

## INDEKS KERENTANAN PENGHIDUPAN PEMBUDIDAYA IKAN NILA KERAMBA JARING APUNG DI WADUK GAJAH MUNGKUR, KABUPATEN WONOGIRI

### *Livelihood Vulnerability Index of Small Scale Tilapia Fish Farmer Floating Net Cages in the Gajah Mungkur Reservoir, Wonogiri Regency*

\*Zulfa Nur Auliatun Nissa<sup>1</sup> dan Suadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

Jalan SWK Jalan Ring Road Utara No.104, Ngropoh, Condongcatur, Kec. Depok, Kabupaten Sleman,  
Daerah Istimewa Yogyakarta 55283

<sup>2</sup>Universitas Gadjah Mada

Yogyakarta Bulaksumur, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta  
55281

Diterima tanggal: 06 Juni 2021; Diterima setelah perbaikan: 20 Mei 2022

Disetujui terbit: 21 Juni 2022

#### ABSTRAK

Pengembangan budidaya ikan nila memberikan manfaat bagi masyarakat pedesaan berupa lapangan kerja, dan sumber pendapatan masyarakat. Namun variabilitas dan perubahan iklim ditengarai sebagai salah satu faktor penyebab kematian massal ikan yang menyebabkan kerugian ekonomi, sosial dan lingkungan. Cuaca ekstrem bisa lebih berbahaya bagi ikan nila keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur. Studi ini bertujuan untuk mengungkapkan kerentanan penghidupan pembudidaya ikan nila keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur. Pengumpulan data dilakukan dengan pendekatan metode campuran seperti survei, wawancara mendalam, diskusi kelompok terfokus dan observasi. Unit analisis data dilakukan di tingkat rumah tangga dengan melibatkan empat puluh pembudi daya skala kecil. Indeks Kerentanan Mata Pencarian (LVI) berdasarkan *Intergovernmental Panel Climate Change* (IPCC) digunakan untuk analisis data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kerentanan penghidupan pembudidaya ikan nila sakal kecil pada keramba jaring apung berdasarkan LVI-IPCC dapat dikategorikan tidak rentan dengan nilai indeks 0,042. Oleh karena itu, penghidupan pembudi daya ikan nila keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur, Wonogiri ini dinilai cukup tangguh. Adaptasi yang dilakukan pembudidaya di antaranya adaptasi sosial melalui kuatnya hubungan sosial antar komunitas pembudidaya ikan dan tingginya partisipasi dalam keanggotaan kelompok sosial. Adaptasi teknologi dan ekologi melalui inovasi yang dikembangkan oleh setiap pembudidaya ikan seperti menggunakan mesin diesel untuk meningkatkan kadar oksigen, dan mengurangi jumlah plot saat perubahan musim serta mengontrol jumlah benih. Meskipun indeks tingkat kerentanan pembudi daya ikan nila keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur Wonogiri dikatakan tidak rentan, masih diperlukan adanya program pemberdayaan SDM untuk meningkatkan sistem penghidupan yang berkelanjutan.

**Kata Kunci:** pembudi daya ikan nila, keramba jaring apung, perubahan iklim, kerentanan penghidupan, strategi adaptasi, Waduk Gajah Mungkur.

#### ABSTRACT

*The development of tilapia aquaculture provides benefits for rural communities in the form of employment and source of income community. However, the variability and climate change are suspected as one of the factors causing mass fish mortality which causes economic, social and environmental losses. Extreme weather can be more dangerous for floating net cages in the Gajah Mungkur Reservoir. This study reveals the vulnerability of the livelihoods of floating net cages in the Gajah Mungkur Reservoir. Data Collected used method is a mixed methods approach such as surveys, in-depth interviews, focus group discussions and observations used to collect data. Unit analysis was carried out at the household level involving 40 small-scale farmers. The Livelihood Vulnerability Index (LVI) based on the Intergovernmental Panel Climate Change (IPCC) was used for data analysis. The results showed that the level of vulnerability of small-scale tilapia cultivators in floating net cages based on LVI-IPCC can be categorized as 'not vulnerable' with an index value of 0.042. Therefore, the livelihood*

