

Analisis Faktor-Faktor Produktivitas Usaha Tambak Udang *L.vannamei*: Studi Kasus pada Desa Bumi Pratama Mandira, Kecamatan Sungai Menang, Sumatera Selatan

Raka Respati Priyambodo* dan Rizky Luxianto**

Departemen Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

*Potensi ekonomi yang besar dari industri budidaya perairan Indonesia khususnya pada spesies *L.vannamei* membuat pemilihan metode budidaya yang tepat untuk memaksimalkan tingkat produktivitas menjadi vital. Desa Bumi Pratama Mandira di Kecamatan Sungai Menang, Sumatera Selatan adalah sebuah daerah yang kegiatan utama perekonomiannya berasal dari kegiatan berbudidaya udang *L.vannamei*. Dengan lokasi daerah yang terpencil dan dengan keterbatasan akses yang ada, menyebabkan petambak menghadapi kondisi yang unik dan semakin menambah urgensi pentingnya memilih metode budidaya yang tepat agar mampu memaksimalkan pendapatan. Penelitian ini akan melakukan evaluasi terhadap tiga metode budidaya (Ekstensif, Ekstensif Plus, Semi Intensif) yang umum digunakan oleh petambak udang di daerah tersebut. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan variabel produksi/m², pendapatan/m² dan juga laba/m² dari ketiga metode budidaya menggunakan uji beda rata – rata. Hasil uji beda rata – rata mengindikasikan bahwa meskipun ada perbedaan signifikan untuk variabel produksi/m² dan pendapatan/m², namun tidak terdapat perbedaan untuk variabel laba/m². Sementara itu, Hasil uji regresi menunjukkan hubungan linear positif yang signifikan antara variabel penggunaan pakan, penggunaan obat dan frekuensi penggunaan kincir terhadap tingkat produktivitas, dan hubungan kuadratik antara tingkat densitas bibit dengan tingkat produktivitas dengan titik optimum densitas bibit berada pada 25PL/m².*

Kata Kunci: Manajemen produksi, budidaya perairan, *L.vannamei*

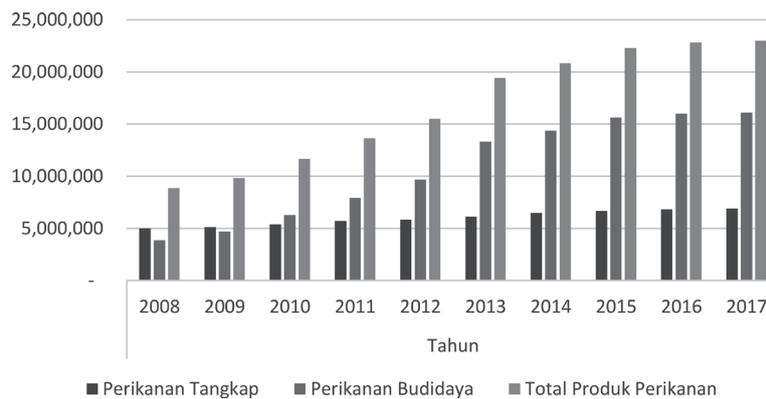
Analysis of Factors Impacting Productivity of *L.vannamei* Shrimp Farmers at Bumi Pratama Mandira, Village, Sungai Menang Region, South Sumatera, Indonesia.

*The large economic potential of Indonesian aquaculture industry, especially in *L.vannamei* species, shows how vital it is to decide the correct aquaculture methods to maximize productivity. Bumi Pratama Mandira Village in Sungai Menang Region, South Sumatra is an area whose main economic activity comes from shrimp farming activity and mostly cultivating *L.vannamei*. The village located in one of the most remote regions in South Sumatra, limiting farmer access and present them with unique conditions for shrimp farming. This uniqueness raising the urgency to select the correct methods to sustain the entire village economic conditions. This study will evaluate three cultivation methods (Extensive, Extensive Plus and Semi Intensive) which are commonly used by shrimp farmers in the area. Evaluation is done by comparing variables which is consisted of production/m², income m² and profit/m² from each of the cultivation methods using the student's or welch t-test. The results of the t-test indicate that although there are significant differences for production/m² and income/m², there is no difference for the profit/m². Meanwhile, the regression test showed a significant positive and linear relationship between the variables of feed usage, drug usage and the frequency of water mill use to the level of productivity, and the quadratic relationship between the level of stocking density with the level of productivity with the optimum point of stocking density at 25PL / m².*

Keywords: Production management, aquaculture, *L.vannamei*

* Alamat email korespondensi: *raka.respati.p@ui.ac.id; **rizky.luxianto71@ui.ac.id

Gambar 1. Produksi Perikanan Indonesia 2008 – 2017 dalam Kilogram.



Sumber: KKP, 2017

PENDAHULUAN

Permintaan terhadap produk – produk perikanan terus meningkat secara teratur, hal ini disebabkan oleh semakin tingginya jumlah populasi dan peningkatan pendapatan secara global. Terlebih lagi, kuantitas yang dapat ditawarkan oleh industri penangkapan ikan mengalami stagnasi atau bahkan mengalami penurunan, budidaya perikanan menjadi sumber utama dari meningkatnya produksi perikanan sejak akhir tahun 1980-an (Tisdell, 2009). Menurut data dari *Food and Agricultural Organization* (FAO), produk dari budidaya perikanan pada tahun 1980 hanya memiliki proporsi sebanyak 6,5% dari total konsumsi produk perikanan di seluruh dunia, sementara itu pada tahun 2016 jumlah itu mencapai angka 46,8% dengan total produksi perikanan sebesar 170,9 juta ton (FAO, 2016:2018).

Sementara itu, di Indonesia sendiri pertumbuhan industri budidaya perikanan bertumbuh pesat. Dalam periode 10 tahun sejak tahun 2007 hingga 2016, jumlah produksi produk perikanan dari proses budidaya bertumbuh hingga hampir mencapai angka 400%. Dari hanya 1,4 juta ton di tahun 2007 hingga 4,95 juta ton di tahun 2016. Bandingkan dengan jumlah produksi industri penangkapan yang cenderung stagnan, pada tahun 2007 sebesar lima juta ton dan 6,5 juta ton di tahun 2016 atau hanya bertumbuh sebesar 30% dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (FAO, 2018). Indonesia, hingga saat ini merupakan produsen produk perikanan kedua terbesar di dunia setelah China untuk industri

penangkapan ikan dan ketiga terbesar di dunia untuk industri budidaya perikanan, di belakang China dan India.

