

Pengaruh Kualitas Air Terhadap Laju Pertumbuhan Udang Vaname (*Penaeus vannamei* Boone, 1931)

Effect of Water Quality on the Growth Rate of Vaname Shrimp (Penaeus vannamei Boone, 1931)

Muhammad Adilah Ulil Albab, Aninditia Sabdaningsih*, Kukul Prakoso
Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan
Departemen Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah-50275
Corresponding authors: aninditiasabdaningsih@live.undip.ac.id

Diserahkan: 19 Desember 2024; Direvisi: 5 Februari 2025; Diterima: 19 April 2025.

ABSTRAK

Budidaya udang sangat dipengaruhi oleh kondisi kualitas air. Oleh karena itu muncul tantangan yaitu memahami hubungan yang kompleks antara kondisi kualitas air dan hasil panen budidaya udang. Hubungan ini perlu dipahami oleh pembudidaya sehingga dapat mengoptimalkan metode budidaya untuk meningkatkan hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kualitas air tambak, hubungan antara kualitas air dengan laju pertumbuhan udang dan mengestimasi laju bobot udang pada waktu panen yang berbeda. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni – Agustus 2024 berlokasi di tambak tradisional yang berada di Semarang, Jawa Tengah. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain penelitian yaitu *ex-post facto* atau tidak melibatkan eksperimen. Data penelitian diolah menggunakan *software SPSS* untuk analisis hubungan kualitas air dengan laju pertumbuhan dan *software Stella* untuk membuat simulasi hasil bobot udang pada waktu panen yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan sebagian besar variabel kualitas air tambak yang diukur memenuhi baku mutu meskipun terdapat satu variabel yang melebihi baku mutu yaitu pH. Variabel kualitas air yang berpengaruh pada pertumbuhan bobot udang diantaranya DO yang memiliki keterkaitan paling tinggi dilanjutkan dengan variabel salinitas sedangkan suhu memiliki keterkaitan yang paling rendah. Persamaan regresi linier berganda sebagai berikut: $Y = -0,451 + 0,459X_1 + 0,065X_2 + (-1,716)X_3$. Bobot panen udang dalam waktu 3 bulan mendapat sebesar 282 kg dengan jumlah udang sebanyak 17.454 ekor dari jumlah awal 30.000 ekor. Hasil tersebut sebagai prediksi ketika frekuensi kematian udang mengalami kematian sebesar 0,6%/hari.

Kata Kunci: Kualitas Air; Laju Pertumbuhan; Pemodelan Dinamis; Udang Vaname.

ABSTRACT

Shrimp farming is strongly influenced by water quality conditions. The challenge therefore arises in understanding the complex relationship between water quality conditions and shrimp farming yields. This relationship needs to be understood by farmers so that they can optimize farming methods to increase yields. This study aims to determine the condition of pond water quality, the relationship between water quality and shrimp growth rate and estimate the rate of shrimp weight at different harvest times. This research was conducted in June - August 2024 in traditional ponds located in Semarang, Central Java. This study uses quantitative methods with a research design that is ex-post facto or does not involve experiments. The research data were processed using SPSS software to analyze the relationship between water quality and growth rate and Stella software to simulate the results of shrimp weight at different harvest times. The results showed that most of the measured pond water quality variables meet the quality standards although there is one variable that exceeds the quality standards, namely pH. Water quality variables that affect the growth of shrimp weight include DO which has the highest relationship followed by salinity variables while temperature has the lowest relationship. Multiple linear regression equation as follows: $Y = -0,451 + 0,459X_1 + 0,065X_2 + (-1,716)X_3$. Shrimp harvest weight within 3 months got 282 kg with the number of shrimp as many as 17,454 heads of the initial number of 30,000 heads. These results as a prediction when the frequency of shrimp mortality experienced mortality sebesar 0.6%/day.

Keywords: Dynamic modeling; Growth Rate; Shrimp farming; Vaname Shrimp; Water Quality.

PENDAHULUAN

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan spesies udang yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia. Budidaya udang vaname terdiri berbagai tahapan, seperti memilih lokasi yang tepat, membangun tambak, memilih bibit yang berkualitas, memberi pakan yang tepat, mengawasi kualitas air, dan mengendalikan penyakit. Menurut Ariadi *et al.* (2022), secara teknis budidaya udang vaname memiliki pola budidaya yang digunakan diantaranya penggunaan sarana dan prasarana, desain kolam atau tambak, dan biaya produksi. Sementara secara non-teknis terdiri dari kualitas air, kondisi kesehatan udang,

dan ekosistem budidaya. Untuk pertumbuhan dan kesehatan udang, kualitas air yang ideal sangat penting. Pertumbuhan udang yang tidak optimal akan merugikan petani udang sehingga petani biasanya melakukan panen dini. Menurut Ningsih *et al.* (2021), tidak stabilnya parameter kualitas air dapat menyebabkan udang terkena penyakit meskipun udang vaname memiliki daya tahan tubuh yang kuat. Ketidakstabilan kualitas air dapat disebabkan oleh padat tebar yang tinggi dan pemberian pakan yang berlebihan.

Budidaya udang vaname memerlukan pengawasan teratur terhadap kualitas air dan mekanisme budidaya. Pemantauan yang tepat, data kualitas air tambak udang yang diteliti dapat memberikan input tentang kondisi lingkungan budidaya dan prediksi optimasi hasil panen. Salah satu tantangan lain yaitu memahami hubungan yang kompleks antara kondisi kualitas air dan hasil panen budidaya udang. Memahami hubungan antara kondisi kualitas air dan bobot udang membuat pembudidaya dapat mengoptimalkan metode budidaya mereka untuk meningkatkan hasil panen dan juga menjaga keberlanjutan budidaya udang vaname. Hal ini sejalan dengan penelitian Agharid (2020), bahwa budidaya udang vaname dengan teknologi intensif menggunakan padat tebar tinggi sangat mempengaruhi masa pertumbuhan dan kualitas air. Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai hubungan antara kualitas air tambak dengan pertumbuhan udang, yang dimana hasil dari penelitian ini dapat digunakan dalam pengelolaan budidaya tambak udang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi bobot udang saat panen berdasarkan data monitoring kualitas air tambak dan pertumbuhan udang selama 2 bulan menggunakan bantuan *software SPSS 18.0*. Data hasil penelitian juga digunakan untuk mengetahui kondisi air tambak pada lokasi penelitian dan hubungan antara kualitas air dengan pertumbuhan udang.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