\*Korespondensi Penulis:

email: zulfa.annissa@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jsekp.v17i1.10024>

*of this floating net cage tilapia fish farmers in the Gajah Mungkur Wonogiri Reservoir is considered quite tough. Adaptations that are carried out by fish farmers include social adaptation through strong social relationships between fish farmer communities and high participation in social group membership. Technology and ecological adaptation through innovations developed by each fish farmer such as using a diesel engine to increase oxygen levels, and reduce the number of plots when the seasons change and control the number of seeds. Although the vulnerability index of floating net tilapia cultivators in the Gajah Mungkur Wonogiri Reservoir is said to be not vulnerable, it is still necessary to have a human resource empowerment program to improve a sustainable livelihood system.*

**Keywords:** *Adaptation strategy; climate change; floating net cages; Gajah Mungkur Reservoir; livelihood vulnerability.*

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan penghasil ikan nila terbesar ketiga setelah China dan Mesir. Negara yang termasuk dalam sepuluh negara teratas (Cina, Mesir, Indonesia, Bangladesh, Filipina, Thailand, Vietnam, Brasil, Meksiko dan Uganda) dalam produksi ikan nila (*tilapia*) global diharapkan memperoleh 90% dari produksi global pada akhir tahun 2028 (Tal, 2019). Pengembangan budi daya ikan nila memberikan manfaat bagi masyarakat perdesaan berupa lapangan kerja, sumber pendapatan, dan kegiatan sosial ekonomi berbasis kolektif. Selain itu, sebanyak 50% sumber pangan pokok yang dikonsumsi manusia seperti lauk-pauk adalah ikan hasil budi daya (Bostock *et al.*, 2010). Oleh karena itu, sektor perikanan budi daya diharapkan dapat tetap bertumbuh dan mampu berkontribusi dalam menjaga ketahanan pangan (Troell *et al.*, 2014), ketersediaan ikan pada pasar, dan perdagangan ikan internasional (Kobayashi *et al.*, 2015).

Perikanan budi daya menyumbang 82 juta ton, yaitu dengan nilai mencapai US\$ 250 miliar, dari total produksi perikanan dunia yang mencapai 179 juta ton pada tahun 2018, yaitu dengan total nilai penjualan sekitar US\$401 miliar, dan masih terus mengalami pertumbuhan (FAO, 2020). Perikanan budi daya yang berkelanjutan sangat bergantung pada ketersediaan sumber air dan kualitas air yang baik (Boyd *et al.*, 2012). Cai *et al.* (2011) menyebutkan bahwa perikanan budi daya selain tergantung pada lokasi dan musim, juga rentan terhadap dampak perubahan iklim yang mengurangi ketersediaan dan kualitas air dan/atau meningkatkan risiko dari cuaca ekstrem. Analisis global juga menyebutkan bahwa budi daya ikan air tawar dan budi daya ikan air payau di beberapa negara di Asia memiliki peringkat paling rentan terhadap dampak perubahan iklim (Handisyde *et al.*, 2017). Budi daya ikan nila dalam keramba jaring

apung di perairan air tawar, termasuk perairan waduk, sangat bergantung pada faktor alam atau lingkungan seperti perubahan iklim dan variabilitas musim. Menurut IPCC (2001), perubahan iklim dapat berdampak dramatis pada produksi ikan. Dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim adalah terjadinya kenaikan muka air (IPCC, 2001; Satria, 2009; Mc.Mullen & Jabbour, 2009), peningkatan suhu air (IPCC, 2007; Chen, 2008; Mc.Mullen & Jabbour, 2009), meningkatnya keasaman air, perubahan pola sirkulasi dan proses *upwelling* (Mc. Mullen & Jabbour, 2009), perubahan curah hujan (Mudiyarso, 2003), serta meningkatnya frekuensi dan intensitas cuaca ekstrem (IPCC, 2001).