Provinsi Sumatera Selatan merupakan produsen produk budidaya perikanan terbesar di pulau Sumatera, mencakup 33,24% dari total produksi di seluruh Pulau Sumatera (KKP, 2017). Kecamatan Sungai Menang sendiri memiliki kurang-lebih 3.000 petambak udang yang hampir seluruhnya membudidayakan udang jenis *L.vannamei* dengan total produksi dapat mencapai 400 ton setiap bulan. Luas Kecamatan Sungai Menang sendiri adalah 2.478,17 km² dengan jumlah penduduk mencapai 51.710 jiwa (BPS, 2018). Kegiatan budidaya udang sendiri terpusat di Desa Bumi Pratama Mandiri dengan luas area tambak kurang lebih 1500 ha. Sebagian besar dari penduduk Desa Bumi Pratama Mandiri berprofesi sebagai petambak udang. Keadaan ekonomi desa mereka sendiri sangat bergantung kepada tingkat produksi dan keuntungan yang mereka dapatkan.

Lokasi Kecamatan Sungai Menang yang cukup terisolasi, menyebabkan sulitnya ekonomi untuk berkembang disana. Kondisi ekonomi sebagian besar petambak yang kurang mampu menyebabkan banyak petambak yang memilih untuk menggunakan metode tradisional yang lebih rendah biaya operasionalnya dan memiliki tingkat resiko lebih rendah dibandingkan metode yang lebih modern. Hal ini menyebabkan produksi udang di Kecamatan Sungai Menang tidak mengalami perkembangan secara signifikan.

Gambar 2. Lokasi Kecamatan Sungai Menang



Sumber: Google Maps

Lokasi yang cukup terpencil ini juga berdampak pada sulitnya petambak udang untuk mendapatkan barang – barang yang vital dalam proses budidaya udang. Hal ini menyebabkan harga dan biaya produksi mereka cukup tinggi. Di luar hal tersebut, karakteristik rawa – rawa yang mencakup hampir keseluruhan daerah tambak juga mempersulit proses budidaya udang itu sendiri. Sulitnya akses kepada air tawar yang vital pada proses budidaya di beberapa daerah lain menyebabkan mereka terpaksa menggunakan air payau dan melakukan proses budidaya udang yang tidak sepenuhnya mengikuti standar konvensional.

Kondisi yang berbeda itulah yang menjadi permasalahan utama dalam proses budidaya udang di Kecamatan Sungai Menang. Dengan melakukan analisis terhadap faktor – faktor biaya produksi yang ada, diharapkan dapat membantu petambak udang di Kecamatan Sungai Menang untuk meningkatkan efisiensi produksi dan memilih metode yang tepat yang dapat memaksimalkan keuntungan mereka. Tingkat produksi udang yang meningkat secara langsung akan mempengaruhi kondisi ekonomi dan dapat menciptakan kesejahteraan bagi masyarakat.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk membandingkan tiga metode budidaya yang umum digunakan oleh petambak di Desa Bumi Pratama Mandira (Ekstensif, Semi-Intensif, Ekstensif Plus) dan dapat menentukan metode budidaya mana yang memiliki produktivitas lebih tinggi

dan mampu memberikan keuntungan yang terbaik bagi petambak. Selain itu, penelitian juga akan melakukan analisis regresi untuk mengetahui bagaimana faktor – faktor produksi yang ada mempengaruhi tingkat produktivitas petambak di Desa Bumi Pratama Mandira.

KAJIAN PUSTAKA

Budidaya perairan adalah proses pemeliharaan, pembesaran atau produksi di dalam air atau di dalam tempat penampungan air yang dikelola (Meade, 1989). Produk yang dapat dihasilkan antara lain tanaman, serangga, udang-udangan, kerang-kerangan, mutiara, ikan atau apapun yang dapat tumbuh di air (Meade, 1989). FAO menjelaskan lebih lanjut dengan menyebutkan bahwa budidaya perairan berarti terjadinya intervensi dalam proses pembiakan untuk meningkatkan produksi, dalam bentuk pemberian pakan, perlindungan dari pemangsa, dll. (FAO, 2016).

Budidaya perairan dapat dikategorikan berdasarkan lingkungannya, secara garis besar ada tiga tipe lingkungan yang dapat digunakan untuk melakukan budidaya perairan, yaitu: *marine* (Laut), *freshwater* (Air Tawar), dan *brackishwater* (Air Payau) (FAO, 2016). Berdasarkan sistem dan metodenya, budidaya perairan biasanya disebut ekstensif atau intensif dan menggunakan air tetap ataupun air mengalir. Sistem ekstensif, dengan air yang tetap adalah bentuk paling tua dan sederhana dari sistem budidaya perairan (Meade, 1989). Dalam kolam produksi yang lebih intensif, air dialirkan ke

Tabel 1. Perbandingan Metode Budidaya

Spesifikasi	Metode			
	Ekstensif	Semi-Intensif	Intensif	Super Intensif
Pakan	Alami dan Buatan	Buatan	Buatan	Buatan
Kedalaman	80 cm	80-100 cm	>100cm	>200cm
Padat Tebar	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Penggunaan Kincir	Tidak	Ya	Ya	Ya
Pengolahan Limbah	Tidak	Tidak	Ya	Ya, terpusat
Subsistem Budidaya	Tidak	Tidak	Tidak	Ya, terintegrasi

Sumber: KKP,2016

dalam sistem atau terdapat proses aerasi secara rutin, produk dikembangbiakkan dengan tingkat kepadatan yang relatif tinggi di dalam wadah yang dialiri air (Meade, 1989).

Proses intensifikasi adalah sebuah proses untuk meningkatkan muatan metabolisme atau biomassa dalam satu unit aliran air (Meade, 1989). Sistem dengan tingkat intensifikasi tinggi dapat menggunakan teknologi untuk proses oksidasi dan pembuangan *metabolites*. Sistem budidaya memiliki titik *extensive extreme* dengan kolam sederhana tanpa aerasi dan hampir tanpa aliran air atau *intensive extreme* dengan tempat penampungan khusus dengan tingkat penggantian total air dalam volume besar dan frekuensi yang tinggi (Meade, 1989).

Metode budidaya udang di Indonesia sendiri secara garis besar dapat dilihat dalam pedoman umum yang diterbitkan oleh KKP dalam rancangan peraturan menteri di tahun 2016.