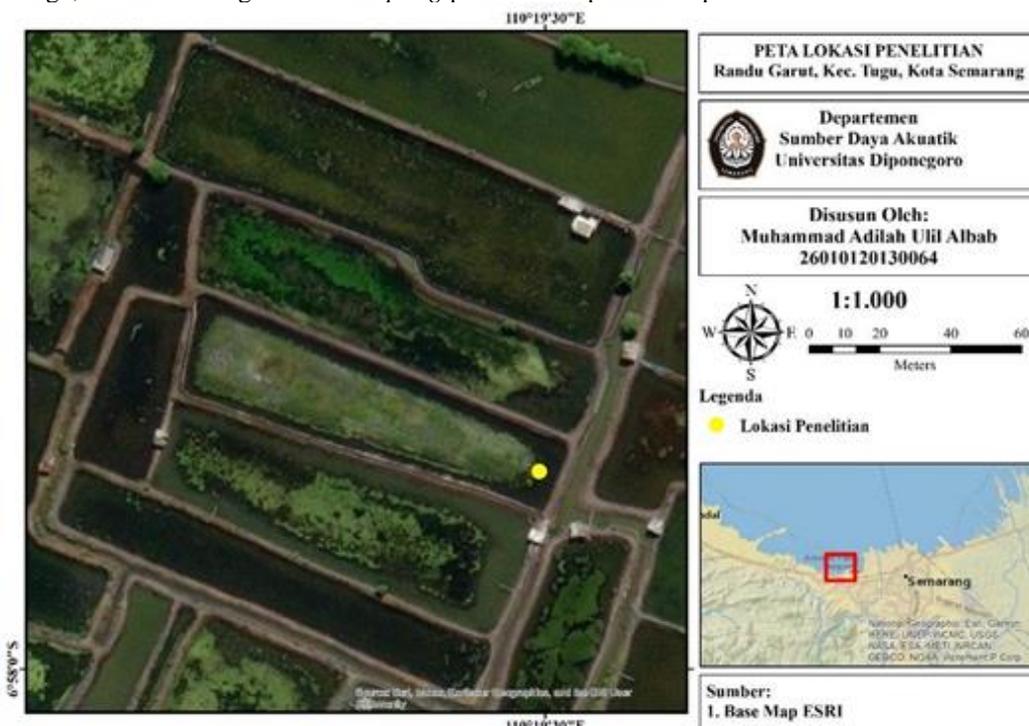
Materi yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari parameter kualitas air dan bobot udang yang diambil dari tambak udang tradisional.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif untuk mempelajari populasi atau sampel tertentu. Desain penelitian ini adalah desain *ex-post facto* dengan pengambilan data lapangan dilakukan secara *time series* dan sesuai dengan kondisi lapangan tanpa melakukan eksperimen atau melakukan sebuah pengujian. Menurut Santoso dan Madistriyatno (2021), penelitian kausal komparatif atau bisa disebut penelitian *ex-post facto* merupakan penelitian yang tidak melibatkan proses eksperimen. Data atau variabel yang diambil tidak dilakukan perlakuan sehingga murni sesuai yang ada di lapangan.

Penentuan Lokasi dan Titik Sampling

Pemilihan lokasi penelitian didasarkan atas keterbatasan jenis tambak udang yang tersedia sehingga didapatkan jenis tambak tradisional. Lokasi pengambilan sampel air dan pengukuran kualitas air dilakukan di salah satu tambak warga Randu Garut, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. Lokasi *sampling* penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Berdasarkan peta pada Gambar 3.1. lokasi pengambilan data sampel hanya dilakukan pada satu tambak saja yang memiliki luas 2000 m² dengan jumlah tebar 30.000 benih udang. Pengambilan udang dan data kualitas air dilakukan pada titik kuning sesuai pada peta. Tujuan pengambilan data dilakukan pada titik tersebut karena selain sebagai tempat pemasangan

anco untuk pengambilan sampel udang lokasi ini juga dekat dengan badan sungai sehingga sensitif terjadi perubahan kualitas air khususnya jika terjadi banjir rob.

Pengumpulan Data

Teknik pengambilan sampel menggunakan *simple random sampling* dimana menurut Fajri *et al.* (2021), *simple random sampling* adalah teknik pengambilan sampel dari populasi yang digunakan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi. Penggunaan teknik ini dikarenakan semua sampel udang yang tertangkap akan dilakukan penimbangan. Pengambilan data kualitas air dilakukan secara langsung (*in situ*) pada tambak yang dilakukan pukul 09.00 WIB Berikut langkah-langkah pengambilan data penelitian:

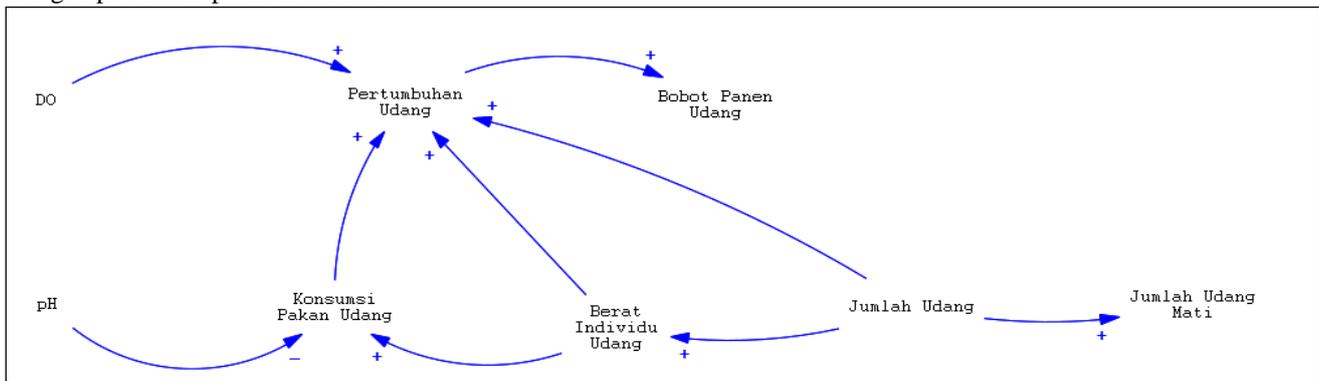
1. Pengukuran suhu dan oksigen terlarut menggunakan alat DO (*Dissolved Oxygen*) meter. Pengukuran derajat keasaman (pH) menggunakan alat pH meter dan pengukuran salinitas menggunakan alat refraktometer.
2. Sampling udang sepenuhnya menggunakan teknik anco. Udang yang tertangkap pada proses sampling kemudian dipindahkan ke wadah berisi air terlebih dahulu kemudian udang diambil untuk dilakukan pengukuran. Menurut Bahri *et al.* (2020), metode yang digunakan dalam penentuan jumlah udang menggunakan metode sampling acak yaitu Sampel udang diambil secara acak dan tergantung pada jumlah udang yang naik pada jala.
3. Untuk menghasilkan data berat udang rata-rata/*Average Body Weight (ABW)* didapatkan dari berat udang yang tertangkap ketika sampling kemudian dibagi dengan jumlah udang yang tertangkap.

Pengolahan Data

Pengelolaan data menggunakan *software* SPSS 18.0. Tahapan awal pada proses pengolahan data yaitu melakukan uji multikolinieritas sebagai syarat pemenuhan uji linier berganda. Melakukan uji multikolinieritas bertujuan untuk melihat hubungan antar variabel X (*independent*). Sedangkan uji regresi linier berganda untuk memahami hubungan sebab akibat antara variabel suhu, salinitas, pH, dan Oksigen terlarut sebagai variabel X (*independent*) dengan variabel bobot udang sebagai variabel Y (*dependent*).