Perubahan produksi perikanan akibat dampak dari perubahan iklim cenderung merugikan dan memicu kerentanan penghidupan masyarakat yang bergantung pada budi daya ikan sebagai mata pencaharian utamanya. International Governmental Panel of Climate Change (IPCC) telah memeriksa implikasi dari perubahan iklim yang diproyeksikan pada produksi perikanan. Secara keseluruhan, disimpulkan bahwa sektor ini rentan dan berpotensi terkena dampak perubahan iklim (IPCC, 2001).

Indikator kerentanan dapat memberikan alat yang berpotensi untuk menentukan tingkat kerentanan penghidupan pembudi daya dari waktu ke waktu, mengidentifikasi proses yang berkontribusi pada kerentanan, memprioritaskan strategi untuk mengurangi kerentanan, dan mengevaluasi efektivitas strategi dalam pengaturan sosial dan ekologi yang berbeda. Kerentanan berarti seberapa rentan pembudi daya terhadap guncangan dan krisis. Kerentanan penghidupan bersifat komposit yang terdiri atas beberapa komponen seperti tekanan/paparan (*exposure*), sensitivitas, dan kapasitas adaptif (Adger, 2006).

Waduk Gajah Mungkur di daerah aliran Sungai Bengawan Solo dibangun pada tahun 1981 dengan luas permukaan air 8,800 ha dan

kedalaman air dan 140 m di bawah permukaan laut. Waduk ini terletak di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. Waduk Gajah Mungkur merupakan waduk serbaguna yang terletak di Kabupaten Wonogiri dengan kedalaman air maksimum 29 meter dan fungsi utamanya adalah pembangkit listrik tenaga air dan irigasi. Perkembangan pemanfaatan utama Waduk Gajah Mungkur, Wonogiri tidak hanya untuk pembangkit listrik tenaga air, tetapi juga saat ini berfungsi untuk kegiatan tambahan seperti perikanan (budi daya keramba jaring apung), transportasi, kuliner khas berbahan ikan nila, dan pariwisata. Total operasi budi daya keramba adalah 740 keramba yang terdaftar di wilayah Dinas Perikanan Wonogiri (Utomo *et al.*, 2010).

Nissa *et al.* (2018) menunjukkan bahwa perubahan iklim berdampak terhadap produktivitas ikan nila keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur melalui berbagai cara, yaitu (1) perubahan musim memengaruhi terjadinya *upwelling*, (2) hujan ekstrem akan menurunkan kadar oksigen di perairan waduk, dan (3) musim kemarau panjang menyebabkan kekeringan pada keramba jaring apung. Yogi menambahkan bahwa pada saat perubahan musim dan cuaca yang ekstrem, banyak ditemukan ikan yang mati secara massal dan tercatat mencapai 5 ton ikan nila mati di keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur, Desa Sendang, Kabupaten Wonogiri (Yogi, 2019). Meningkatnya kejadian kematian ikan massal juga merupakan akibat konsentrasi oksigen dalam air menurun (Fakhrudin *et al.*, 2019).

Desa Sendang merupakan kampung para pembudi daya ikan nila keramba jaring apung dan diketahui memiliki jumlah plot keramba jaring apung terbanyak di antara desa lainnya. Desa Sendang merupakan desa yang memiliki akses mudah ke Waduk Gajah Mungkur (zonasi perikanan) yang menyebabkan berkembangnya budi daya keramba jaring apung di desa tersebut. Kegiatan budi daya ikan nila di keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur dapat menghasilkan hingga 70 kg per plot dalam sekali panen. Namun, karena perubahan suhu air sebelum memasuki musim hujan, 10 ton ikan nila siap panen dapat tiba-tiba mati. Angka kematian ikan nila yang dialami setiap pembudi daya dapat mencapai 2 ton (Yogi, 2019). Kematian ikan secara massal ini menyebabkan kerugian ekonomi, sosial, dan lingkungan bagi penghidupan pembudi daya.

