

EKSTERNALITAS PRODUKSI KERAMBA JARING APUNG WADUK JATILUHUR

Rismutia Hayu Deswati¹ dan Vid Adrison²

1. Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Indonesia

2. Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Indonesia

Email : rismutia.hd@gmail.com

Abstract

In the system of floating net cage aquaculture consists of several subsystems which one is the production process subsystem in which there are feeding activities. The purpose of this study was to analyze the effect of feeding externalities on the productivity of KJA. The research was conducted in Jatiluhur Reservoir in August-October 2018. Data collection was conducted primarily with respondents totaling 502 farmers. Data analysis was carried out quantitatively using regression and qualitative equations using perception analysis. The results of the estimation show that the feed externalities in the form of inedible feed spillover have a positive impact on KJA aquaculture. Furthermore, from the perceptual analysis, respondents agreed that if the control was held by limiting the number of KJA ownership for each person, but not by controlling the KJA until it was exhausted so as not to arise negative externalities directly from feeding. Recommendations that can be recommended will be continued enforcement and restrictions on the number of KJA accompanied by an increase in active supervision so that illegal KJA development does not occur.

Keyword : externality, fish fed, floating net cage

JEL Classification : D62, D84

1. PENDAHULUAN

Istilah eksternalitas sering diartikan sebagai dampak yang ditimbulkan dari suatu kegiatan bagi pihak lain baik secara langsung maupun tidak langsung. Eksternalitas muncul sebagai salah satu bentuk kegagalan pasar yang terjadi akibat adanya agen-agen yang berada dalam suatu pasar tidak dapat melakukan alokasi sumber daya secara efisien. Oleh karena itu eksternalitas bisa juga diartikan sebagai ketidakseimbangan dan ketidaksengajaan baik berupa keuntungan maupun kerugian yang diterima pihak tertentu akibat dari kegiatan pihak lain (Dahlman, 1979; Daly & Farley, 2010; Subasinghe, Soto, & Jia, 2009).

Eksternalitas terdapat dalam berbagai tipe dan bisa terjadi di semua sektor termasuk di dalamnya sektor primer yang biasanya dikenal dengan sebutan eksternalitas lingkungan. Eksternalitas lingkungan disebut eksternalitas khusus terjadi akibat adanya ke-

giatan produksi ataupun konsumsi yang berdampak positif (memberikan keuntungan) maupun negatif (memberikan kerugian) tanpa dikenakan kompensasi dari pihak manapun. Eksternalitas lingkungan yang bersifat negatif terlihat lebih dominan dan terutama sering terjadi pada proses produksi yang dikenal dengan istilah biaya eksternal, biasanya lebih berdampak pada masyarakat umum bukan pada pelaku-pelaku yang terkait di dalamnya (Becker, Soloveitchik, & Olshansky, 2011; Ding, He, & Deng, 2014; Larkin, Huffaker, & Clouser, 2013; Ryan, Holland, & Herrera, 2014). Salah satu contoh eksternalitas lingkungan negatif pada sektor primer terlihat pada sektor perikanan, baik itu perikanan tangkap maupun perikanan budidaya. Perikanan budidaya menjadi sub sektor yang paling sering terlihat bentuk eksternalitasnya karena berhubungan dengan penggunaan sumberdaya bersama.

Perikanan budidaya terbagi menjadi budidaya laut dan budidaya darat yang masing-masing memiliki ciri khas tersendiri. Sistem budidaya terdiri atas beberapa subsistem yang saling terkait yaitu subsistem pengadaan sarana dan prasarana budidaya, subsistem proses produksi, subsistem pasca produksi serta subsistem pendukung. Subsistem proses produksi merupakan salah satu sub sistem yang didalamnya terdapat berbagai aktivitas dari Persiapan hingga pemanenan, dan proses pemberian pakan termasuk di dalamnya.

Terkait dengan aktivitas pemberian pakan, beberapa studi terdahulu menunjukkan bahwa aktivitas ini menimbulkan eksternalitas baik positif maupun negatif. Ozgul & Angel (2013) melakukan pengamatan pada proses pemberian pakan yang dilakukan di usaha budidaya laut dengan keramba jaring apung (KJA) dimana hasilnya menunjukkan bahwa pakan yang tidak termakan oleh ikan akan lepas ke perairan bebas yang akhirnya menarik ikan liar untuk mendekat ke KJA sehingga bisa menjadi pendapatan sampingan bagi pembudidaya dan juga peningkatan produksi bagi nelayan sekitar KJA. Namun kondisi sebaliknya terjadi pada budidaya di perairan umum daratan, dimana pakan ikan yang tidak termakan justru menimbulkan eksternalitas negatif karena didukung dengan kondisi arus yang tenang maka sisa pakan tersebut jatuh ke dasar perairan dan mengendap sehingga saat ada kondisi *upwelling* (adanya arus balik yang dipicu oleh perubahan suhu air) akan terbawa ke permukaan dan bisa meracuni ikan-ikan di KJA (Koeshendrajana, Wijaya, Priyatna, Martosuyono, & Sukimin, 2007).

Di Indonesia budidaya ikan dilakukan di perairan umum daratan seperti waduk, sungai, rawa dan bendungan menggunakan jaring yang dipasang menggantung di permukaan air atau

yang dikenal dengan istilah keramba jaring apung. Budidaya ikan tersebut pada awalnya merupakan salah satu bentuk kompensasi dari pemerintah daerah setempat atau pengelola waduk bagi warga sekitar yang lahannya digunakan untuk pembangunan waduk.

Waduk Djuanda atau yang dikenal dengan nama Waduk Jatiluhur merupakan bendungan seluas 8,3 hektar yang terletak di Kabupaten Purwakarta dan menjadi pionir waduk serbaguna di Indonesia. Fungsi waduk tersebut selain sebagai pembangkit tenaga listrik dan pemasok air juga digunakan sebagai sarana budidaya ikan air tawar. Tingginya jumlah KJA yang ada di Waduk Jatiluhur memberikan *double effect* baik bagi masyarakat sekitar waduk maupun pemerintah setempat. Produksi perikanan budidaya Kabupaten Purwakarta yang mencapai 94,5 ribu ton hanya dari budidaya KJA sehingga memposisikan kabupaten tersebut sebagai daerah dengan produksi budidaya tertinggi di Jawa Barat menjadi bukti dampak positif dari adanya KJA. Namun di sisi lain semakin banyaknya KJA menurunkan kualitas air karena tingginya kandungan fosfor dan nitrat dalam pakan yang terbuang membentuk sedimentasi di dasar perairan.