Sistem Dinamik

Proses pembuatan sistem dinamik menggunakan *software* Stella 9.0.2. Adapun proses pembuatannya sebagai berikut: Pembuatan *causal loop model* dilakukan terlebih dahulu sebagai pondasi awal untuk membuat kerangka pemikiran yang nantinya digunakan untuk membuat model simulasi/dinamis. Model dinamis diperlukan data dan formula perhitungan yang perlu dimasukkan supaya dapat disimulasikan sesuai dengan tujuan penelitian yaitu menghasilkan grafik yang berisi mengenai simulasi kondisi laju pertumbuhan udang dan bobot udang sampai menuju waktu panen dengan estimasi panen dilakukan pada bulan ke tiga. Berikut merupakan hasil *causal loop model* tentang pengaruh kualitas air terhadap pertumbuhan udang dapat dilihat pada Gambar 2:



Gambar 2. Causal Loop Model

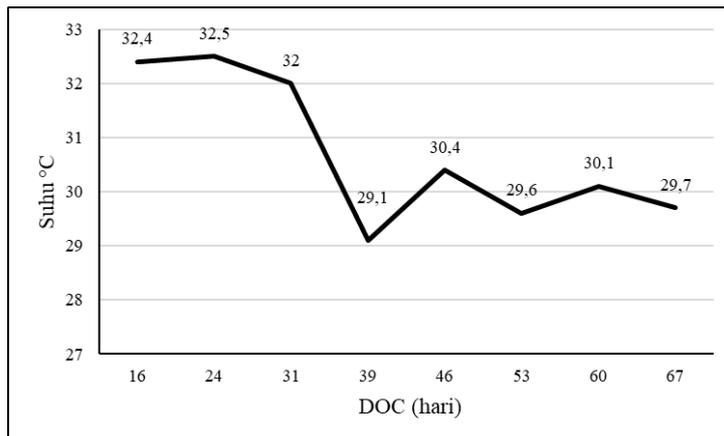
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil data kualitas air terdiri dari parameter fisika dan kimia diantaranya suhu, salinitas, pH, dan DO serta data bobot udang didapatkan dari 8 kali pengambilan sampel pada tambak tradisional udang vaname dimulai pada *Day of Culture (DOC)* 16 hingga DOC 67.

Variabel Suhu

Berdasarkan pengukuran kualitas air pada tambak didapatkan hasil data suhu yang dapat dilihat pada Gambar 3:

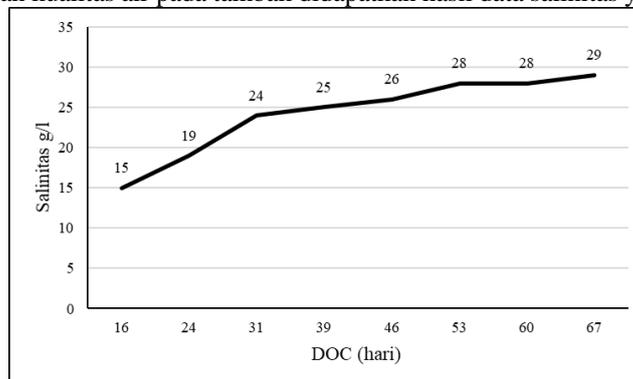


Gambar 3. Grafik Variabel Suhu

Berdasarkan Gambar 3. didapat rata-rata suhu 30,7°C. Suhu mengalami fluktuasi setiap minggunya dengan garis tren yang menunjukkan penurunan. Suhu tertinggi terdapat pada DOC 24 dan suhu terendah terdapat pada DOC 39. Pada DOC 39 suhu mengalami penurunan yang signifikan menjadi 29°C dan naik kembali pada minggu berikutnya (DOC 46) menjadi 30,4°C. Pada 3 minggu terakhir suhu masih mengalami fluktuasi yang tidak terlalu tinggi yaitu direntang 29°C-30°C.

Variabel Salinitas

Berdasarkan pengukuran kualitas air pada tambak didapatkan hasil data salinitas yang dapat dilihat pada Gambar 4:

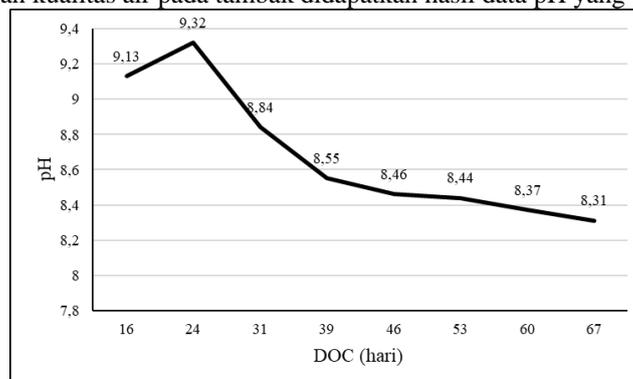


Gambar 4. Grafik Variabel Salinitas

Berdasarkan Gambar 4. pada variabel salinitas didapatkan nilai terendah 15 ppt dan tertinggi 29 ppt dengan rata-rata nilai salinitasnya 24 ppt. Peningkatan yang signifikan terakhir terjadi pada DOC 31 yang naik sebesar 5 ppt dari minggu sebelumnya. Pada minggu berikutnya kenaikan salinitas hanya bertambah 1 ppt setiap minggunya dan terlihat stabil di nilai 28 ppt pada DOC 53 dan 60. Pada minggu terakhir salinitas didapatkan nilai sebesar 29 ppt.

Variabel pH

Berdasarkan pengukuran kualitas air pada tambak didapatkan hasil data pH yang dapat dilihat pada Gambar 5:

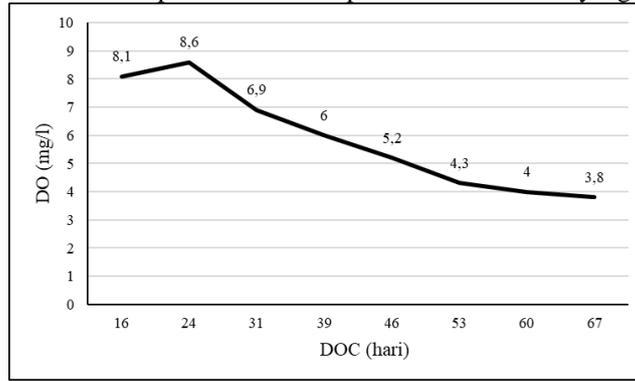


Gambar 5. Grafik Variabel pH

Berdasarkan Gambar 5. hasil variabel pH didapatkan nilai terendah 8,31 dan tertinggi 9,32 dengan rata-rata nilai pH sebesar 8,68. Jika dilihat garis trennya maka variabel pH menunjukkan tren menurun meskipun terdapat kenaikan nilai pH contohnya pada DOC 24. Diketahui bahwa nilai pH di minggu-minggu terakhir budidaya stabil di angka 8 yang dilihat sejak DOC 31 hingga DOC 67.

Variabel Dissolved oxygen (DO)

Berdasarkan pengukuran kualitas air pada tambak didapatkan hasil data DO yang dapat dilihat pada Gambar 6:

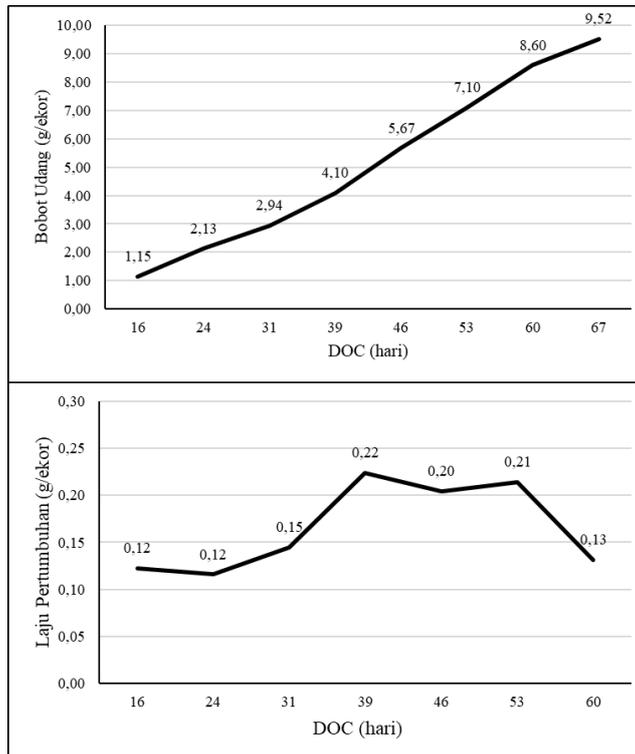


Gambar 6. Grafik Variabel DO

Pada variabel oksigen terlarut didapatkan nilai terendah 3,8 mg/l dan tertinggi 8,6 mg/l dengan rata-rata nilai DO sebesar 5,90 mg/l. Jika dilihat tren pada grafik diatas maka variabel DO mengalami penurunan selama masa budidaya meskipun terdapat kenaikan nilai DO sekali pada DOC 24. Jika dilihat perbandingan antara minggu awal dan minggu akhir penelitian nilai DO mengalami penurunan yang signifikan.

Bobot Udang

Berdasarkan perhitungan berat rata-rata dan laju pertumbuhan udang didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Gambar 7:



Gambar 7. Grafik Bobot dan Laju Pertumbuhan Udang

Berdasarkan gambar 7. diketahui bahwa berat udang mengalami kenaikan yang perbandingan kecepatannya dapat dilihat melalui laju pertumbuhannya. Jika dilihat dari garis tren pada grafik bobot udang dan laju pertumbuhan terjadi tren kenaikan. Rata-rata laju pertumbuhan udang selama masa budidaya yaitu 0,17 g/hari. Jika dilihat dari grafik bobot udang pada DOC 60 menuju DOC 67 maka akan terlihat kenaikan bobotnya. Akan tetapi, jika dilihat pada grafik laju pertumbuhan maka terjadi penurunan laju pertumbuhan yang signifikan pada minggu terakhir yaitu pada DOC 60 menuju DOC 67 yang awalnya penambahan beratnya 0,21 g/hari menjadi 13 g/hari.

Hubungan Kualitas Air dengan Pertumbuhan Bobot Udang

Analisis dilakukan pengujian multikolinearitas terlebih dahulu untuk mengetahui mengidentifikasi apakah terdapat hubungan yang kuat antara dua atau lebih variabel independen yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistik Kolinearitas Empat Variabel

Model	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
1 Suhu	0,184	5,439
Salinitas	0,133	7,506
pH	0,034	29,229
DO	0,044	22,910

a. *Dependent Variable:* Bobot Udang

Hasil uji multikoleniaritas dilihat berdasarkan nilai *tolerance* dan VIF dimana menurut menurut Ghodang dan Hantono (2020) jika nilai *tolerance* > 10 dan VIF < 10 maka tidak terjadi multikolinearitas pada setiap variabel. Berdasarkan hasil uji multikolinearitas pada Tabel 4.2 menunjukkan bawah adanya multikolinearitas khususnya pada variabel pH dan DO. Oleh karena itu perlu dihilangkan salah satu variabel yang memiliki korelasi tinggi. Variabel yang memiliki tingkat korelasi tinggi dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Korelasi Koefisien Variabel Kualitas Air

Coefficient Correlations ^a				
Model	DO	Suhu	Salinitas	pH
1 DO	1,000	0,281	0,368	-0,798
Suhu	0,281	1,000	0,093	-0,585
Salinitas	0,368	0,093	1,000	0,114
pH	-0,798	-0,585	0,114	1,000

a. *Dependent Variable:* Bobot Udang

Berdasarkan Tabel 2 variabel yang memiliki korelasi tinggi yaitu pH dimana variabel tersebut memiliki tingkat korelasi tinggi pada dua variabel lain yaitu DO dan suhu. Oleh karena itu, terdapat indikasi bahwa variabel pH yang menyebabkan terbentuknya multikolinearitas Menurut Hendrianto *et al.* (2023) jika ditemukan adanya multikorelasi yang signifikan, langkah pertama adalah mengidentifikasi variabel yang memiliki kontribusi kuat terhadap multikorelasi. Langkah berikutnya yaitu pilihan dapat jatuh pada penghapusan variabel yang tidak signifikan atau memiliki korelasi tinggi dengan variabel lain yang relevan. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan uji multikolinearitas ulang yang hanya melibatkan tiga variabel yaitu DO, suhu, dan salinitas. Hasil uji multikolinearitas ulang dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3. Statistik Kolinearitas Tiga Variabel

Model	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
1 Suhu	0,184	5,439
Salinitas	0,133	7,506
DO	0,044	22,910

a. *Dependent Variable:* Bobot Udang

Berdasarkan uji multikolinearitas pada Tabel 3 diketahui bahwa tidak terjadinya multikolinearitas antar variabel karena telah memenuhi persyaratan. Artinya variabel independen dalam model tidak memiliki hubungan yang kuat antar satu sama lain. Langkah berikutnya adalah melakukan uji analisis regresi linier berganda terdiri dari variabel independen yang berisikan variabel suhu, salinitas, dan DO sedangkan variabel dependen berisikan variabel bobot udang. Tujuan dilakukannya analisis ini supaya mengetahui tingkat korelasi antara variabel suhu, salinitas, pH, dan DO terhadap variabel bobot udang. Berikut merupakan hasil analisis yang dapat dilihat pada tabel Tabel 4:

Tabel 4. Uji Korelasi Variabel Kualitas Air dengan Bobot Udang

Correlations		
		Bobot Udang
Pearson	Bobot Udang	1,000
Correlati on	Suhu	-0,755
	Salinitas	0,898
	DO	-0,962

Berdasarkan uji korelasi antara bobot udang dengan variabel suhu, salinitas, dan DO didapatkan hasil *pearson correlation* yang nilainya menunjukkan signifikan karena pada keseluruhan variabel menunjukkan nilai >0,5. Pada bagian *pearson correlation* dapat diartikan bahwa nilai yang memiliki hubungan variabel bobot udang yang paling tinggi yaitu DO dengan nilai -0,962. Salinitas memiliki nilai *pearson correlation* yang saling mendekati yaitu 0.898 sementara suhu mendapatkan nilai yang paling kecil yaitu -0,755. Hasil regresi yang didapatkan berdasarkan analisis dapat dilihat pada Tabel 5:

Tabel 5. Uji Regresi

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficient
	B	Std. Error	Beta
1 (Constant)	-0,451	18,150	
Suhu	0,459	0,536	0,204
Salinitas	0,065	0,215	0,103
DO	-1,716	0,600	-1,038