Beberapa permasalahan dalam produktivitas budi daya ikan nila keramba jaring apung yang

terjadi terlebih akibat perubahan musim dan cuaca ekstrem sebagaimana yang telah dipaparkan sebelumnya merupakan landasan akan pentingnya penelitian ini. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi tingkat kerentanan penghidupan para pembudi daya ikan nila pada keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur dan menganalisis strategi adaptasi yang dilakukan oleh pembudi daya untuk mengatasi kerentanan yang dihadapi. Adapun tujuan spesifik dari penelitian ini adalah (1) mendeskripsikan profil pembudi daya ikan nila keramba jaring apung (KJA) skala kecil; (2) menganalisis indeks kerentanan penghidupan pembudi daya ikan nila; (3) menganalisis kinerja dan perspektif keterpaparan, kapasitas adaptasi, dan sensitivitas yang dihadapi pembudi daya ikan nila; dan (4) menganalisis strategi adaptasi pembudi daya ikan nila skala kecil KJA di Waduk Gajah Mungkur.

## METODOLOGI

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2016 hingga Juli 2016 di Desa Sendang, Kecamatan Wonogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan angka jumlah rumah tangga, pembudi daya perikanan di Kecamatan Wonogiri tahun 2016 berjumlah 254 (BPS Kabupaten Wonogiri, 2016) dan pada tahun 2021 berjumlah sekitar 360 (BPS Kabupaten Wonogiri, 2020). Peningkatan yang terjadi berjumlah kurang dari 100. Selain itu, jenis mata pencaharian dan permasalahan yang dihadapi masih cenderung sama. Salah satunya adalah dampak perubahan iklim yang hingga saat ini banyak sektor lain, termasuk perikanan budi daya, masih akan tetap merasakan hal tersebut. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa penelitian ini masih relevan. Penentuan lokasi penelitian dilakukan secara sengaja (*purposive*) dengan pertimbangan bahwa Desa Sendang merupakan kampung para pembudi daya ikan nila keramba jaring apung dan diketahui memiliki jumlah plot keramba jaring apung terbanyak di antara desa lain di sekitarnya. Secara geografis, Desa Sendang berbatasan langsung dengan Waduk Gajah Mungkur, Wonogiri. Selain itu, pembudi daya ikan nila keramba jaring apung yang bermukim di Desa Sendang merupakan pembudi daya yang paling sering terkena dampak perubahan musim dan cuaca ekstrem yang ditandai dengan seringnya ditemukan kematian ikan massal pada plot keramba jaring apungnya.

### Teknik Pemilihan Responden

Unit analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumah tangga pembudi daya ikan nila di Desa Sendang. Pemilihan responden dilakukan secara *purposive sampling* dengan teknik *random sampling*. Dalam hal ini, setiap pembudi daya memiliki kemungkinan yang sama untuk dipilih (Floyd, 2014). Hal ini dilakukan karena dalam pola kerjanya, pembudi daya ikan nila keramba jaring apung ini lebih lama berada di waduk daripada tinggal di rumah mereka. Dengan demikian, pembudi daya sangat sulit untuk diwawancarai di rumahnya. Menurut Sugiyono (2015), ukuran sampel minimum yang layak dalam penelitian adalah antara 30 sampai dengan 500. Selain itu, salah satu literatur yang paling banyak digunakan adalah penentuan ukuran sampel dengan menggunakan rumus Slovin (1960). Jika dihitung dengan rumus Slovin diketahui bahwa:

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} = \frac{50}{1+50 \times 0.05^2} = 44.44$$

Keterangan (*remarks*):

- n* = jumlah sampel (*the amount of sample*)
- N* = populasi (*population*)
- e* = tingkat signifikansi dalam penelitian ini digunakan signifikansi 90% (*signification level in this study use signification of 90%*).

Oleh karena itu, jumlah responden yang digunakan pada penelitian ini adalah sebanyak 40 orang pembudi daya dari total jumlah populasi pembudi daya ikan nila keramba jaring apung di Desa Sendang adalah 50 orang. Jumlah ini sudah mewakili populasi.