Namun ternyata terdapat metode budidaya lain di samping empat metode budidaya yang telah dijelaskan dalam pedoman umum tersebut. Pada nyatanya di lapangan terdapat metode lain yang digunakan dan tidak sepenuhnya mengikuti pedoman umum yang diberikan. Menurut Suwoyo, dalam pelatihan yang diberikan oleh Balai Riset Perikanan Air Payau dan Penyuluhan Perikanan, Kementerian Perikanan pada tahun 2018, salah satu metode tersebut adalah metode Ekstensif Plus. Metode Ekstensif Plus sendiri merupakan metode yang memiliki tingkat teknologi lebih tinggi dibandingkan metode Ekstensif.

Pada penerapannya di lapangan, terutama di Desa Bumi Pratama Mandira, penggunaan

metode Ekstensif Plus adalah menggambarkan metode budidaya udang *L.vannamei* yang menggunakan kincir dan pompa air namun menggunakan tingkatan tebaran bibit udang yang sama dengan metode ekstensif. Hal tersebut menyebabkan metode ini berada tepat di tengah – tengah antara metode Ekstensif dengan Semi Intensif dari tingkat intensifikasinya. Berdasarkan Panduan Praktis Budidaya Udang *Vannamei* yang dikeluarkan oleh PT. Central Proteina Prima dan Unit Kerja Musyawarah Kemitraan Plasma Desa Bumi Pratama Mandira menjelaskan bahwa metode budidaya Ekstensif (Tradisional Plus) memiliki tebaran di bawah 25 ekor bibit udang untuk setiap meter persegi.

Student's t-test model akan digunakan sebagai metode pertama untuk melakukan analisis pada penelitian ini. *Student's t-test model* adalah bentuk uji statistika yang pertama kali diperkenalkan oleh William Gossen pada 1908 untuk membandingkan rata-rata dari sebuah sampel yang berjumlah sedikit dengan rata-rata dari sampel lain ataupun sebuah standar absolut (Hess dan Hess, 2017). *Student's t-test model* akan menunjukkan performa yang buruk ketika sampel yang dibandingkan memiliki tingkat varians yang berbeda, dan akan meningkatnya *Type I* dan *Type II errors* (Zar, 1996). Welch (1947) memperkenalkan bentuk modifikasi yang dilakukan untuk mengakomodasi permasalahan tingkat varians yang berbeda dikenal dengan nama *Welch's test*. Ruxton (2006) berargumen bahwa *Welch's test* sebagai bentuk modifikasi *t-test* jauh lebih tepat digunakan dalam kasus perbedaan tingkat varians pada sample dibandingkan *student's t-test* meskipun ada bukti statistik yang menunjukkan bahwa *student's t-test* cukup mampu mengatasi per-

Tabel 2. Perbandingan metode budidaya

Karakteristik	Metode		
	Ekstensif	Ekstensif Plus	Semi Intensif
Kepadatan	<25 ekor/m ²	<25 ekor/m ²	25-60 ekor/m ²
Kincir	Tidak	Ya	Ya

masalah tersebut jika kedua sampel memiliki observasi lebih dari 30. Metode ini akan digunakan untuk membandingkan produktivitas, pendapatan dan keuntungan yang didapatkan dari masing – masing metode. Uji beda t dapat ditulis secara matematis sebagai berikut.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{s^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (1)$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x}_1)^2 + \sum_{i=1}^{n_2} (x_j - \bar{x}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (2)$$

Pendekatan berikutnya yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah uji regresi menggunakan *ordinary least squares* (OLS). Metode ini akan digunakan untuk mengevaluasi faktor – faktor produksi dan hubungannya dengan tingkat produktivitas petambak. Metode ini akan melakukan estimasi terhadap koefisien pada sebuah fungsi produksi dengan menggunakan data terhadap faktor – faktor masukan produksi baik data mentah ataupun data yang telah diolah terhadap data keluaran produksi (Walker, 1971). Fungsi produksi linear dapat dijelaskan sebagai berikut (Walker, 1971):

$$Q = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_n x_n + e \quad (3)$$

METODE PENELITIAN

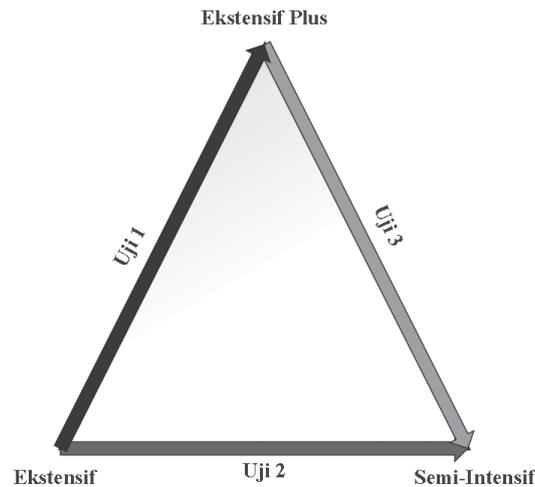
Metode ekstensif sama seperti metode sederhana yang terdapat dalam Rancangan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan tahun 2016 mengenai Pedoman Umum Pembesaran Udang. Meskipun begitu, metode Ekstensif Plus adalah metode yang lebih umum digunakan oleh petambak udang di Kecamatan Sungai Menang yang menggabungkan metode ekstensif dengan metode semi intensif. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa metode Ekstensif Plus yang digunakan oleh petambak

di Desa Bumi Pratama Mandira, Kecamatan Sungai Menang adalah metode budidaya udang yang memiliki tingkatan tebaran yang sama seperti metode Ekstensif namun penggunaan teknologi budidaya (Kincir Air) yang sama dengan metode Semi Intensif. Semi intensif pada *L.vannamei* memiliki *stocking density* sebesar 25PL/m² (Clifford, 1994). Sementara itu, tingkat *stocking density* mulai dari 60 PL/m² dapat dikategorikan sebagai tingkat kepadatan tinggi dan termasuk dalam metode budidaya intensif (FAO, 2004). Selain itu, tingkat kepadatan tebar untuk bibit udang dalam metode Ekstensif Plus adalah <25 PL/m². Salah satu karakteristik dari tambak ekstensif adalah tidak terdapatnya sarana kincir air (Mangampa *et al.*, 2004 dalam Suwoyo, 2018). Jadi perbedaan antara masing – masing metode dapat dilihat dalam tabel 2.