Teori dan studi empiris menunjukkan bahwa adanya limbah dari usaha budidaya keramba jaring apung berupa sisa pakan yang mengendap telah menurunkan kualitas air di perairan umum daratan. Di satu sisi pakan ikan memberikan nutrient bagi pertumbuhan ikan namun di sisi lain menjadi sumber utama polutan dari sistem budidaya (Millamena, Relicado, & Felicitas, 2002). Dengan adanya endapan tersebut maka saat terdapat kejadian *upwelling* akan membawa endapan yang mengandung nitrogen dan fosfor tersebut ke permukaan dan menyebabkan kematian ikan secara masif. Seperti yang disampaikan oleh Harsono (2012) bahwa budidaya ikan secara intensif di-

samping memberikan manfaat potensial juga menimbulkan biaya bagi masyarakat dan lingkungan di sekitarnya, berupa limbah pakan dan hasil metabolisme ikan yang akan memberikan kontribusi terhadap pencemaran perairan waduk.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis eksternalitas dari sisa pakan yang tidak termakan pada saat proses pemberian pakan terhadap produksi budidaya ikan dengan keramba jaring apung di Waduk Jatiluhur. Apakah eksternalitas yang timbul tersebut bersifat positif atau negatif bagi produksi ikan.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

Eksternalitas Perikanan

Eksternalitas dapat terjadi pada semua aktivitas ekonomi namun yang sering terlihat secara kasat mata terdapat pada sektor primer yang biasa dikenal dengan eksternalitas lingkungan. Studi oleh Eidelweina, SartoriPirana, Rodrigues, Lacerda, & Piran (2018) juga mendefinisikan eksternalitas sebagai salah satu bentuk kegagalan pasar yang muncul karena adanya perbedaan antara biaya sosial dan biaya pribadi. Studi tersebut menunjukkan bahwa salah satu cara untuk mengatasi eksternalitas lingkungan yang muncul akibat aktivitas suatu perusahaan bisa dengan cara menginternalisasi laporan keuangan.

Agnello & Donnelley (1976) dalam penelitiannya menyatakan bahwa eksternalitas sangat mungkin terjadi pada jenis perikanan perairan umum dimana tidak adanya hak milik dari sebuah perairan atau laut termasuk sumberdaya didalamnya sehingga pada saat proses penangkapan ikan hingga panen hasil tangkapan yang dilakukan secara bersamaan bisa menimbulkan eksternalitas. Eksternalitas yang muncul yaitu berupa penambahan stok, rusaknya kapal penangkap dan bergantinya jenis jala yang digunakan sehingga menye-

babkan berubahnya jenis populasi ikan yang tertangkap juga bisa meningkatkan biaya operasional. Sedangkan pada jenis perikanan budidaya karakteristik dari bentuk usahanya yang berkelompok juga menyebabkan eksternalitas bisa muncul sehingga timbul *spillover effect* berupa *knowledge spillover* maupun *input sharing* antar pembudidaya (Beveridge, 1979; Dwyer, 2006; Tveteras, 2002).

Aktivitas pemberian pakan pada usaha budidaya yang bersifat intensif dikenal dengan istilah “sistem pompa” yaitu pemberian pakan sebanyak-banyaknya secara ad libitum (terus menerus hingga ikan betul-betul kenyang). Sistem ini justru menyebabkan *over-feeding* hingga menimbulkan inefisiensi pakan karena semakin banyak pakan yang terbuang. Pakan yang tidak termakan tersebut menimbulkan eksternalitas positif dan negatif baik di budidaya laut maupun di budidaya perairan darat.

Menurut Azwar & Melati (2012) dari pemberian pakan sebanyak 3 kali pada pagi siang dan sore sebanyak 25 – 30 % dari pakan tersebut terbuang dan disekresikan oleh lingkungan atau perairan. Pada budidaya laut dengan arus deras sisa pakan terbuang tersebut memberikan eksternalitas positif karena mengundang ikan-ikan liar untuk mendekati keramba sehingga bisa ditangkap oleh para pembudidaya sebagai pendapatan tambahan atau bisa memberikan kemudahan bagi para nelayan untuk menangkap ikan (Ozgul & Angel, 2013). Sedangkan pada budidaya perairan darat sisa pakan yang mengandung fosfat dan nitrat tinggi dan tidak termakan akan menurunkan kualitas air dan bisa membahayakan organisme air lainnya (Althaf, 2015; Hochman, Hochman, Naveh, & Zilberman, 2018; Koeshendrajana et al., 2007; Rochdianto, 2005; Sutardjo, 2000).

Budidaya keramba jaring apung di Waduk Jatiluhur menjadi salah satu

contoh budidaya intensif yang memberikan eksternalitas positif dan negatif. Tingginya jumlah KJA di waduk tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak masyarakat yang bermata pencaharian sebagai pembudidaya, bahkan pada saat musim panen perputaran uang yang terjadi mencapai 1 Miliar per minggu. Adanya KJA memberikan prospek meningkatnya kegiatan ekonomi pendukung lainnya seperti penjualan sarana produksi perikanan, jasa transportasi dan warung makan. Hal ini menjadi bukti bahwa usaha KJA memberikan eksternalitas positif dari sisi mata pencaharian alternatif, namun kenyataannya di sisi lain memberikan eksternalitas negatif berupa pencemaran air. Sisa pakan yang terbuang menurunkan kualitas air sehingga membahayakan pengguna air yang bukan hanya pembudidaya tapi rumah tangga lainnya di sekitar Kabupaten Purwakarta.

Kebijakan Antisipatif Eksternalitas Pemberian Pakan

Banyak studi yang dilakukan untuk menemukan cara-cara menginternalisasikan sebuah eksternalitas termasuk juga eksternalitas perikanan. Fauzi (2005) dalam tulisannya mencoba mengakomodir cara mengatasi eksternalitas negatif yang muncul pada perikanan di perairan umum yaitu internalisasi berupa kesepakatan antar pihak yang terkait, penetapan pajak bagi polutan dan kebijakan memfungsikan pasar. Namun sayangnya kebijakan tersebut tidak bisa maksimal diterapkan pada usaha perikanan di Indonesia baik tangkap maupun budidaya. Alih-alih membicarakan kesepakatan biaya eksternal justru masing-masing pihak memberikan pernyataan bahwa mereka bukanlah penyebab munculnya dampak negatif dari suatu aktivitas. Karena secara umum perusahaan tidak peduli dengan dampak lingkungan yang ditimbulkannya di luar batas legal yaitu eksternalitas. dengan demikian biaya

lingkungan tidak dimasukkan oleh pencemar yang tidak terinternalisasi (Antheaume, 2004).