### Jenis, Sumber, dan Teknik Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan melalui wawancara berdasarkan daftar pertanyaan yang telah disusun yang berisi tentang informasi profil responden dan pertanyaan yang berkaitan dengan kerentanan penghidupan yang diadopsi dari studi Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC). Kerentanan penghidupan pembudi daya ikan nila keramba jaring apung dapat diketahui dengan formula  $LVI_{IPCC}$  dalam bentuk persentase melalui interpretasi tiga komponen utama, yaitu *exposure* (eksposur sosial, ekonomi, dan ekologi), *adaptive capacity* (profil, sosio demografi, strategi penghidupan dan jaringan sosial), dan *sensitivity* (kesehatan, pangan, air) (Tabel 1) (Hahn *et al.*, 2009; Gravitationi *et al.*, 2018). Formula tersebut dikembangkan berdasarkan tinjauan literatur pada setiap komponen utama serta kepraktisan

pengumpulan data yang diperlukan melalui survei rumah tangga, wawancara mendalam (*in-depth interview*), dan observasi. Pengumpulan data sekunder dilakukan berdasar studi literatur serta kajian dokumen-dokumen yang relevan dengan tujuan penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif sehingga responden dipilih secara survei.

### Metode Analisis

Analisis dan penentuan tingkat kerentanan penghidupan pembudi daya ikan nila pada keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur ini mengacu pada perhitungan indeks kerentanan penghidupan (*livelihood vulnerability index*) yang dilakukan oleh Hahn *et al.* (2009) dan IPCC (2001). Indeks kerentanan penghidupan berguna untuk memantau kerentanan dari ruang dan waktu, mengidentifikasi proses kerentanan, memprioritaskan strategi untuk mengurangi kerentanan, dan mengevaluasi efektivitas dari strategi (Shah *et al.*, 2013). Perhitungan indeks kerentanan penghidupan pada penelitian ini ditentukan berdasarkan bobot dari beberapa komponen dan subkomponen tekanan/paparan yang dihadapi pembudi daya dari aspek sosial, ekonomi, dan ekologi. Kapasitas adaptasi ditentukan oleh strategi penghidupan yang dilakukan, jaringan sosial yang dimiliki, dan berdasarkan data sosial demografi. Sensitivitas ditentukan dari aspek pangan, air, dan kesehatan. Setiap subkomponen memberikan kontribusi yang sama dalam keseluruhan indeks, meskipun setiap komponen utama terdiri atas sejumlah sub-komponen yang berbeda. Metode sederhana dengan bobot yang sama diterapkan untuk semua komponen utama. Karena setiap subkomponen diukur pada skala tertentu, itu perlu dinormalisasi sebagai indeks. Untuk tujuan ini, persamaan yang digunakan diterapkan standarisasi indeks. Standarisasi berfungsi untuk mengukur unit/skala data yang berbeda untuk menghasilkan nilai indeks. Indeks komposit kerentanan penghidupan (LVI) dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Indeks Sd} = \frac{Sd - S_{min}}{S_{max} - S_{min}} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan (*remaks*):

- Sd = Nilai sub komponen (*sub-component value*)
- Sd min = Nilai minimum dari sub komponen (*minimum value of sub-component*)
- Sd max = Nilai maksimum dari sub komponen (*Maximum value of sub-component*)

Setelah menormalkan nilai sub-komponen, nilai setiap komponen utama dihitung dengan persamaan berikut:

$$Md = \frac{\sum_i^n index\ Sd\ i}{n} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan (remarks):

- Md = Nilai komponen utama (*main component value*)
- Indeks Sd i = Nilai sub komponen pada komponen utama (*sub component value of main-component*)
- n = Jumlah sub komponen pada komponen utama l (*The number of sub-component in the main component l*)

Langkah terakhir adalah menentukan nilai indeks kerentanan penghidupan pembudi daya dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$LVI = \frac{\sum_{i=1}^n wmi.Mdi}{\sum_{i=1}^n wmi} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan (remarks):