Data pada penelitian ini adalah data primer yang didapat dari hasil observasi kepada petambak udang dan ahli perikanan di Desa Bumi Pratama Mandira, Kecamatan Sungai Menang, Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dan juga data sekunder berupa data biaya faktor produksi dan juga hasil produksi dari kelompok petambak udang di Desa Bumi Pratama Mandiri. Data yang dibutuhkan untuk dapat melaksanakan penelitian ini adalah spesifikasi tambak, perbandingan metode (ekstensif plus dan semi intensif), dan biaya faktor produksi.

Selanjutnya, uji beda akan dilakukan untuk membandingkan tingkat produktivitas, pendapatan dan keuntungan dari masing – masing metode yang ada. Uji beda akan dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu metode Ekstensif terhadap Ekstensif Plus, metode Ekstensif terhadap Semi Intensif dan metode Ekstensif Plus terhadap Semi Intensif. Variabel yang akan dilakukan uji beda mencakup Produksi/m², Pendapatan/m² dan juga Laba/m². Perhitungan matematis untuk uji beda yang pertama adalah sebagai berikut:

Gambar 3 Diagram Uji Beda



$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{s^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (4)$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x}_1)^2 + \sum_{i=1}^{n_2} (x_j - \bar{x}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (5)$$

Dimana:

t = Variabel yang diuji (Produksi/m², Pendapatan/m² dan Laba/m²)

\bar{x}_1 = Rata – rata variabel yang diuji pada metode budidaya Ekstensif

\bar{x}_2 = Rata – rata variabel yang diuji pada metode budidaya Ekstensif Plus

s^2 = Standar deviasi dari kedua kelompok metode budidaya

n_1 = Jumlah sampel pada metode budidaya Ekstensif

n_2 = Jumlah sampel pada metode budidaya Ekstensif Plus

Hipotesis dari uji yang dilakukan adalah:

H_0 : Tidak ada perbedaan pada variabel yang diuji antara petambak dengan metode Ekstensif dan petambak dengan metode Ekstensif Plus.

H_1 : Ada perbedaan pada variabel yang diuji antara petambak dengan metode Ekstensif dan petambak dengan metode Ekstensif Plus.

Uji beda kedua dan ketiga akan mengikuti persamaan dan hipotesis yang sama dengan mengganti masing masing kelompok yang dibandingkan. Untuk memberikan gambaran yang lebih baik, hubungan antara ketiga uji beda tersebut dapat diamati pada gambar 3.

Uji regresi akan dilakukan mengikuti fungsi produksi linear secara matematis dapat dijelaskan sebagai berikut (Walker, 1971):

$$Q = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_n x_n \quad (6)$$

Dengan Q sebagai kuantitas produksi sedangkan x_1, x_2 dan seterusnya sebagai faktor-faktor produksi yang secara langsung mempengaruhi tingkat produksi. Navghan *et al.* (2015) menggunakan model regresi linear dengan kuantitas produksi per hektar sebagai variabel dependen. Sebagai variabel independen, Navghan *et al.* (2015) menggunakan biaya tenaga kerja, biaya pakan, biaya bibit udang, biaya obat, pengalaman dan umur petambak. Pada proses budidaya udang pada petambak udang Kecamatan Sungai Menang, dengan data yang tersedia, fungsi produksi linear dapat diadopsi dan dituliskan sebagai berikut dan untuk selanjutnya akan disebut sebagai model 1:

$$Q = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + e \quad (7)$$

Keterangan:

Q = Tingkat produktivitas udang (kg/m²)

β_0 = Konstanta

- β_1 = Koefisien regresi x_1
 β_2 = Koefisien regresi x_2
 β_3 = Koefisien regresi x_3
 β_4 = Koefisien regresi x_4
 x_1 = Penggunaan pakan (Rp/m²/hari)
 x_2 = Penggunaan obat – obatan (Rp/m²/hari)
 x_3 = Tingkat kepadatan bibit udang (ekor/m²)
 x_4 = *Dummy* variabel untuk frekuensi penggunaan kincir air
 e = *Residual error*

Namun, menurut beberapa penelitian, variabel densitas tidak selalu berpengaruh positif terhadap hasil produksi dari suatu produk budidaya perairan. Chakraborty dan Banerjee (2010) membuktikan bahwa penambahan densitas pada produk perikanan tilapia menyebabkan persentase jumlah bibit yang dapat bertahan hidup hingga proses panen menurun dan *yield* akan sangat ditentukan mengikuti berat rata – rata produk di saat panen. Banyaknya jumlah penelitian yang tidak dapat menjelaskan bahwa ada hubungan yang konsisten antara densitas dengan total produksi dibuktikan kembali oleh Chakraborty dan Banerjee (2012) saat hasil penelitian mereka mengemukakan bahwa naiknya densitas pada titik tertentu justru akan menurunkan hasil akhir produksi. Penelitian lain yang juga menjelaskan tentang efek tingkat kepadatan bibit udang *L.vannamei* adalah milik Sookying *et al.* (2011) yang menemukan bahwa persentase bibit yang mampu bertahan hidup ternyata tidak konsisten memiliki hubungan yang linear ketika densitas naik, dalam penelitian tersebut juga ditemukan bahwa tidak ada bukti bahwa *survival rate* terpengaruh negatif ataupun positif terhadap densitas dan meskipun rata – rata hasil akhir mengalami kenaikan, tetapi standar deviasi juga berubah dan penyeimbangannya semakin besar seiring dengan naiknya densitas. Williams *et al.* (1996) menjelaskan bahwa rata – rata berat badan udang *L.vannamei* hasil budidaya secara signifikan menurun seiring dengan naiknya tingkat kepadatan, tidak hanya itu, penelitian tersebut juga mengemukakan tingkat persentase keberhasilan hidup juga menurun ketika tingkat kepadatan naik. Meskipun begitu, Williams *et al.* (1996)

juga menjelaskan bahwa efek tingkat kepadatan kepada hasil akhir produksi tidak digambarkan secara linear tetapi secara *curvilinear* dengan tingkat kemiringan yang terus turun bersamaan dengan naiknya densitas. Dikarenakan oleh latar belakang beberapa penelitian terdahulu, peneliti memiliki dugaan bahwa ada kemungkinan variabel tingkat kepadatan tebar (densitas) memiliki hubungan yang tidak linear, namun kuadrat dengan tingkat produktivitas. Didasarkan dari dugaan tersebut, peneliti juga akan melakukan uji regresi terhadap model fungsi produksi linear yang sudah dimodifikasi dengan menambahkan variabel *Densitas*² untuk membuktikan dugaan tersebut. Model ini untuk selanjutnya akan disebut sebagai model 2 dan bertujuan untuk melihat dan menjelaskan dengan lebih baik pengaruh variabel densitas. Model yang telah di modifikasi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Q = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + e \quad (8)$$