Hingga saat ini belum ada penanganan eksternalitas negatif dari sektor perikanan yang bisa sukses dan diterima oleh semua masyarakat yang justru malah menimbulkan konflik baru. Karena seperti yang disampaikan (Rahmani, 2012) pada studinya bahwa eksternalitas timbul pada dasarnya karena aktivitas manusia yang tidak mengikuti prinsip-prinsip ekonomi yang berwawasan lingkungan. Jadi selama kesadaran manusia mengenai pentingnya untuk menghargai lingkungan tempat hidup belum terbangun maka kondisi tersebut sulit untuk ditanggulangi.

Penanganan eksternalitas negatif di Waduk Jatiluhur sudah dilakukan oleh Dinas Peternakan dan Perikanan Purwakarta dan Perum Jasa Tirta II sebagai pengelola waduk tersebut. Salah satu langkah konkrit yang ditempuh dengan pemberhentian pemberian Surat Ijin Usaha Perikanan (SIUP) oleh Dinas sejak tahun 2014 yang diikuti dengan pemberhentian penerbitan Surat Perjanjian Pemanfaatan Area Perairan (SPPAP) oleh PJT II mulai tahun 2016. Namun ternyata kebijakan tersebut belum memberikan hasil positif untuk mengurangi jumlah KJA, kondisi yang terjadi justru sebaliknya jumlah KJA semakin banyak dan tidak terkontrol.

3. METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Waduk Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta Provinsi Jawa Barat. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja dengan pertimbangan adanya perkembangan terbaru mengenai kebijakan untuk menggesur keramba jaring apung di Waduk Jatiluhur karena sudah menurunkan kualitas air sehingga tidak bisa digunakan sebagai penyedia stok air bersih. Lokasi dispesifikkan pada zona 5 karena jumlah KJA pada zona tersebut paling

banyak jumlahnya. Penelitian dilakukan selama bulan Agustus-Oktober 2018.

Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung dan wawancara dengan responden. Responden disini terdiri atas pembudidaya KJA, ketua kelompok paguyuban, perwakilan Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Purwakarta serta pejabat terkait pengelolaan waduk di Perum Jasa Tirta II. Sedangkan data sekunder berupa hasil studi pustaka mengenai karakteristik wilayah dan usaha budidaya KJA di Waduk Jatiluhur. Sumber data sekunder berasal dari BPS Kabupaten Purwakarta, Balai Riset Pemuliharaan Sumber Daya Ikan, Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Purwakarta serta Perum Jasa Tirta II.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan dua cara utama yaitu wawancara dan studi pustaka. Pengumpulan data primer dilakukan dengan metode penelitian survei yaitu penelitian yang mengambil sampel dari suatu populasi dan menggunakan kuesioner sebagai alat bantu untuk pengumpulan datanya (Singarimbun & Effendi, 1995). Studi pustaka dilakukan dengan menggunakan hasil penelitian terdahulu, laporan yang telah dipublikasikan maupun yang belum dipublikasikan, arsip dan dokumentasi dari instansi pemerintahan, dan berbagai sumber data yang relevan.

Metode pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* atau pemilihan sampel secara sengaja. Lokasi pengumpulan responden dilakukan pada zona 5 dengan pertimbangan zona tersebut merupakan area yang paling banyak terdapat KJA karena kondisi perairannya yang masih bagus. Jumlah responden yang menjadi sampel sebanyak

502 pemilik KJA. Keberadaan usaha KJA di Waduk Jatiluhur bersifat homogen jadi jumlah sampel tersebut sudah mewakili dari populasi yang ada. Homogenitas populasi petani ikan KJA di Waduk Jatiluhur ditinjau dari hal-hal berikut ini:

- 1) Ukuran petak KJA di perairan Waduk Jatiluhur seragam, yaitu 7m x 7m x 3m. Setiap unit terdiri dari 4 petak.
- 2) Ikan yang dibudidayakan adalah ikan mas pada layer atas dan ikan nila pada layer bawah
- 3) Pola pemberian pakan ikan yang dilakukan petani secara keseluruhan sama, yakni 3 kali dalam sehari sesuai dengan kebutuhan atau cuaca.

Hipotesis Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, permasalahan dan kerangka pemikiran dapat dikemukakan hipotesis penelitian adalah Aktifitas pemberian pakan yang dilakukan oleh pembudidaya memberikan eksternalitas bagi produktivitas ikan KJA di Waduk Jatiluhur.

Definisi Operasional Variabel

Penggunaan variabel dalam penelitian ini mempertimbangkan unsur utama dari faktor produksi untuk budidaya ikan diantaranya yaitu pakan, benih dan tenaga kerja. Benih merupakan faktor penting penentu keberhasilan usaha budidaya ikan termasuk di keramba jaring apung. Benih merupakan sarana produksi yang sangat penting bagi kelanjutan dan keberhasilan usaha budidaya perikanan (Khairuman, Amri, & Sihombing, 2008). Oleh karena itu benih merupakan variabel utama yang harus masuk dalam analisis fungsi produksi.

Pakan ikan merupakan faktor penting dalam menunjang keberhasilan usaha budidaya, oleh karena itu biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan pakan relatif besar mencapai 35-70% dari total biaya produksi. Sanjayasari (2010) menyatakan bahwa salah satu penyebab naik turunnya produksi pad

kegiatan budidaya ikan di KJA adalah pakan. Sehingga bersama-sama dengan benih variabel ini menjadi faktor penting dalam mengukur keberhasilan budidaya KJA.

Waktu budidaya atau pemeliharaan ikan dijadikan salah satu variabel dalam menganalisis produktivitas budidaya ikan keramba jaring apung. Rentang waktu yang digunakan untuk budidaya memberikan pengaruh bagi jumlah produksi ikan yang bisa dipanen. Waktu pemeliharaan ikan yang dibutuhkan pada usaha budidaya KJA selama 3 hingga 4 bulan. Mayoritas pada bulan ketiga pembudidaya sudah melakukan panen karena khawatir jika terlalu lama berada pada suatu media yang terbatas ikan-ikan yang semakin besar ukuran badannya bisa merasakan stress dan berpotensi mati.