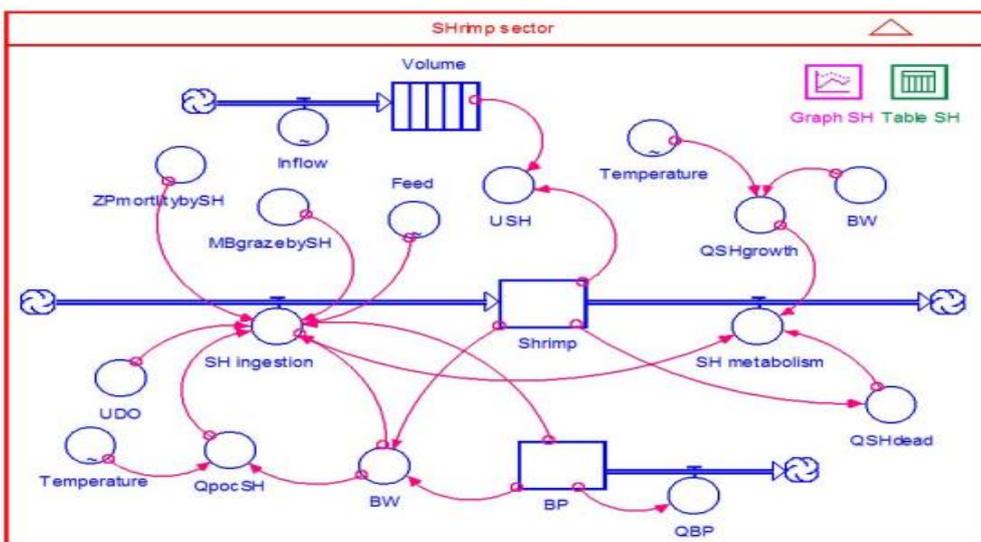
a. *Dependent Variable:* Bobot Udang

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat nilai konstanta (α) sebesar -0,451 dan untuk Suhu (β) sebesar 0,459 sementara salinitas (β) sebesar 0,065 serta DO (β) sebesar -1,716. Sehingga dapat diperoleh persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = -0,451 + 0,459X_1 + 0,065X_2 + (-1,716)X_3$$

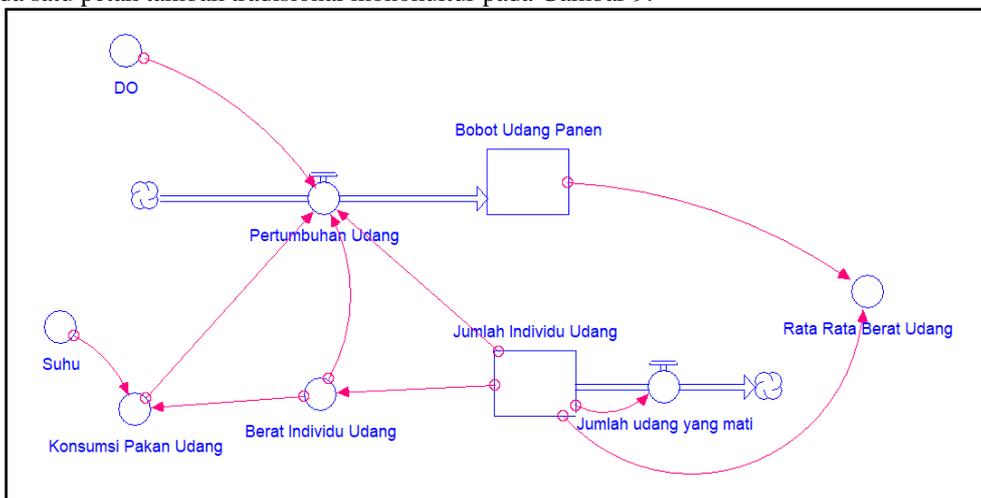
Pemodelan Dinamis Bobot Udang

Pemodelan sistem dinamis dibentuk dari pendekatan untuk memahami bagaimana sebuah sistem berjalan. Sistem yang dimaksud merupakan hubungan antara pengaruh kualitas perairan terhadap pertumbuhan udang. Pemodelan dinamis ini dibuat berdasarkan acuan jurnal karena formula yang digunakan terdapat rumus dan konstanta sehingga variabel yang digunakan diambil dari referensi jurnal oleh Su *et al.* (2019). Berikut merupakan acuan pemodelan dinamis yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 8:



Gambar 8. Pemodelan Dinamis Tambak Udang Intensif

Berdasarkan acuan pada jurnal tersebut berikut merupakan hasil pemodelan dinamis terkait kualitas air terhadap bobot udang pada satu petak tambak tradisional monokultur pada Gambar 9:



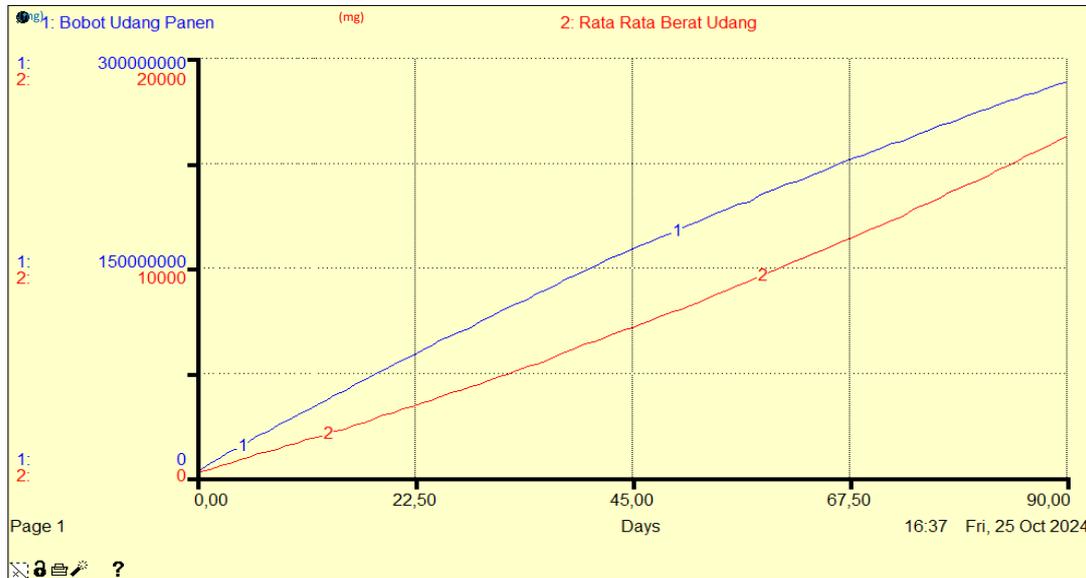
Gambar 9. Pemodelan Dinamis Kualitas Air Terhadap Bobot Udang

Perlu ditekankan bahwa model dinamis yang dibuat bersifat sederhana karena keterbatasan data yang didapat. Oleh karena itu, hasil dari model dinamis ini merupakan gambaran umum ketika budidaya udang berjalan normal tanpa adanya

variabel pakan, pemberian probiotik, dan perhitungan tingkat kematian udang. Hasil simulasi yang didapatkan bersifat prediksi dan dapat berbeda dengan keadaan di lapangan karena masih terjadi kemungkinan ada faktor-faktor lain yang tidak dapat ditambahkan disebabkan pengaruh faktor alam.