Keterangan:

Q = Tingkat produksi udang (kg/m²)

β_0 = Konstanta

β_1 = Koefisien regresi x_1

β_2 = Koefisien regresi x_2

β_3 = Koefisien regresi x_3

β_4 = Koefisien regresi x_4

β_5 = Koefisien regresi x_5

x_1 = Penggunaan pakan (Rp/m²/hari)

x_2 = Penggunaan obat – obatan (Rp/m²/hari)

x_3 = Tingkat kepadatan bibit udang (ekor/m²)

x_4 = Tingkat kepadatan bibit udang kuadrat ((ekor/m²)²)

x_5 = *Dummy* variabel untuk frekuensi penggunaan kincir air

e = *Residual error*

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.

ANALISIS DAN TEMUAN

Jumlah observasi keseluruhan sebesar 638 petambak udang. Dengan tujuh variabel yang akan

Tabel 3. Tabel Operasionalisasi Variabel

Nama	Variabel	Definisi	Satuan
<i>Produksi/m²</i>	Tingkat produksi, dependen	Tingkat produksi dalam satuan kilogram setelah melalui satu siklus budidaya	Kilogram / meter ²
<i>PakanUsage</i>	Tingkat pemberian pakan, independen	Rata- rata Rupiah yang dikeluarkan setiap harinya untuk memberi pakan hingga proses panen	Rupiah / hari/ meter ²
<i>ObatUsage</i>	Tingkat pemberian obat, independen	Rata – rata rupiah untuk keluar bata aja	Rupiah/hari/meter ²
<i>Densitas</i>	Tingkat kepadatan bibit di tambak, independen	Seberapa banyak bibit udang yang ditebar dalam tambak saat awal proses budidaya.	Ekor / m ²
<i>Densitas²</i>	Fungsi kuadrat dari tingkat kepadatan bibit di tambak, independen	Fungsi kuadrat dari seberapa banyak bibit udang yang ditebar dalam tambak saat awal proses budidaya.	(Ekor / m ²) ²
<i>KincirFreq</i>	Tingkat penggunaan kincir air, independen	Tinggi rendahnya penggunaan kincir air.	Dummy, 0=frekuensi rendah, 1=frekuensi tinggi
<i>Pendapatan/m²</i>	Nilai pendapatan dalam rupiah	Pendapatan dalam rupiah yang didapatkan setelah satu siklus budidaya	Rupiah/m ²
<i>Laba/m²</i>	Nilai keuntungan dalam rupiah	Keuntungan dalam rupiah yang didapatkan setelah satu siklus budidaya	Rupiah/m ²

Tabel 4. Statistik deskriptif untuk setiap variabel

Variabel	Jumlah	Rata - rata	Standar deviasi	Nilai minimum	Nilai Maksimum
<i>Produksi/m² (kg/m²)</i>	638	0,14279	0,06163	0,002294	0,3718
<i>Pendapatan/m² (Rp/m²)</i>	638	7885,23100	4220,81270	55,800000	22510,1000
<i>Laba/m² (Rp/m²)</i>	638	3760,67270	3468,36350	-5907,933400	15666,0514
<i>PakanUsage (Rp/m²/hari)</i>	638	41,49740	17,25820	4,940000	126,3500
<i>ObatUsage (Rp/m²/hari)</i>	638	3,90640	4,01480	0,000000	60,1500
<i>Densitas (ekor/m²)</i>	638	18,18020	6,61030	8,013800	49,2336
<i>KincirFreq (dummy)</i>	638	0,50	0,50	0	1

Tabel 5. Statistik deskriptif untuk setiap metode

Variabel	Metode	N	Rata - rata	Standar deviasi
Produksi/m ²	Ekstensif	81	0,1167	0,0555
	Ekstensif Plus	478	0,1379	0,5402
	Semi Intensif	79	0,1991	0,0771
Laba/m ²	Ekstensif	81	3555,5934	3509,1555
	Ekstensif Plus	478	3720,9824	3229,2731
	Semi Intensif	79	4211,0950	4645,4358
Pendapatan/m ²	Ekstensif	81	6657,7710	3980,6079
	Ekstensif Plus	478	7620,1210	3821,4593
	Semi Intensif	79	10747,8490	5444,1230

digunakan dalam melakukan uji statistik. Data tersebut dapat diringkas dalam tabel 4 tentang statistik deskriptif.

Lalu, statistik deskriptif untuk masing – masing metode dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Dari hasil uji beda pertama dapat dilihat bahwa diantara metode Ekstensif dengan Ekstensif Plus terdapat perbedaan signifikan pada variabel *Produksi/m²* (nilai *p-value* 0,001 < 0,05) dan *Pendapatan/m²* (nilai *p-value* 0,038 < 0,05). Nilai t dan beda rata – rata yang negatif menunjukkan bahwa kelompok kedua (dalam hal ini metode Ekstensif Plus) memiliki nilai rata – rata yang lebih tinggi dibandingkan den-

gan metode Ekstensif untuk variabel *Produksi/m²* dan *Pendapatan/m²*. Meskipun begitu, hasil yang berbeda ditunjukkan pada variabel *Laba/m²*. Pada variabel ini nilai *p-value* sebesar 0,674 yang lebih besar jika dibandingkan dengan 0,05 berarti tidak terdapat perbedaan signifikan dalam variabel *Laba/m²*.

Hasil analisis uji beda kedua antara metode Ekstensif dengan Semi Intensif menunjukkan hasil yang kurang lebih serupa dengan uji beda antara Ekstensif dengan Ekstensif Plus. Variabel *Produksi/m²* dengan nilai *p-value* 0,000 lebih kecil dibandingkan 0,05 sehingga H_0 dapat ditolak dan dapat disimpulkan bahwa variabel *Produksi/m²* berbeda di antara kedua kelom-

Tabel 6. *Independent t-test* untuk Ekstensif dengan Ekstensif Plus

Variabel	t	Df	Beda rata - rata	Sig
Produksi/m ²	-3,253	557	-0,0212	0,001
Laba/m ²	-0,421	557	-165,3890	0,674
Pendapatan/m ²	-2,083	557	-962,3493	0,038

Tabel 7. Uji beda *Welch* untuk Ekstensif dan Semi Intensif

Variabel	t	df	Beda rata - rata	Sig
Produksi/m ²	-7,743	141,554	-0,0824	0,000
Laba/m ²	-1,005	145,146	-655,5016	0,316
Pendapatan/m ²	-5,414	142,716	-4090,0770	0,000

Tabel 8. Uji beda *Welch* untuk Ekstensif Plus dan Semi Intensif.