Eksternalitas pakan yang tidak termakan pada saat proses pemberian pakan juga menjadi salah satu variabel yang dianggap mempengaruhi produktivitas. Karena penelitian ini menggunakan fungsi produksi Cobb-Douglas di mana produksi merupakan fungsi dari kapital, labor dan input lainnya yang jika dinotasikan sebagai berikut:

$$Y = f(K, L, X_i)$$

Metode Analisis Data: Empiris

Penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif regresi kuadrat terkecil untuk menjawab dugaan adanya pengaruh eksternalitas dari pakan yang tidak termakan pada saat pemberian pakan terhadap produktivitas ikan KJA. Analisis regresi yang digunakan berangkat dari fungsi produksi Cobb-Douglas. Fungsi produksi merupakan hubungan matematis yang menunjukkan jumlah output maksimum yang dihasilkan dari pemakaian sejumlah *output* (Gaspersz, 2004). Dalam fungsi produksi, maka fungsi produksi Cobb-Douglas adalah suatu fungsi produksi yang ingin memperlihatkan pengaruh

input yang digunakan dengan *output* yang diinginkan.

Pada permasalahan dalam penelitian ini fungsi produksinya akan dinotasikan sebagai berikut:

$$Y = aX_1^{b_1} aX_2^{b_2} aX_3^{b_3} \dots aX_n^{b_n} e^u \dots (4.1)$$

Jika digambarkan dalam bentuk persamaan regresi linear maka bentuk persamaannya menjadi:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 \dots + \beta_n X_n + e \dots (4.2)$$

Untuk menduga parameter dalam persamaan fungsi Cobb-Douglas maka harus diubah terlebih dahulu kedalam bentuk regresi linear, bentuk persamaannya menjadi:

$$\ln Y = \ln \alpha + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 \dots + \beta_n \ln X_n + e \dots (4.3)$$

Dimana:

Y = Output (variabel dependen)

X = Input (variabel independen)

α = Konstanta/ Intercep

β = nilai koefisien regresi masing-masing variabel

e = error term

Penelitian ini menggunakan model produksi Cobb Douglas yang sama yaitu:

$$\ln Y = \ln \alpha + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \epsilon \dots (4.4)$$

Dimana:

Y = total produksi tiap unit KJA (kg)

X₁ = jumlah benih (kg)

X₂ = jumlah pakan (kg)

X₃ = jumlah tenaga kerja (HOK)

X₄ = lama pemeliharaan (bulan)

X₅ = eksternalitas pakan/limpahan pakan ikan lain

α = Konstanta/ Intercep

β = nilai koefisien regresi masing-masing variabel

ϵ = error term

Persamaan (4.3) diatas menggunakan persamaan regresi non linear karena pada persamaan linear sebagaimana bentuk pada persamaan (4.1) ter-

dapat kelemahan dalam menginterpretasikan β_1 . Misalkan untuk variabel benih (X_1) jika kita menggunakan regresi linier maka tidak bisa diartikan jika jumlah benih sebanyak nol maka produksi ikan sebesar β_1 kilogram. Padahal pada kondisi normalnya jumlah benih tidak mungkin nol dan secara rasional tidak mungkin seseorang ingin berbudidaya jika tidak memiliki benih. Alasan yang sama juga berlaku pada penggunaan variabel pakan.

Sedangkan untuk variabel lainnya berbentuk biasa atau tidak menggunakan transformasi log karena bentuk datanya yang tidak bervariasi sehingga bisa diinterpretasikan dalam bentuk linear.

Faktor produksi yang digunakan dalam penelitian adalah faktor produksi yang menggambarkan input yang terkait dalam proses produksi budidaya KJA yaitu pakan, benih, tenaga kerja, modal, lama pemeliharaan. Sedangkan eksternalitas diwakili dengan limbah pakan ikan dari pembudidaya lainnya yang berada dalam satu zona yang sama.

Analisis Persepsi

Analisis persepsi dilakukan untuk mengidentifikasi respon pembudidaya ikan mengenai hasil kajian yang menyatakan bahwa usaha KJA mereka mencemari perairan Waduk Jatiluhur. selain itu analisis ini juga dilakukan sebagai dasar penyusunan rekomendasi kebijakan agar bisa diaplikasikan sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Kuesioner persepsi disebar untuk kemudian diisi oleh para pembudidaya yang kemudian nanti hasilnya dipersentase.

Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel dari fungsi empiris diatas adalah sebagai berikut:

- 1) Prod adalah Produksi ikan mas dari tiap unit keramba jaring apung selama 1 siklus produksi yaitu sekitar 3-4 bulan. Tiap unit keramba terdiri atas 4 petak kolam yang bia-

sanya saat memanen dilakukan secara bersamaan.

- 2) Benih adalah jumlah benih yang ditebar pada saat mulai usaha. Biasanya benih yang ditebar masih sangat kecil sehingga satuan yang digunakan adalah kilogram.
- 3) Pakan adalah makanan ikan yang diberikan untuk menunjang pertumbuhan badan ikan. Meskipun tersedia pakan dalam 2 jenis yaitu alami dan buatan namun seiring waktu pembudidaya lebih suka menggunakan pakan buatan yang disebut pelet. Harga jual pakan diukur dengan satuan sak seberat 50 kilogram.
- 4) Lama disini maksudnya adalah lama pemeliharaan dalam satu siklus produksi. Pada usaha budidaya ikan mas dengan keramba jaring apung mayoritas waktu pemeliharaan yang baik selama 3 bulan karena jika lebih dari itu kepadatan ikan semakin bertambah yang justru bisa memicu kematian ikan atau penyebaran penyakit.
- 5) Tenaga kerja adalah tenaga kerja yang digunakan pembudidaya mulai dari penebaran benih hingga panen. Satuan pengukurannya adalah Hari Orang Kerja (HOK) dengan rumus:

$$HOK = \frac{JK \text{ Total}}{JKS}$$

JK total = JO x HK x JK

Dimana

JK = jam kerja

JO = jumlah orang

HK = hari kerja

JKS = jam kerja standar.