Hasil Simulasi Pemodelan Dinamis

Berdasarkan pemodelan dinamis yang dibuat, simulasi yang dihasilkan antara lain grafik simulasi bobot udang yang dibandingkan dengan berat rata-rata udang dan grafik perbandingan antara jumlah udang yang hidup dengan jumlah udang yang mati. Simulasi yang dijalankan yaitu untuk membaca kondisi tambak udang selama 3 bulan yang artinya lebih lama dari waktu panen yang biasa dilakukan oleh pemilik tambak yaitu hanya sekitar 2 bulan. Berikut merupakan hasil simulasi bobot udang ketika panen menggunakan *software Stella* pada Gambar 10:



Gambar 10. Bobot Udang Panen dan Rata-Rata Berat Udang

Berdasarkan Gambar 10, jumlah bobot udang panen dan rata-rata berat udang mengalami kenaikan seiring berjalannya masa budidaya. Estimasi bobot panen yang didapat ketika mencapai DOC 90 yaitu 282 kg dengan berat rata-rata udang di 16,2 g/ekor. Pertumbuhan udang pada hasil simulasi lebih cepat dari data hasil penelitian. Contohnya pada DOC 24 untuk berat rata-rata udang berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil 2,13 g/ekor sementara hasil simulasi menunjukkan berat rata-rata udang pada DOC 24 yaitu 3,57 g/ekor sehingga terdapat selisih perbedaan berat sebesar 1,44 g/ekor. Berikut merupakan hasil simulasi jumlah udang ketika panen menggunakan *software Stella* pada Gambar 11:



Gambar 11. Jumlah Individu Udang dengan Jumlah Udang Mati

Berdasarkan Gambar 11 seiring berjalannya waktu jumlah udang pada tambak terus mengalami kematian dimana sisa udang yang hidup pada DOC 90 yaitu 17.454 ekor saja. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat kematian pada tambak hampir mencapai 50%. Tingkat kematian udang pada grafik tersebut dihasilkan menggunakan frekuensi tingkat kematian berdasarkan Su *et al.* (2019) yaitu 0.006 atau 0,6%/harganya. Diketahui bahwa terdapat kesamaan tren antara jumlah individu udang dengan jumlah udang yang mati. Hal ini disebabkan karena jumlah individu udang akan terus mengalami penurunan berdasarkan frekuensi tingkat kematian udang yang akan mempengaruhi jumlah udang yang mati.

Pembahasan

Kualitas Air Tambak

Suhu yang optimal penting bagi metabolisme dan pertumbuhan udang. Suhu yang tidak optimal dapat memperlambat metabolisme dan menurunkan nafsu makan udang. Fluktuasi suhu diatas tergolong normal sehingga tidak mengganggu metabolisme pertumbuhan udang. Fluktuasi suhu pada tambak bisa terjadi karena terjadi pendangkalan. Menurut Wilda (2020), fluktuasi pada tambak bisa terjadi karena air tambak yang terlalu dangkal. Sebaliknya air yang terlalu dalam dapat memberikan perbedaan yang signifikan dibagian permukaan dan dasar sehingga dibutuhkan ketinggian yang optimal pada budidaya udang. Berdasarkan PerMen KKP Nomor 75 Tahun 2016 nilai suhu optimal untuk budidaya udang tradisional di rentang 28-32°C dengan begitu hanya pada DOC 16 dan 24 tidak sesuai standar dan selebihnya sesuai dengan standar kualitas.

Salinitas yang optimal penting untuk mencapai pertumbuhan optimal udang vaname. Terdapat salinitas yang optimal ketika udang berada di fase tertentu karena apabila salinitas terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mempengaruhi kesehatan dan efisiensi pertumbuhan. Kenaikan nilai salinitas juga dipengaruhi oleh suhu dan air yang masuk kedalam tambak. Selama DOC 16 sampai DOC 31 suhu tergolong tinggi sehingga kenaikan salinitas pada tambak cukup signifikan. Menurut Farabi dan Latuconsina (2023), salinitas yang baik untuk udang yang berumur 1-2 bulan memerlukan kadar garam 15-25 ppm. Setelah umurnya lebih dari 2 bulan salinitas yang baik diantara 5-30 ppm. Berdasarkan PerMen KKP Nomor 75 Tahun 2016 nilai salinitas optimal untuk budidaya udang tradisional di rentang 5-40 ppm dengan begitu kualitas air tambak pada saat penelitian tergolong optimal.

Tingginya kadar pH pada 4 minggu awal penelitian salah satunya bisa disebabkan oleh tingginya suhu. Suhu yang tinggi menyebabkan laju fotosintesis fitoplankton sehingga mengurangi CO₂ dalam air dan dapat meningkatkan pH. Penurunan nilai pH pada 4 minggu terakhir bisa terjadi karena banyak faktor diantaranya penguraian bahan organik yang menumpuk selama masa budidaya, hujan asam terutama daerah dengan polusi udara yang tinggi, dan sumber air tambak yang berasal dari pasang atau banjir rob. pH yang optimal merupakan salah satu faktor penting dalam budidaya udang karena berdampak langsung pada kesehatan serta produktivitas udang. Menurut Supriatna *et al.* (2020), penurunan pH pada tambak bisa terjadi akibat adanya penguraian bahan organik oleh mikroorganisme yang membutuhkan oksigen dan menghasilkan CO₂. pH air dapat mempengaruhi nafsu makan serta reaksi kimia dalam air. Berdasarkan PerMen KKP Nomor 75 Tahun 2016 nilai pH yang optimal untuk budidaya udang tradisional direntang 7,5-8,5. Oleh karena itu, pH pada masa budidaya beberapa masih melebihi pH optimal seperti DOC 16, DOC 24, DOC 31, dan DOC 39 selebihnya nilai pH tergolong dalam pH optimal.

Pada awal penelitian nilai DO tergolong cukup tinggi yaitu di angka >8 mg/l seperti pada DOC 16 dan DOC 24. Pada minggu berikutnya DO terjadi penurunan sampai akhir penelitian. Pada DOC 31 nilai DO cukup turun drastis menjadi 6,9 mg/l dan minggu selanjutnya juga terjadi penurunan akan tetapi sifatnya tidak menurun dengan signifikan. Berdasarkan PerMen KKP Nomor 75 Tahun 2016 nilai pH yang optimal untuk budidaya udang tradisional yaitu >3,0 mg/l. Dapat disimpulkan bahwa kualitas DO pada tambak tersebut telah memenuhi standar dalam budidaya udang. Menurut Khusnah *et al.* (2023), salah satu penyebab penurunan kadar oksigen pada tambak diantaranya adanya proses penguraian oleh mikroorganisme yang signifikan. DO yang rendah dapat menurunkan vitalitas ikan dan menurunkan proses metabolisme.

Pertumbuhan Udang

Pertumbuhan berat pada tambak tradisional tentu berbeda dengan tambak intensif. Oleh karena itu, pertumbuhan pada tambak tradisional sedikit lebih lambat daripada udang yang diberlakukan secara intensif. Akan tetapi, tambak tradisional memiliki kelebihan salah satunya yaitu minimnya angka kematian dikarenakan tidak ada racun akibat pakan yang menumpuk dan rendahnya kepadatan. Berdasarkan penelitian Sianturi dan Maniko (2023) terkait pertambahan bobot udang yang menggunakan tambak semi intensif yang berlokasi di TEFA Poltek KP Kupang menunjukkan bahwa rata-rata bobot udang pada DOC 70 bisa mencapai 13,2 g/ekor. Sedangkan rata-rata bobot udang 9,8 g/ekor bisa dicapai ketika DOC 50. Menurut Kusumabhakti *et al.* (2023), pertumbuhan udang yang naik dapat disimpulkan bahwa udang tersebut mendapatkan asupan protein yang cukup dari sumber makanannya. Sebaliknya pertumbuhan udang akan menurun jika asupan protein tidak terpenuhi.