Variabel	t	df	Beda rata - rata	Sig
Produksi/m ²	-6,786	91,080	-0,6119	0,000
Laba/m ²	-0,902	90,862	-490,1126	0,369
Pendapatan/m ²	-4,910	91,122	-3127,7277	0,000

Tabel 9. Hasil uji regresi model 1 terhadap variabel dependen *Produksi/m²*

Variabel	Beta	Sig
<i>PakanUsage</i>	0,002034	0,000*
<i>ObatUsage</i>	0,001735	0,049**
<i>Densitas</i>	0,004342	0,396
<i>KincirFreq</i>	0,006874	0,075***
<i>_Cons</i>	0,039830	0,000*

pok. Hal yang sama juga terjadi pada variabel *Pendapatan/m²* yang juga memiliki nilai *p-value* 0,000 dan lebih kecil dari 0,05 pada tingkat kepercayaan 95% dan dapat disimpulkan terdapat perbedaan signifikan di antara kedua kelompok yang diuji. Pada variabel *Laba/m²*, nilai signifikansi sebesar 0,316 lebih besar dibandingkan dengan 0,05 pada tingkat kepercayaan 95%. Dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan di antara kedua kelompok pada variabel *Laba/m²*.

Dari hasil uji beda, dengan tingkat kepercayaan 95%, variabel *Produksi/m²* dan *Pendapatan/m²* memiliki perbedaan yang signifikan dikarenakan nilai *p-value* 0,000 lebih kecil dibandingkan 0,05. Nilai negatif beda rata – rata dapat diartikan bahwa kelompok kedua (Semi Intensif) memiliki nilai rata – rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan Ekstensif Plus baik pada variabel *Produksi/m²* ataupun pada *Pendapatan/m²*. Variabel *Laba/m²* tidak memiliki perbedaan yang signifikan di antara kedua kelompok yang diuji. Nilai *p-value* sebesar 0,369 menyebabkan H_0 tidak dapat ditolak dikarenakan leb-

ih besar dibandingkan tingkat signifikansi 0,05 pada tingkat kepercayaan 95%.

Selanjutnya akan dilakukan uji regresi pada model produksi linear untuk melihat hubungan faktor – faktor produksi terhadap produktivitas petambak.

Dari hasil uji regresi model 1, dapat dilihat pengaruh setiap variabel independen terhadap variabel dependen (tingkat produksi). Pada tabel 9 menjelaskan hasil estimasi dari tingkat produksi per m² sebagai variabel independen menggunakan metode OLS dan “*, **, ***” menggambarkan tingkat signifikansi 1%, 5% dan 10% secara berurut. Nilai *p-value* dari variabel *PakanUsage* 0,000 lebih kecil dari *significance level* pada tingkat kepercayaan 99% sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel ini mempengaruhi tingkat produksi dengan nilai koefisien 0,002034. Selanjutnya variabel *ObatUsage* memiliki nilai *p-value* 0,049 yang berarti signifikan dalam tingkat kepercayaan 95%, koefisien dari variabel ini adalah 0,001735. Variabel *KincirFreq* juga terbukti berpengaruh terhadap

Tabel 10. Hasil uji regresi model 2 terhadap variabel dependen *Produksi/m²*

Variabel	Beta	Sig
<i>PakanUsage</i>	0,001966	0,000*
<i>ObatUsage</i>	0,002097	0,005*
<i>Densitas</i>	0,004370	0,025**
<i>Densitas²</i>	-0,000088	0,071***
<i>KincirFreq</i>	0,008665	0,021**
<i>constant</i>	0,002110	0,900

tingkat produksi dalam tingkat kepercayaan 90% dengan *p-value* 0,075 dan koefisien sebesar 0,006874. Sementara itu variabel *Densitas* tidak terbukti berpengaruh secara linear terhadap tingkat produksi dengan nilai *p-value* sebesar 0,396. Model yang dilakukan uji regresi memiliki nilai R^2 sebesar 0,4035, yang berarti model yang dihasilkan mampu menjelaskan secara tepat 40,35% dari data yang ada. Hasil uji regresi dari model pertama dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$Q = 0,0039830 + 0,002034x_1 + 0,002034x_2 + 0,004342x_3 - 0,006874x_4 + e \quad (9)$$

Berangkat dari fakta bahwa variabel *Densitas* secara statistik tidak terbukti mempengaruhi tingkat produksi, peneliti melakukan pengujian terhadap klaim dari beberapa hasil penelitian sebelumnya yang tidak berhasil menemukan hubungan linear antara *stocking density* dengan tingkat produksi. Salah satu argumen yang banyak diajukan adalah *stocking density* memiliki hubungan *curvilinear* atau kuadratik terhadap tingkat produksi. Model kedua yang akan diuji akan memasukkan variabel *Densitas²* yang merupakan fungsi kuadrat dari variabel *Densitas* yang diharapkan dapat menjelaskan hubungan *stocking density* dengan tingkat produksi. Hasil dari uji regresi model kedua terhadap variabel dependen *Produksi/m²* dapat dilihat di table 10. Berdasarkan hasil uji regresi, penggunaan pakan akan mempengaruhi hasil produksi secara signifikan dengan tingkat kepercayaan 99% dan koefisien 0,0019. Penggunaan Obat akan mempengaruhi hasil produksi secara signifikan dengan tingkat kepercayaan 95% dan koefisien 0,0020.