- 6) Eksternalitas dalam pemberian pakan maksudnya adalah sisa pakan yang tidak termakan oleh ikan mas yang kemudian jatuh ke perairan. Dikatakan eksternalitas karena sisa pakan tersebut berdampak baik positif maupun negatif bagi pihak lain namun tidak kompensasi yang

ditanggung oleh pihak manapun.
 Rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Eksternalitas pakan} = \text{total pakan yang diberikan dalam 1 area} - \text{total pakan yang diberikan tiap pembudidaya}$$

4. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Budidaya Keramba Jaring Apung di Waduk Jatiluhur

Salah satu fungsi dari Waduk Jatiluhur sebagai lokasi pengembangan budidaya ikan dengan menggunakan keramba jaring apung (KJA). Teknologi Keramba Jaring Apung (KJA) merupakan sistem budidaya perairan yang relatif baru dibandingkan dengan teknologi budidaya lainnya. Pertama kali diuji coba pada tahun 1974 di Waduk Ir. H. Djuanda dan mulai dibudidayakan pada tahun 1988. Budidaya ikan KJA di Waduk Ir. H. Djuanda pada awalnya direkomendasikan untuk program pemindahan dan pemukiman kembali penduduk yang terkena proyek pembangunan waduk sehingga memberikan lapangan kerja bagi penduduk yang tempat tinggalnya terendam. Namun dalam perkembangannya usaha budidaya ikan KJA ini tidak hanya dilakukan oleh penduduk setempat tetapi juga mulai berdatangan para investor dari luar daerah, seperti dari Jakarta, Bandung dan kota-kota besar lainnya. Hal ini dikarenakan hasil yang diperoleh dari usaha ini cukup menggiurkan dan menjanjikan bagi pengusahanya.

Pola budidaya keramba jaring apung di Waduk Jatiluhur bersifat *double layer* dengan 2 jenis ikan yang dipelihara yaitu ikan mas di bagian kolam atas dan ikan nila di bagian kolam bawah. Pemberian pakan hanya dilakukan pada ikan mas yang dipelihara dalam jaring lapis atas, sedangkan untuk ikan nila, pada bagian jaring lapis bawah tidak diberi pakan. Ikan nila hanya memanfaatkan pakan yang tersisa yang tidak dimakan oleh ikan mas. Sis-

tem berlapis ini dikembangkan bertujuan untuk mengurangi sisa pakan yang tidak termakan, yang dapat mencemari perairan. Dengan sistem ini sisa pakan untuk ikan mas atau ikan yang dipelihara pada lapis dalam dapat dimanfaatkan oleh ikan nila yang dipelihara dalam jaring lapis luar. Dengan demikian selain bertujuan untuk mengurangi sisa pakan, KJA berlapis ini dapat menghasilkan hasil tambahan dari produksi ikan nila yang dipelihara pada jaring lapis luar.

Satu unit KJA terdiri dari empat petak yang digunakan untuk memelihara ikan. Satu unit yang terdiri dari 4 petak, memiliki ukuran 7x7 m yang disebut jaring lapis, satu unit yang terdiri dari dua petak, memiliki ukuran 7x14 m yang disebut dengan jaring dolos, dan satu unit tanpa adanya sekat atau pembagian kolam disebut jaring kolor dengan 14x14 m.

Perkembangan jumlah KJA di Waduk Jatiluhur mengalami peningkatan yang cukup besar setiap tahunnya. Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Perikanan dan Peternakan Kabupaten Purwakarta menunjukkan bahwa dari tahun 2011 sampai tahun 2014, jumlah petak KJA di Waduk Ir. H. Djuanda mengalami peningkatan seperti yang tersaji pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Jumlah Kepemilikan Keramba Jaring Apung di Jatiluhur

Tahun	Jumlah Petak KJA	Jumlah pemilik	Keterangan		Sumber data
			SIUP	Tidak	
2011	5948	409	√	-	Diskanak
2012	3169	419	√	-	Diskanak
2013	14871	1376	√	-	Diskanak
2013	23746	2189	√	-	PJT II
	15223	1314	√	-	
2014	10728	786	-	√	PJT II

Sumber: Dinas Peternakan dan Perikanan Purwakarta, 2017

Untuk memudahkan dalam pendataan jumlah pemilik KJA yang ada di Waduk Jatiluhur maka dilakukan pemetaan KJA berdasarkan wilayah (zona) keberadaan, seperti yang tersaji pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Data jumlah petak KJA per zona tahun 2014

Zona	Memiliki SIUPP		Tidak memiliki SIUPP		Wilayah	Total
	Petak	Pemilik	Petak	Pemilik		
I	2157	435	2786	235	Ubrug, Cibinong	670
II	1229	89	928	44	Ubrug, Cibinong	133
III	873	71	920	47	Serpis dan Pasircanar	118
IV	2269	150	506	46	Tengah waduk	196
V	8695	569	5588	414	Tengah waduk	983
Luar zona	± 8000 petak				Hulu waduk	2100

Sumber: PJT II, 2014

Setelah dilakukan pembaharuan data dari Perum Jasa Tirta II tercatat jumlah KJA yang ada di Waduk Jatiluhur mencapai 31.000 unit. Peningkatan jumlah KJA tidak serta merta diiringi dengan peningkatan produksi.

Tabel 3. Tabel Produksi Ikan Keramba Jaring Apung di Waduk Jatiluhur

Tahun	Jenis ikan		Total Produksi
	Ikan mas	Ikan nila	
2012	30600	24750	55350
2013	24700	23090	47790
2014	37970	35160	73130
2015	*		0
2016	43185	34548	77733
2017	40587	33474	74061

Keterangan: * data tidak tersedia

Sumber: Dinas Peternakan dan Perikanan Kab.Purwakarta, 2017

Produksi perikanan budidaya di Kabupaten Purwakarta yang berasal dari keramba jaring apung mengalami peningkatan dari tahun ke tahun (tabel 5.4). Peningkatan produksi tersebut berbanding lurus dengan pertambahan

jumlah KJA yang semakin banyak. Meskipun produksi pada tahun 2013 sempat mengalami penurunan namun tidak menghalangi pembudidaya untuk tetap melanjutkan usahanya.

Padat penebaran benih yang dilakukan oleh pembudidaya berkisar antara 100-500 kg per unit. Harga benih pada saat pelaksanaan penelitian adalah Rp.33.000 untuk ikan mas dan Rp.22.000 untuk ikan nila. Di Jatiluhur usaha budidaya yang teridentifikasi adalah pembesaran jadi untuk benih biasanya didatangkan dari daerah lain seperti Subang dan Sukabumi baik dengan pemesanan masing-masing pembudidaya atau melalui kelompok-kelompok. Lama pemeliharaan untuk ikan mas berkisar antara 3 – 4 bulan sedangkan untuk ikan nila mencapai 6 bulan.