- LVI = Indeks kerentanan (*vulnerability indeks*)
- wmi = Bobot subkomponen (*weight of sub component*)
- Mdi = Nilai komponen utama (*main component value*)

Perhitungan LVI dalam penelitian ini juga menggunakan pendekatan IPCC yang menerapkan bobot yang sama untuk semua komponen utama. Menurut definisi IPCC, ciri-ciri kerentanan adalah sebagai fungsi dari kategori keterpaparan, kepekaan sistem, dan kapasitas adaptif. Indeks LVI-IPCC merupakan pilihan alternatif untuk menghitung LVI dengan menggabungkan definisi kerentanan menurut IPCC. Kerentanan menurut IPCC merupakan definisi dari tiga komponen di antaranya tekanan/paparan, kapasitas adaptasi, dan sensitivitas. Tabel 1 menjelaskan metode dalam komputasi LVI-IPCC.

LVI-IPCCd diberi skala mulai dari -1 (kerentanan paling rendah) sampai +1 (kerentanan paling tinggi) (Hahn *et al.*, 2009). LVI-IPCC adalah metode alternatif yang dikembangkan dari LVI sebagai proksi kerentanan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh perubahan iklim. Skala dari -1–(0,4) yang merujuk pada *tidak rentan*, -0,41–0,3 yang mengacu pada *rentan/sedang*, dan 0,31–1 yang mengacu pada *sangat rentan* (Gravitiani *et al.*, 2018). Secara umum, LVI mengukur rata-rata dari setiap komponen, sedangkan pada LVI<sub>IPCC</sub> komponen diintegrasikan ke dalam tiga komponen utama dan diukur menggunakan rumus yang berbeda (rumus LVI<sub>IPCC</sub>).

Sementara itu, metode analisis untuk menentukan strategi adaptasi yang digunakan pembudi daya keramba jaring apung (KJA) skala kecil di Waduk Gajah Mungkur menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Analisis deskriptif kuantitatif dilakukan menggunakan kalkulasi persentase pilihan jawaban atau perspektif pembudi daya berdasarkan kuesioner.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Profil Pembudidaya Ikan Nila

Mayoritas pembudi daya ikan di Desa Sendang berjenis kelamin laki-laki dan berdasarkan usia dikategorikan sebagai pekerja produktif. Usia termuda pembudi daya ikan adalah 21 tahun. Rata-rata usia pembudi daya ikan adalah sekitar 36 tahun. Peluang usaha budi daya perikanan di

**Tabel 1. Komponen Kerentanan Penghidupan dalam IPCC**  
(*Table 1. Component of Livelihood Vulnerability in IPCC*)

Komponen ( <i>Component</i> )	Komponen Utama ( <i>Main Component</i> )
Paparan ( <i>Exposure</i> )	Sosial, ekonomi, ekologi ( <i>Social, Economic, Ecology</i> )
Kapasitas Adaptasi ( <i>Adaptive Capacity</i> )	Strategi penghidupan, jaringan sosial, social demografi ( <i>livelihood strategy, social-networking, socio demography</i> )
Sensitivitas ( <i>Sensivity</i> )	Makanan, Air, Kesehatan ( <i>Food, Water, Health</i> )

(Sumber/source: Gravitiani *et al.*, 2018; Hahn *et al.*, 2009)

Kombinasi ketiga komponen dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$LVI_{(IPCCd)} = (e - a) \times s \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan/Remarks:

- LVI<sub>(IPCCd)</sub> = LVI untuk pembudidaya yang dinyatakan dengan menggunakan kerangka kerentanan IPCC (*LVI of fish farmer declared using the IPCC vulnerability framework*)
- e = Kalkulasi skor exposure (paparan/tekanan bagi penghidupan pembudidaya) (*Calculation of exposure score (exposure to fish farmer livelihood)*)
- a = Kalkulasi skor kapasitas adaptif (sosial demografi, strategi penghidupan dan jaringan sosial) (*Calculations score of adaptive capacity (socio demography, livelihood strategy and social networking)*)
- s = Kalkulasi skor sensitivitas (pangan, air, kesehatan) (*Calculation of sensitivity score (food, water, health)*)

Desa Sendang dapat bertahan dan dimaksimalkan karena pembudi daya ikan berada pada usia produktif (Nissa *et al.*, 2018).