Frekuensi penggunaan kincir juga mempengaruhi tingkat produksi pada tingkat keper-

cayaan 95% dengan nilai *p-value* 0,021 dan nilai koefisien 0,0086. *Densitas* atau tingkat kepadatan bibit udang mempengaruhi tingkat produksi dengan nilai *p-value* 0,025 dan lebih kecil dari tingkat signifikan pada tingkat kepercayaan 95%. Variabel *Densitas 2* dapat dibuktikan secara statistik mempengaruhi tingkat produksi dengan nilai *p-value* 0,071 pada tingkat kepercayaan 90%, namun hal ini menjelaskan bahwa tingkat *stocking density* memiliki hubungan kuadratik dengan tingkat produksi. Lalu konstanta yang didapat dari hasil uji regresi OLS adalah 0,0021. Terlebih lagi, nilai koefisien variabel *Densitas* yang positif dan variabel *Densitas²* yang negatif dapat dijelaskan bahwa grafik hubungan *stocking density* berbentuk kurva yang terbuka menghadap ke bawah dan memiliki titik puncak optimum. Nilai R^2 dari hasil uji model kedua adalah 0,4143, atau berarti model mampu menjelaskan data yang ada sebesar 41,43%. Hasil ini lebih baik dibandingkan dengan model 1 sebelum diadakan modifikasi menggunakan variabel *Densitas²*. Persamaan matematis dari model fungsi produksi linear dengan menggunakan lima variabel independen adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,00211 + 0,001966x_1 + 0,002097x_2 + 0,00437x_3 - 0,000088x_4 + 0,008665x_5 + e \quad (10)$$

Dikarenakan fungsi variabel *Densitas²* terbukti memiliki hubungan kuadratik dengan tingkat produksi, maka titik optimum tingkat kepadatan (*stocking density*) dari petambak udang di Desa Bumi Pratama Mandira dapat dikalkulasikan dan dirumuskan secara matematis seperti di bawah ini:

$$Y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4(x_3)^2 + \beta_5x_5 + e \quad (11)$$

$$\frac{dx_3}{dy} = \beta_3 - 2\beta_4 x_3 = 0 \quad (12)$$

$$2\beta_4 x_3 = \beta_3 \quad (13)$$

$$x_3 = \frac{\beta_3}{2\beta_4} \quad (14)$$

Dengan melakukan substitusi nilai β_3 dan β_4 yang sudah diperoleh sebelumnya, maka nilai optimum untuk x_3 adalah:

$$x_3 = \frac{0,00437}{2(0,000088)} = 24,83 \quad (15)$$

Dengan melakukan pembulatan, maka tingkat *stocking density* yang optimal agar dapat memaksimalkan tingkat produksi untuk petambak di Desa Bumi Pratama Mandira adalah 25 ekor/m².

DISKUSI DAN PEMBAHASAN

Tinjauan literatur yang kami lakukan menunjukkan bahwa perbedaan metode budidaya udang akan mempengaruhi hasil akhir budidaya udang secara signifikan. Namun, faktor – faktor yang mempengaruhi tingkat produktivitas yang diamati pada penelitian tersebut cukup beragam dikarenakan perbedaan metode penelitian dan lokasi penelitian yang memiliki karakteristik berbeda. Hasil penelitian ini mendukung penelitian – penelitian sebelumnya mengenai beberapa faktor – faktor produksi yang mempengaruhi tingkat produktivitas dari proses budidaya udang. Faktor yang berdasarkan penelitian kami berpengaruh secara signifikan adalah jumlah pakan, obat – obatan, tingkat kepadatan (densitas) tebar bibit dan biaya BBM yang dikeluarkan untuk mengoperasikan kincir air pada tambak. Selain itu, kami berhasil membuktikan bahwa faktor tingkat kepadatan (densitas) tebar bibit memiliki fungsi kuadratik, hal ini berarti bahwa ada titik optimal pada faktor tersebut agar dapat memaksimalkan tingkat produktivitas. Selanjutnya kami berhasil membuktikan, bahwa tingkat optimal untuk faktor tingkat kepadatan (densitas) tebar bibit adalah sebesar 25 ekor/m².

Selanjutnya, penelitian kami juga mendukung penelitian lain bahwa metode budidaya yang lebih terdepan (Semi-Intensif) memiliki tingkat produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode budidaya yang lebih sederhana (Ekstensif dan Ekstensif Plus). Namun, meskipun tingkat produktivitas yang lebih tinggi, keuntungan yang diterima oleh petambak tidaklah memiliki perbedaan yang signifikan. Tingginya biaya tambahan yang harus dikeluarkan oleh petambak untuk melakukan metode budidaya yang lebih terdepan ternyata tidak sebanding dengan peningkatan pendapatan yang diterima.

Kondisi lokasi penelitian yang cukup terpencil dan sulitnya akses menuju lokasi juga turut andil dalam tingginya biaya produksi yang harus dikeluarkan petambak. Lebih lanjut lagi bahwa penggunaan metode Semi Intensif membutuhkan keahlian yang lebih tinggi dan fasilitas yang lebih baik dibandingkan kedua metode lainnya jika ingin memaksimalkan hasil produksi. Jika ingin menggunakan metode tersebut, Petambak di Desa Bumi Pratama Mandira perlu melakukan pelatihan dan membangun sarana dan prasarana yang lebih baik agar mampu menurunkan biaya produksi dan meningkatkan pendapatan mereka.

Penelitian ini tentunya memiliki banyak keterbatasan, salah satunya adalah bahwa penelitian ini hanya menggunakan metode statistika dalam prosesnya, tanpa melakukan pengamatan terhadap faktor – faktor teknis seperti kualitas air, kualitas bibit udang, kemungkinan penyakit yang timbul atau faktor – faktor lain yang masuk ke dalam ranah biologis maupun kimia dari budidaya perairan. Data yang berhasil didapatkan juga tidak dapat secara seutuhnya menggambarkan kondisi yang terjadi di lapangan, perbedaan perlakuan budidaya pada setiap petambak menyebabkan tidak adanya standar yang rinci dan pasti dalam proses budidaya di Desa Bumi Pratama Mandira. Data yang digunakan juga merupakan data selama 2 (dua) bulan dan bukan sepanjang tahun, meskipun data tersebut telah memperhitungkan pengaruh musim dengan menggunakan 1 (satu) bulan data pada

saat musim kemarau dan 1 (satu) bulan data saat musim penghujan, namun kurangnya ketersediaan data tersebut mampu mempengaruhi tingkat akurasi penelitian.

Dalam penelitian berikutnya sebaiknya juga dikaji melalui kacamata biologis dan bukan hanya ekonomi dan manajerial. Dimasukkannya faktor – faktor teknis ke dalam model penelitian tentunya akan menambah akurasi dari model dan dapat menangkap gambaran kondisi nyata dengan lebih baik lagi. Selain itu, data yang lebih akurat juga dibutuhkan agar mampu menjelaskan faktor – faktor dan perlakuan petambak selama proses budidaya dengan lebih baik. Lokasi penelitian juga dapat dipindahkan sehingga dapat dilakukan perbandingan dengan proses budidaya *L.vannamei* di daerah lain. Bagaimana keuntungan yang diterima dari budidaya udang dengan sektor pertanian dan peternakan lain juga dapat menjadi bahasan menarik kedepannya.