Pakan ikan yang digunakan berupa pakan ikan buatan yaitu makanan ikan yang diolah dengan mencampur beberapa jenis bahan baku pakan yang kemudian diolah dan dibentuk semenarik mungkin agar ikan tertarik dengan bentuknya dan ingin memakannya. Setyono (2012) dalam tulisannya mendefinisikan pakan ikan buatan adalah pakan yang berasal dari olahan beberapa bahan baku pakan yang memiliki nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan. Salah satu pakan ikan buatan yang familiar di kalangan masyarakat adalah pelet. Pelet adalah bentuk pakan buatan yang dicetak menjadi batangan atau bulatan kecil, jadi pelet tidak berupa tepung, butiran dan juga tidak berupa larutan (Setyono, 2012).

Pemberian pakan dilakukan sebanyak tiga kali pagi, siang dan sore secara manual oleh para pekerja. Banyaknya pakan ikan yang masuk ke Waduk Jatiluhur mencapai 6000 ton tiap bulan yang dipasok dari minimal 5 pabrik pakan sebanyak 400-2000 ton / bulan (tabel 5.5). Pada setiap pemberian pakan banyaknya pakan yang terbuang ke lingkungan perairan bisa

mencapai 20% - 30% (Krismono & Wahyudi, 2001). Pada keramba ganda, banyaknya pakan yang terbuang ke perairan antara 1% - 2% (Kartamihar-dja & Umar, 2009).

Tabel 4. Jenis Pakan Ikan di Waduk Jatiluhur

No	Merk Pakan Ikan	Jumlah tiap bulan (ton)
1.	Charoen Phokpand	1500-2000
2.	Japfa Comfeed	1500-2000
3.	Cargill	1000-1500
4.	Global	1000-1500
5.	Sinta	500-1000

Sumber: data primer diolah, 2018

Analisis Fungsi Produksi Budidaya KJA

Dalam satu tahun para pembudi-daya KJA melakukan kegiatan produk-si sebanyak 3 kali dengan lama pemelihar-aaan 3 hingga 4 bulan dalam 1 sik-lus. Input yang digunakan pada usaha pembesaran ikan mas ini terdiri atas jumlah benih, jumlah pakan, lama pemelihar-aaan, tenaga kerja, dan biaya modal usaha.

Produksi ikan mas per musim tan-am rata-rata 949 kg/petak. Pengguna-an input produksi rata-rata untuk menghasi-lkan satu kg ikan mas untuk seti-ap input yaitu benih ikan mas 104 kg, pakan 1.182 kg, dan tenaga kerja 40,78 HOK. Untuk lebih jelasnya tercantum pada tabel

Tabel 5. Produksi dan Penggunaan Input Produksi KJA

Komponen	Satuan	Rataan
Produksi	Kg	949
Penggunaan Input Produksi		
Penggunaan benih	Kg	104
Penggunaan pakan	Kg	1182
Tenaga kerja	HOK	40,78

Sumber: data primer diolah (2018)

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Produktivitas dapat diartikan se-bagai campuran dari produksi dan akti-vitas, dimana daya produksi menjadi penyebabnya dan produktivitas mengukur hasil dari daya tersebut (Ravi-anto, 1986). Aktivitas yang dilakukan

di KJA adalah penyebab dari tingginya produktivitas di KJA, terutama yang berkaitan dengan proses budidaya. Sa-lah satu aktivitas yang dilakukan dalam proses produksi adalah pemberian pa-kan. Dalam budidaya intensif pembe-rian pakan yang dilakukan secara adbi-litum (terus menerus hingga ikan betul-betul kenyang) menyebabkan banyak pakan yang terbuang (inefisiensi pa-kan) dan terakumulasi di dasar perai-ran. Pemberian pakan dengan sistem pompa ini akan mengakibatkan banyak pakan yang terbuang di dasar perairan waduk.

Faktor yang diduga berpenga-ruh pada produktivitas usaha budidaya KJA di Waduk Jatiluhur adalah se-bagai berikut:

- 1) Benih (X_1)
- 2) Pakan ikan (X_2)
- 3) Tenaga kerja (X_3)
- 4) Lama pemeliharaan (X_4)
- 5) Limpahan pakan lain atau pakan ikan yang tidak termakan (X_5)

Berdasarkan hasil pengujian re-gresi produktivitas budidaya KJA di Waduk Jatiluhur dipengaruhi oleh 4 variabel yaitu benih, pakan, lama pemelihar-aaan dan eksternalitas pakan (limpahan pakan dari pembudidaya la-in). Hasil ini dapat dilihat pada tabel 2.

Variabel pertama adalah benih yang berpengaruh terhadap produkti-vitas KJA. Koefisien variabel benih se-besar 0,303 menunjukkan adanya hu-bungan positif antara jumlah benih de-ngan produktivitas ikan KJA, dimana penambahan jumlah benih sebanyak 1% akan meningkatkan produktivitas KJA sebesar 30,3%. Benih merupakan faktor utama penentu keberhasilan pro-duktivitas KJA oleh karena kualitas be-nih harus tetap terjaga. Menurut pem-budidaya KJA benih yang baik berasal dari Subang karena termasuk bibit ung-gul dan memiliki manajemen indukan yang baik setiap indukan hanya melak-ukan pemijahan maksimal empat kali

Variabel selanjutnya adalah pakan yang diberikan setiap pembudidaya pada KJA masing-masing. Seperti yang sudah dijelaskan pemberian pakan dilakukan 3 kali dalam sehari pada pagi, siang dan sore dengan sistem pemberian terus-menerus hingga ikan kenyang. Koefisien variabel sebesar 0,483 mengindikasikan bahwa setiap penambahan pakan sebanyak 1% akan meningkatkan produksi ikan sebanyak 48,3%. Pakan yang bermutu baik salah satunya ditentukan oleh kandungan nutrisi (protein, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral) dalam komposisi yang tepat dan seimbang (Sucipto & Prihartono, 2005). Pakan yang digunakan pembudidaya Jatiluhur adalah pakan buatan berbentuk pelet yang diperoleh dari gudang-gudang pakan sekitar waduk. Pelet dianggap merupakan jenis pakan yang mudah dicerna sehingga baik untuk meningkatkan ukuran tubuh ikan. Semakin besar nilai kecernaan suatu pakan maka semakin banyak nutrisi pakan yang dimanfaatkan oleh ikan tersebut. Biasanya KJA di Waduk Jatiluhur menghabiskan 1500-3000 kg pakan dalam 1 siklus (3 bulan) per petak untuk ukuran 7m x 7m.