Pendidikan merupakan salah satu hal yang penting bagi kehidupan manusia. Tingkat pendidikan pembudi daya ikan di Desa Sendang tergolong tinggi dengan persentase pembudi daya dengan tingkat pendidikan tamat SMA sebesar 51,43% (Gambar 1).

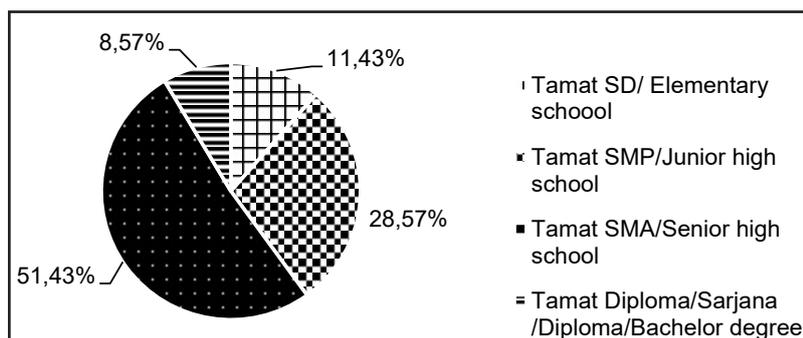
Pendidikan pembudi daya ikan nila di Desa Sendang dapat dikatakan baik karena lebih dari 50% pembudi daya telah menamatkan pendidikan tingkat SMA. Hal ini tentunya dapat menjadi modal manusia yang cukup baik untuk dapat mengembangkan kualitas sumber daya manusia mereka.

Menurut Nissa *et al.* (2018), aktivitas budi daya ikan nila pada keramba jaring apung sudah ada di Waduk Gajah Mungkur, Wonogiri dan sudah berjalan lebih dari 50 tahun hingga saat ini. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa budi daya ikan

nila dan keramba jaring apung ini merupakan usaha yang menguntungkan sehingga dalam 10 tahun terakhir ini makin banyak masyarakat Desa Sendang yang bermata pencaharian sebagai pembudi daya. Berikut ini adalah lama pengalaman budi daya oleh pembudi daya ikan nila keramba jaring apung yang dapat dilihat pada Gambar 2.

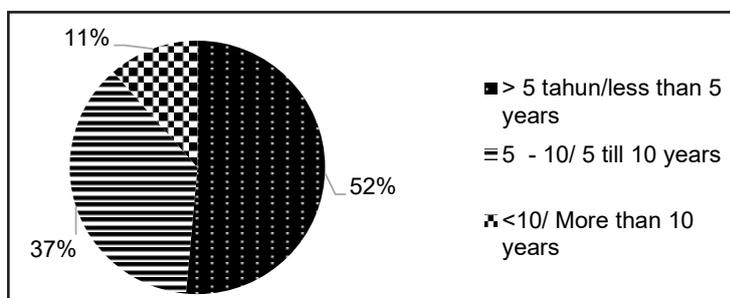
### Indek Kerentanan Penghidupan Pembudi Daya Ikan Nila

Perubahan akibat paparan atau tekanan yang terjadi pada suatu sumber mata pencaharian dapat menyebabkan munculnya kerentanan dalam suatu masyarakat. Hasil dari subkomponen terstandardisasi dan perhitungan indeks kerentanan penghidupan pada 40 responden pembudi daya ikan keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur, Wonogiri menunjukkan bahwa tingkat kerentanan pembudi daya ikan keramba jaring apung dapat dikategorikan rentan. Skor untuk tiap-tiap komponen (indikator yang digunakan untuk mengukur indeks LVI) ditunjukkan pada Tabel 2.