Melihat bagaimana saat ini sedang tumbuh minat mengenai pembahasan akan dampak proses budidaya perikanan terhadap lingkungan sekitar, penelitian ke depannya dapat dikembangkan menuju arah tersebut. Alangkah baiknya jika penelitian juga dapat mengemukakan kemampuan apa saja yang harus dimiliki oleh petambak udang agar mampu meningkatkan produktivitas mereka dengan tetap menjaga kelestarian lingkungan di sekitar.

KESIMPULAN

Penelitian ini dapat bermanfaat bagi komunitas petambak di Desa Bumi Pratama Mandira, dan dijadikan sebagai masukan untuk meningkat-

kan efektivitas dan efisiensi proses budidaya udang ke depannya. Beberapa hal yang patut diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan metode budidaya Semi Intensif belum tepat diterapkan oleh petambak di Desa Bumi Pratama Mandira. Alasannya adalah tidak terdapatnya bukti bahwa ada perbedaan pada keuntungan yang diterima petambak yang menggunakan metode Semi Intensif dengan kedua metode lainnya. Menurut penelitian, hasil terbaik akan didapatkan petambak jika menggunakan metode Ekstensif Plus yang memiliki tingkat kepadatan bibit saat tebar lebih rendah dibandingkan dengan metode Semi Intensif.
2. Faktor – faktor produksi yang berpengaruh signifikan adalah Tingkat penggunaan pakan, tingkat penggunaan obat, penggunaan kincir air dan juga tingkat kepadatan (densitas) tebar bibit. Petambak perlu lebih memperhatikan faktor – faktor tersebut ke depannya.
3. Tingkat kepadatan (densitas) tebar bibit yang optimal adalah sebanyak 25ekor/m², sebaiknya petambak tidak melebihi jumlah tersebut jika ingin memaksimalkan tingkat produktivitas dan pendapatan.
4. Penggunaan metode Semi Intensif membutuhkan keahlian yang lebih tinggi dan fasilitas yang lebih baik dibandingkan kedua metode lainnya jika ingin memaksimalkan hasil produksi. Jika ingin menggunakan metode tersebut, Petambak di Desa Bumi Pratama Mandira perlu melakukan pelatihan dan membangun sarana dan prasarana yang lebih baik agar mampu mendapatkan keuntungan yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Ogan Komering Ilir. (2018). *Kecamatan Sungai Menang Dalam Angka*. Ogan Komering Ilir: Badan Pusat Statistik.
- Chakraborty, S., & Banerjee, S. (2010). Effect of Stocking Density on Monosex Nile Tilapia Growth during Pond Culture in India. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 44, 1521—1534
- Chakraborty, S., & Banerjee, S. (2012). Comparative growth performance of mixed-sex and monosex Nile tilapia at various stocking densities during cage culture. *Recent Research in Science and Technology*, 4(11), 46-50.

- Clifford, H. C. (1994). Semi-intensive sensation-A case study in marine shrimp pond management. *Journal of World Aquaculture Society*, 25, 6-6.
- Clifford, H.C. 1994. Management of ponds stocked with Blue Shrimp *Litopenaeus stylirostris*. In Print, Proceedings of the 1st Latin American Congress on Shrimp Culture, Panama City, Panama
- FAO. (2016). *The State of World Fisheries and Aquaculture in Brief*.
- FAO yearbook. (2018). *Fishery and Aquaculture Statistics 2016*. Roma, Italia.
- Hess, A., & Hess, J. (2017). *One- and two-sample t tests*. *Transfusion*, 57(10), 2319-2320. doi: 10.1111/trf.14277
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2012). *Budidaya Udang Vannamei (litopenaeus vannamei) Pola Tradisional Plus*. Jakarta (ID): Jurnal Kelautan dan Perikanan.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2016) *Rancangan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia tentang Pedoman Umum Pembesaran Udang*. Jakarta.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2018). *Data Volume Produksi Perikanan Budidaya Pembesaran Per Provinsi Per Jenis Pembesaran tahun 2017*. Jakarta.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2018). *Data Time-series Volume Produksi Perikanan Nasional Periode 2014 hingga 2017*. Jakarta.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2018). *Satu Data KKP*. Diambil dari https://satudata.kkp.go.id/dashboard_produksi
- Koperasi Petambak Pratama Mandira. (2019). *Rekap Data Biaya Operasional dan Pendapatan Petambak*. Sungai Menang.
- Meade, J. (1989). *Aquaculture Management*. New York: Van Nostrand Reinhold
- Navghan, M., Prakesh, S., Kumar, N., Gadkar, D., & Yunus, S. (2015). *Economics of shrimp aquaculture and factors associated with shrimp aquaculture in Navsari District of Gujarat, India*.
- Ruxton, G. (2006). The unequal variance t-test is an underused alternative to Student's t test and the Mann-Whitney U test. *Behavioral Ecology*, 17(4), 688-690. doi: 10.1093/beheco/ark016
- Sookying, D., Davis, D., & Soller Dias da Silva, F. (2013). *A review of the development and application of soybean-based diets for Pacific white shrimp Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 19(4), 441-448. doi: 10.1111/anu.12050
- Tisdell, C. A. (2009). The economics of fish biodiversity: linkages between aquaculture and fisheries - some perspectives dalam *Conserving and valuing ecosystem services and biodiversity*. Ninan, K.N. (Eds.). London, U.K. and Sterling, VA, U.S.A: Earthscan.47-57.
- Welch, B. (1947). The Generalization Of 'Student's' Problem When Several Different Population Variances Are Involved. *Biometrika*, 34(1-2), 28-35. doi: 10.1093/biomet/34.1-2.28
- Walker, D. (1971). The Estimation Of Linear Production Functions Having Multicollinear Inputs. *Decision Sciences*, 2(4), 448-459. doi: 10.1111/j.1540-5915.1971.tb00894.x
- Williams, A.S., Davis, D.A., Arnold, C.R., 1996. Density-dependent growth and survival of *Penaeus setiferus* and *Penaeus vannamei* in a semi-closed recirculating system. *Journal of the World Aquaculture Society*, 27, 107-112.
- Zar, J.H. (1996) *Biostatistical Analysis* Prentice-Hall, Eryelwood Cliffs, N.J.