Lama pemeliharaan menjadi variabel ketiga yang mempengaruhi produktivitas KJA di Waduk Jatiluhur, meskipun pengaruh yang diberikan bersifat negatif. Koefisien sebesar (-0,0295) menandakan bahwa semakin lama ikan mas dipelihara akan semakin menurunkan jumlah produksi karena ukuran ikan yang semakin besar mengurangi oksigen yang tersedia. Baiknya lama pemeliharaan ikan mas maksimal 3 bulan.

Variabel terakhir yang ternyata juga memberikan pengaruh bagi produktivitas KJA di Waduk Jatiluhur adalah eksternalitas pemberian pakan atau limpahan pakan ikan yang tidak termakan dari tiap-tiap pembudidaya yang berada pada satu zona. Koefisien hasil estimasi sebesar 0,000023 menunjuk-

kan variabel tersebut berpengaruh positif terhadap produktivitas. Hal ini karena sistem dan waktu yang digunakan masing-masing pembudidaya dalam proses pemberian pakan bersamaan maka pada waktu dan lokasi yang sama produksi ikan tiap pembudidaya dipengaruhi oleh pakan yang diberikan sendiri dan juga pakan yang tidak termakan dari pemberian pembudidaya lain.

Tabel 6. Hasil Estimasi Regresi Eksternalitas Pakan

VARIABLES	Model 1	Model 2	Model 3
pakax	2.30e-05*** (7.71e-06)		2.30e-05*** (7.70e-06)
lpakan	0.483*** (0.0382)	0.483*** (0.0382)	0.483*** (0.0381)
lbenih	0.303*** (0.0299)	0.303*** (0.0299)	0.304*** (0.0299)
tkx	7.82e-05 (5.89e-05)	7.82e-05 (5.89e-05)	
lama	-0.0295* (0.0163)	-0.0295* (0.0163)	-0.0295* (0.0163)
lpakanx		54.09*** (18.15)	
lnaker			0.0153 (0.0103)
Constant	-51.65*** (18.43)	- 791.2*** (266.5)	-51.84*** (18.42)
Observations	502	502	502
R-squared	0.813	0.813	0.813

Standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Sumber: data primer diolah, 2018

Analisis Persepsi Pembudidaya Ikan

Waduk Jatiluhur dengan fungsinya yang beragam menjadikan banyak *stakeholder* yang masing-masing mempunyai kepentingan disana. Tiap *stakeholder* merasa bahwa kepentingan mereka yang paling harus didahulukan.

Sebenarnya sejak tahun 2015 baik pihak pemerintah maupun pengelola sudah mengadakan upaya untuk meminimalisir dampak negatif dari KJA ter-

sebut salah satunya melalui pemberhentian penerbitan SIUP dan SPPAP. Maksudnya dengan pemberhentian surat ijin tersebut maka jumlah KJA tidak bertambah lagi, namun sayangnya tidak sesuai dengan kenyataan yang justru semakin bertambah.

Waduk Jatiluhur bersama dengan Waduk Cirata dan Saguling merupakan waduk kaskade yang terdapat pada aliran sungai Citarum. Seiring waktu aktivitas-aktivitas yang dilakukan di sungai memberikan dampak negatif berupa pencemaran air yang dampak lanjutannya ke semua perairan yang ada di sekelilingnya. Beranjak dari kondisi tersebut melalui Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2018 tentang Percepatan Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Daerah Aliran Sungai Citarum dibentuk Tim DAS Citarum untuk mempercepat pelaksanaan dan keberlanjutan kebijakan pengendalian pencemaran di DAS Citarum. Salah satu rencana aksi yang dilakukan Tim DAS Citarum dilakukan di Waduk Jatiluhur yang diberi nama Zero KJA yaitu berupa penertiban keramba-keramba yang ada di waduk tersebut. Sejak pertengahan tahun 2018 program tersebut sudah mulai berjalan dengan menertibkan sekitar 1000 KJA yang merupakan milik penduduk pendatang. Informasi yang diperoleh pada saat penelitian ini dilakukan KJA yang ditertibkan bukan hanya milik pendatang tapi juga milik masyarakat lokal.

Analisis persepsi dilakukan untuk mengidentifikasi respon yang diberikan stakeholder mengenai program yang diberlakukan ini dan juga mengenai aktivitas budidaya KJA yang dilakukan. *Stakeholder* yang dijadikan responden terdiri atas pembudidaya ikan, penyuluh perikanan dan PJT II. Mayoritas responden adalah pembudidaya dan kelompok budidaya ikan yang dianggap sebagai penyumbang utama pencemaran air waduk yang berasal dari sisa pakan yang tidak termakan.

Berdasarkan analisis persepsi responden setuju jika dilakukan penertiban KJA namun hanya pembatasan pemilikan bukan untuk dihapus selamanya.

5. KESIMPULAN, IMPLIKASI, SARAN, DAN BATASAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis membuktikan bahwa eksternalitas pakan memberikan pengaruh yang positif kepada produktivitas budidaya KJA. Hal ini karena sistem dan waktu yang digunakan masing-masing pembudidaya dalam proses pemberian pakan bersamaan maka pada waktu dan lokasi yang sama produksi ikan tiap pembudidaya dipengaruhi oleh pakan yang diberikan sendiri dan juga pakan yang tidak termakan dari pemberian pembudidaya lain.