Laju pertumbuhan pada udang dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kualitas air yang optimal. Diketahui bahwa kadar DO pada DOC 67 mengalami penurunan dengan kadar terendah selama penelitian berlangsung sehingga dapat menjadi faktor penyebab penurunan laju pertumbuhan udang. Laju pertumbuhan pada tambak tradisional dengan jenis tambak lainnya tentu terdapat perbedaan karena kecepatan faktor pertumbuhan bobot udangya. Berdasarkan penelitian Sianturi dan Maniko (2023) terkait pertambahan bobot udang yang menggunakan tambak semi intensif yang berlokasi di TEFA Poltek KP Kupang bisa mencapai 0,38 g/ekor/hari terjadi saat DOC 40. Karakteristik laju pertumbuhan pada tambak semi intensif memiliki pola yang sama dengan tambak tradisional yaitu terjadi penurunan dan kenaikan di setiap minggunya.

Korelasi Kualitas Air dengan Bobot Udang

Melalui uji statistik korelasi antara variabel bobot udang dengan variabel suhu, salinitas, dan DO memiliki hubungan yang signifikan dengan dibuktikan tabel korelasi pada nilai *pearson correlation*. Tingkat signifikansi pada analisis ini tentu tidak bisa dianggap mutlak berpengaruh sepenuhnya. Pada penelitian ini variabel yang paling berpengaruh yaitu DO dilanjutkan dengan variabel salinitas dan terakhir yaitu variabel suhu. Pertumbuhan udang pada tambak dipengaruhi banyak faktor selain dari ketiga variabel tersebut. Contohnya seperti padat tebar, luas tambak, dan keberadaan makanan yang dapat mempengaruhi parameter kualitas air tersebut. Akibatnya terjadi perbedaan variabel yang signifikan dimana terkadang variabel suhu lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan udang jika dibandingkan dengan variabel lain, begitu juga dengan variabel lainnya. Oleh karena itu, setiap penelitian masing-masing mempunyai faktor penentu yang paling signifikan

tergantung kondisi kualitas air pada tambak udang. Menurut Wahyuni *et al.* (2022), parameter utama kualitas air yang memiliki pengaruh besar pada pertumbuhan udang vaname adalah oksigen terlarut. Kebutuhan oksigen udang vaname cenderung mengikuti peningkatan biomassa udang dimana semakin lama pertumbuhan udang persaingan penggunaan oksigen untuk proses respirasi juga membutuhkan suplai oksigen yang semakin banyak.

Ketiga variabel yang dijelaskan pada persamaan regresi linier berganda menunjukkan bahwa DO sangat berpengaruh terhadap bobot udang karena DO adalah elemen vital bagi respirasi udang. Udang, seperti organisme air lainnya, membutuhkan oksigen untuk proses metabolisme mereka, yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan. Jika kadar DO di dalam air terlalu rendah, udang akan mengalami kesulitan dalam bernapas, yang dapat menyebabkan stres fisiologis. Stres ini dapat memperlambat pertumbuhan udang, menyebabkan penurunan bobot atau bahkan kematian dalam kasus yang ekstrem. Selain itu, kebutuhan DO seiring dengan pertambahannya masa budidaya juga semakin besar. Kebutuhan DO pada udang semakin tinggi seiring dengan bertambahnya umur udang tersebut. Variabel lainnya seperti suhu dan salinitas juga turut berperan dalam mempengaruhi pertumbuhan bobot udang. Suhu yang lebih tinggi dapat meningkatkan laju metabolisme udang, mempercepat proses pertumbuhannya, asalkan tidak melebihi batas toleransi spesies tersebut. Salinitas juga merupakan variabel penting dalam mempengaruhi osmoregulasi udang. Udang membutuhkan salinitas tertentu untuk menjaga keseimbangan antara konsentrasi air dan garam dalam tubuh mereka. Menurut Amien *et al.* (2022), lingkungan tambak sebagai suatu ekosistem memiliki peran yang sangat penting dalam memelihara kelangsungan hidup udang. Produktivitas pada tambak tradisional dapat dipengaruhi oleh variabel suhu, pH, salinitas, DO, dan karakteristik tanahnya seperti fosfat, amonia, nitrit, dan nitrat.

Simulasi Pemodelan Dinamis

Perbedaan hasil pada berat rata-rata udang pada hasil penelitian dan hasil simulasi udang dipengaruhi oleh percepatan pertumbuhan udang tersebut. Hal ini disebabkan karena model yang di adaptasi berdasarkan tambak intensif sehingga akan mempengaruhi hasil simulasinya. Pertumbuhan udang pada tambak tradisional berbeda dengan jenis tambak yang menggunakan teknologi seperti semi intensif maupun intensif. Hal tersebut akan mempengaruhi jumlah bobot panen yang akan didapat. Pada simulasi terdapat ukuran pasti dan konstan selama 90 hari pasokan makanan pada tambak tidak bertambah dan tidak berkurang. Berbeda dengan keadaan lapangan yang sebenarnya dimana seiring berjalannya waktu budidaya udang pada tambak tradisional mengalami pertumbuhan akan tetapi tidak signifikan karena kebutuhan pakan pada tambak tidak bisa memenuhi kebutuhan pakan harian udang. Berbeda dengan jenis tambak konvensional lainnya yang didukung dengan pasokan pakan yang memenuhi. Oleh karena itu, biasanya pemilik tambak tradisional jarang membudidayakan udang sampai waktu 3 bulan karena pertumbuhannya tidak secepat ketika umur udang masih pada tahap awal. Pertumbuhan udang yang melambat dijelaskan pada penelitian oleh Sianturi dan Maniko (2023) udang yang dipelihara pada tambak semi intensif bobot udang rata-rata pada DOC 90 bisa mencapai 21 g/ekor. Untuk berat 11 g/ekor sudah bisa dicapai pada DOC 60. Hal tersebut didukung oleh pasokan makanan yang terpenuhi. Pada penelitian tersebut juga terjadi penurunan harian ketika pasokan makanan terlambat diberikan pada udang karena faktor pengiriman yang terkendala cuaca. Hal tersebut membuat penurunan pertumbuhan udang karena pasokan makanan yang menipis.

Hasil simulasi jumlah kematian pada udang tergolong tinggi karena menggunakan *survival rate* berdasarkan acuan jurnal dimana terjadi 0,6% kematian dari total jumlah udang pada tambak/harinya. Tentunya persentase kematian tersebut tidak dapat dijadikan patokan sebagai gambaran umum pada budidaya udang. Faktor yang menyebabkan kematian pada udang tergantung dari jenis tambak yang digunakan. Biasanya tambak udang intensif atau semi intensif faktor yang mempengaruhi kematian udang datang dari kualitas air yang buruk, adanya infeksi bakteri, dan serangan virus yang menyerang kesehatan udang. Berbeda dengan tambak tradisional yang memiliki faktor tambahan yaitu bencana alam contohnya banjir ROB sehingga udang pada tambak dapat keluar sehingga jumlah udang ketika panen dapat menurun dan adanya predator alami yang masih ada pada sekitar tambak yang menyebabkan tingkat kematian pada tambak udang bisa lebih tinggi daripada tambak intensif maupun semi intensif. Hal tersebut diketahui bahwa Tambak udang tradisional mengandalkan teknologi tradisional dimana sangat bergantung pada kondisi alam tanpa penggunaan pakan buatan dan perlakuan, sehingga ketergantungan terhadap lingkungan sangat tinggi (Hermawan *et al.* 2020). Akan tetapi, tambak udang tradisional juga memiliki kelebihan yaitu kualitas air tambak jarang mengalami penurunan akibat akumulasi pakan yang berlebihan. Kualitas air tambak tradisional ditentukan dari kondisi lingkungan sekitarnya. Persentase tingkat kematian yang baik biasanya pada rentang 80-90%. Pada tambak tradisional tingkat kematian udang bisa lebih tinggi atau lebih rendah tergantung situasi lingkungannya dan pengaruh faktor alamnya. Berdasarkan hasil simulasi jika dipanen pada umur tiga bulan didapatkan 58% *survival rate* sedangkan jika dipanen ketika mencapai umur dua bulan didapatkan 69% *survival ratenya*. Terdapat perbedaan persentase yang cukup besar dengan selisih waktu selama satu bulan. Oleh karena itu penting menentukan periode panen bagi pemilik tambak. Menurut Suryadi *et al.* (2021), *survival rate* budidaya udang yang baik yaitu >70%, pada kategori sedang sekitar 50-60%, dan *survival rate* yang rendah berada pada <50%. Tinggi rendahnya SR biasanya bergantung pada kualitas air dan tingkat kepadatannya.