Rekomendasi Kebijakan

Berdasarkan hasil penelitian tidak ditemukan eksternalitas negatif dari aktivitas pemberian pakan yang dilakukan pembudidaya keramba jaring apung di Waduk Jatiluhur. Hal tersebut bisa disebabkan karena daya dukung lingkungan waduk pada zona penelitian masih mendukung. Namun hal yang perlu untuk diantisipasi adalah jika jumlah KJA tetap terus bertambah tanpa adanya pengawasan. Karena jika terjadi pelanggaran jumlah KJA yang ada saat ini dapat memungkinkan akan timbul eksternalitas negatif dari sisa pakan tersebut. Saran rekomendasi:

- 1) Pemerintah Daerah dan Perum Jasa Tirta II sudah tepat melakukan kebijakan untuk pembatasan jumlah KJA dan penertiban bagi KJA yang tidak terpakai dan tanpa ijin.
- 2) Perlu adanya peningkatan pengawasan baik dari pengelola, dinas dan para kelompok pembudidaya untuk mengantisipasi potensi pembangunan KJA secara ilegal.
- 3) Introduksi solusi mata pencaharian alternatif seperti penebaran benih ikan secara rutin agar bisa ditangkap oleh masyarakat sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnello, R., & Donnelley, L. P. (1976). Externalities and Property Rights in the Fisheries. *Land Economics*, 52(4), 518–529.
- Althaf. (2015). *Penerapan Keramba Jaring Apung dalam Budidaya. Info Akuakultur Majalah Perikanan Budidaya*.
- Antheaume, N. (2004). Valuing External Costs: From Theory to Practice - Implications for Full Cost Environmental Accounting. *European Accounting Review*, 13(3).
- Azwar, Z. I., & Melati, I. (2012). Penggunaan Tepung Kulit Ubi Kayu Fermentasi dalam Formulasi Pakan Ikan Nila. *Jurnal Riset Akuakultur*, 7(3).
- Becker, N., Soloveitchik, D., & Olshansky, M. (2011). Incorporating environmental externalities into the capacity expansion planning: an Israel case study. *Energy Conversion and Management*, 52(7), 2489 – 2494.
- Beveridge. (1979). *Cage Aquaculture*. London: Fishing News Books.
- Dahlman, C. . (1979). The Problem of Externality. *J. Law Economic*, 22, 141–162.
- Daly, H., & Farley, J. (2010). *Ecological Economics: Principles and Applications: 2nd edition*. Washington, DC: Island Press.
- Ding, H., He, M., & Deng, C. (2014). Lifecycle approach to assessing environmental friendly product project with internalizing environmental externality. *Journal of Cleaner Production*, 66, 128–138.
- Dwyer, G. (2006). *Irrigation externalities: pricing and charges*. Melbourne.
- Eidelweina, F., SartoriPirana, D. C. C., Rodrigues, L. H., Lacerda, D. P., & Piran, F. S. (2018). Internalization of environmental externalities: Development of a method for elaborating the statement of economic and environmental results. *Journal of Cleaner Production*, 170, 1316–1327.
- Fauzi, A. (2005). *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan: Teori dan Aplikasi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. (2004). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Harsono, E. (2012). Model Numerikal 2-Dimensi Lapis Ganda Amonifikasi di Waduk Jatiluhur. *Jurnal Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 38(1), 81–93.
- Hochman, G., Hochman, E., Naveh, N., & Zilberman, D. (2018). The Synergy between Aquaculture and Hydroponics Technologies: The Case of Lettuce and Tilapia. *Sustainability*, 10(10), 1–19.
- Kartamihardja, E. ., & Umar, C. (2009). Kebijakan pemacuan sumberdaya ikan di perairan umum daratan Indonesia: Teknologi alternatif untuk meningkatkan produksi ikan pendapatan nelayan. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 1(2), 99–111.
- Khairuman, Amri, K., & Sihombing, T. (2008). *Budidaya Lele Dumbo di Kolam Terpal*. Depok: PT. Agromedia Pustaka.
- Koeshendrajana, S., Wijaya, R. A., Priyatna, F. N., Martosuyono, P., & Sukimin, S. (2007). Kajian Eksternalitas dan Keberlanjutan Perikanan di Perairan Waduk Jatiluhur. *J. Bijak Dan Riset Sosek KP*, 4(2), 137–156.
- Krismono, & Wahyudi, N. . (2001). Analisis kebijakan pengelolaan keramba jaring apung sebagai

- salah satu kegiatan pengelolaan danau dan waduk. In *Analisis Kebijakan Pembangunan Perikanan. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi, Badan Riset Kelautan dan Perikanan* (pp. 75–85). Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Larkin, S. L., Huffaker, R. G., & Clouser, R. L. (2013). Negative Externalities and Oil Spills: A Case for Reduced Brand Value to the State of Florida. *Journal of Agricultural and Applied Economics, Southern Agricultural Economics Association*, 45, 1–11.
- Millamena, O. M., Relicado, M. ., & Felicitas, P. P. (2002). *Nutrition in tropical aquaculture: essentials of fish nutrition, feeds, and feeding of tropical aquatic species*. Tigbauan, Iloilo, Philippines: Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center.
- Ozgul, A., & Angel, D. (2013). Wild Fish Aggregation Around Fish Farms in The Gulf of Aqaba, Red Sea: Implications for Fisheries Management and Conservation. *Aquacult Environ Interact*, 4, 135–145.
- Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2018 tentang Percepatan Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Daerah Aliran Sungai Citarum.*
- Rahmani, U. (2012). *Kajian Biaya Eksternalitas Budidaya Ikan Karamba Jaring Apung (KJA) di Waduk Cirata Provinsi Jawa Barat*. Institut Pertanian Bogor.
- Ravianto, J. (1986). *Produktivitas dan Manusia Indonesia*. Jakarta: Siup.
- Rochdianto, A. (2005). *Analisis Finansial Usaha Pembenihan Ikan Karper (Cyprinus carpio Linn) di Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan, Bali*. Universitas Tabanan.
- Ryan, R. W., Holland, D. S., & Herrera, G. E. (2014). Ecosystem Externalities in Fisheries. *Marine Resource Economics*, 29(1), 39–53.
- Sanjayasari, D. (2010). Estimasi Nisbah Protein Senggarigan (Mytus Nigriceps) Dasar Nutrisi Untuk Keberhasilan Domestikasi. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 15(2), 89–97.
- Setyono, B. (2012). *Pembuatan Pakan Buatan. Unit Pengelola Air Tawar*. Malang: Kepanjen.
- Singarimbun, & Effendi, S. (1995). *Metode Penelitian Survei*. Jakarta: LP3ES.
- Subasinghe, R., Soto, D., & Jia, J. (2009). Global Aquaculture and its role in Sustainable Development. *Reviews in Aquaculture*, 1(1), 2–9.
- Sucipto, A., & Prihartono, E. (2005). *Pembesaran Nila Merah Bangkok*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sutardjo. (2000). *Pengaruh Budidaya Ikan pada Kualitas Air Waduk: Studi Kasus pada Budidaya Ikan dalam Keramba Jaring Apung di Ciganea, Waduk Jatiluhur Purwakarta Jawa Barat*. Universitas Indonesia.
- Tveteras, R. (2002). Industrial Agglomeration and Production Costs in Norwegian Salmon Aquaculture. *Marine Resource Economics*, 17, 1–22.