KESIMPULAN

Kualitas air tambak tradisional warga Randu Garut, Kecamatan Tugu, Kota Semarang tergolong telah memenuhi standar kualitas air. Secara keseluruhan variabel telah sesuai dengan ambang batas baku mutu PerMen KKP Nomor 75 tahun 2016 tentang Pedoman Umum Pembesaran Udang Windu (*Penaeus monodon*) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Variabel kualitas air yang berpengaruh pada pertumbuhan bobot udang berdasarkan hasil analisis yaitu DO yang memiliki keterkaitan paling tinggi dilanjutkan dengan variabel salinitas sedangkan suhu memiliki keterkaitan yang paling rendah.

Persamaan regresi linier berganda sebagai berikut: $Y = -0,451 + 0,459X_1 + 0,065X_2 + (-1,716)X_3$. Berdasarkan penelitian ini bobot panen udang ketika dilakukan panen dalam waktu 3 bulan diperkirakan akan memperoleh hasil sebesar 282 kg dengan jumlah udang dipanen 17.454 ekor. Hasil *survival rate* ketika mencapai 3 bulan tergolong sedang yaitu 58%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, memberikan semangat, kritik, saran dan perbaikan dalam proses penyusunan artikel dan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agharid, N. K. 2020. Pengaruh Kualitas Air terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada Tambak Udang Intensif di Unit Pelaksana Teknis Perikanan Air Payau dan Laut, Probolinggo. [SKRIPSI]. Universitas Brawijaya, Malang.
- Amien, H. M., Widiatkama, K. Nirmala., S. Pertiwi dan W. Ambarwulan. 2022. Analisis Kualitas Lingkungan dan Produktivitas Tambak Budidaya Udang Windu Sistem Teknologi Tradisional di Kabupaten Bulungan. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*. 18(2): 93-104.
- Ariadi, H., B. D Madusari dan D. Mardhiyana. 2022. Analisis Pengaruh Daya Dukung Lingkungan Budidaya terhadap Laju Pertumbuhan Udang Vaname (*L. vannamei*). *Jurnal EnviroScientiae*. 18(1): 29-27.
- Bahri, S., D. Mardhia dan O. Saputra. 2020. *Growth and Graduation of Vannamei Shell Life (Litopenaeus Vannamei) with Feeding Tray (ANCO) System in AV 8 Lim Shrimp Organization (LSO) in Sumbawa District*. *Jurnal Biologi Tropis*. 20(2): 279-289.
- Fajri, A., D. Indriasih dan N. Indriyati. 2021. Pengaruh Inklusi Keuangan dan Literasi Keuangan terhadap Kinerja UMKM Batik di Kabupaten Tegal. *PERMANA : Jurnal Perpajakan, Manajemen, dan Akuntansi*. 13(1): 108-123.
- Farabi, A. L dan H. Latuconsina. 2023. Manajemen Kualitas Air pada Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di UPT. BAPL (Budidaya Air Payau dan Laut) Bangil Pasuruan Jawa Timur. *Jurnal Riset Perikanan dan Ilmu Kelautan*. 5(1): 1-13.
- Ghodang, H dan Hantono. 2020. Metode Penelitian Kuantitatif Konsep Dasar dan Aplikasi Analisis Regresi dan Jalur dengan SPSS. Medan: PT. Penerbit Mitra Grup.
- Hendrianto, A. Y., A. N. Haliza dan M.F. Firdausi. 2023. *Statistical Analysis in Multicorrelation Test Conditions: Confronting the Incompatibility of Classical Assumptions*. *Socius: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*. 1(5): 355-360
- Hermawan, R., D. Wahyudi., M. Akbar., W.A. Tanod., A.M. Salanggon dan Y.S. Adel. 2020. Penerapan Teknologi Budidaya Udang (*Litopenaeus vannamei*) Semi Intensif pada Tambak Udang Tradisional. *JCES (Journal of Character Education Society)*. 3(3): 460-471.
- Khusnah, A., W.H. Satyantini dan M. Amin. 2023. Studi Perbandingan Histopatologi Udang Vaname yang Terinfeksi *Vibrio parahaemolyticus* dari Tiga Tambak Berbeda. *Jurnal Grouper*, 14 (2): 144-151.
- Kusumabhakti, A.Y.D., Muhajir dan I. Wirawan. 2023. Respon Konsentrasi Protein yang Berbeda pada Pakan terhadap Pertumbuhan Berat Mutlak Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Umur P18-P121 di Bak-Bak Percobaan. *Juvenil*. 4(3): 223-226.
- Ningsih, A., Sulistiono dan S.T.M. Sulthoniyah. 2021. Praktik Kerja Lapang Manajemen Kualitas Air pada Budidaya Udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) di PT. Surya Windu Kartika Desa Bomo Kecamatan Rogojampi Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal LEMURU*. 3(1): 15-25.
- Permen KKP No. 75 Tahun 2016 Tentang Pedoman Umum Pembesaran Udang Windu (*Penaeus monodon*) dan Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).
- Santoso, I dan H. Madistriyatno. 2021. Metode Penelitian Kuantitatif. Indigo Media. Tangerang, Indonesia. 436 hlm.
- Sianturi, I. T dan A.P. Maniko, 2023. Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang Dibudidayakan Secara Semi Intensif di Tefa Poltek KP Kupang. *Jurnal Salamata*. 5(2): 68-71.
- Supriatna, M. Mahmudi., M. Musa dan Kusriani. 2020. Hubungan pH dengan Parameter Kualitas Air pada Tambak Intensif Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Research*. 4(3): 368-374.
- Suryadi, D. Merdekawati dan U. Januardi. 2021. Produktivitas Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Tambak Intensif di PT. Hasil Nusantara Mandiri Kelurahan Sungai Bulan Kecamatan Singkawang Utara. *NEKTON*.1(2): 104 – 114.
- Su, Y., K. Cui., S. Dong dan M. Wu. 2019. *Mathematical Modeling of the Growth of Chinese Shrimp (Fenneropenaeus chinensis) in High Density Stocking Pond*. *Advances in Computer Science Research*. 91: 6-14.
- Wahyuni, R.S., Rahmi dan Hamsah. 2022. Efektivitas Oksigen Terlarut terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan*. 12(4): 536-543.
- Wilda, N. 2020. Studi kelimpahan zooplankton dengan ketinggian air tambak yang Berbeda di Desa Jangka Alue Bie. Arwana: *Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*. 2(2): 97–102.