**Gambar 1 Tingkat Pendidikan Pembudi Daya Ikan Nila Keramba Jaring Apung Skala Kecil di Waduk Gajah Mungkur, Kabupaten Wonogiri, 2016/ (Figure 1 Education Level of Small Scale Tilapia Fish Farmers' Floating Net Cages in the Gajah Mungkur Reservoir, Wonogiri Regency, 2016)**

(Sumber: Nissa, 2016) modifikasi/sources: Nissa, 2016 modification)



**Gambar 2 Pengalaman Pembudi Daya Ikan Nila Keramba Jaring Apung Skala Kecil di Waduk Gajah Mungku, Kabupaten Wonogiri, 2016 (Figure 2 Experience in Aquaculture of Small Scale Floating Net Cages Tilapia Fish Farmers in Gajah Mungkur Reservoir, Wonogiri Regecy, 2016)**

(Sumber: Nissa, 2016) modifikasi/sources: Nissa, 2016 modification)

Tingkat kerentanan pembudi daya ikan nila keramba jaring apung di Desa Sendang termasuk pada kondisi rentan. Diketahui dari indeks eksposur yang mereka hadapi cukup tinggi. Sementara itu, jika dilihat dari kapasitas adaptasinya, kerentanan memang tinggi. Namun, strategi penghidupan atau pemanfaatan kapasitas adaptasi mereka masih dapat dikatakan rendah sehingga nilai indeks kerentanan mereka tinggi.

Sementara itu, indek komponen LVI berdasarkan pendekatan IPCC adalah sebuah

metode alternatif yang dikembangkan dari LVI sebagai proksi kerentanan penghidupan komunitas yang disebabkan oleh perubahan iklim. Nilai dari LVI-IPCC dari penghidupan rumah tangga pembudi daya ikan nila keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur, Wonogiri ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Nilai keseluruhan indeks LVI-<sub>IPCC</sub> adalah 0,042. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penghidupan pembudi daya ikan nila di Desa Sendang rentan terhadap bencana alam yang disebabkan oleh

**Tabel 2. Indeks Sub Komponen, Komponen Utama dan Total Indeks Kerentanan Penghidupan Pembudidaya Ikan Nila Keramba Jaring Apung (KJA) Skala Kecil di Waduk Gajah Mungkur, Kabupaten Wonogiri, 2016**  
 (Table 2. Index of sub-component, main component, and total LVI of Small Scale Tilapia Fish Farmer of Floating Net Cages in Gajah Mungkur Reservoir, Wonogiri Regency, 2016)

Komponen/ Component	Sub Komponen/ Sub Component (Persentase Rumah tangga / Percentage of Household)	Nilai Sub Komponen (Sub Component Value)	Komponen Utama (Main Component)	Nilai Komponen Utama (Main Component Value)
<b>Tekanan/ exposure</b>	- upwelling	0.51	Sosial, ekonomi, ekologi (social, economic, ecology)	0.51
	-Kekurangan oksigen dalam plot KJA (Decreasing Oxygen Quality of KJA plot)	0.56		
	-kekeringan (drought)	0.41		
	-fluktuasi harga produksi (Fluctuation of price production)	0.79		
	-kompetisi harga (Price competition)	0.49		
	-Konflik social (Social conflict)	0.31		
<b>Kapasitas Adaptif (adaptive capacity)</b>	-menggunakan teknologi sederhana (diesel) (using technology (diesel))	0.57	Strategi penghidupan (livelihood strategy)	0.55
	-memiliki keterampilan budidaya (has skill as fish farmer)	0.57		
	-mempunyai keramba jaring apung >20 plot/ (have floating net cages > 20 plots)	0.52		
	- mengikuti kelompok sosial pembudidaya (join in social groups (fish farmers group))	0.53		
	-pinjaman sesama pembudidaya (borrow money among fish farmers)	0.59		
	- akses mendapatkan pinjaman dari Bank (have an access to get a loan from the bank)	0.52		
<b>Sensitivitas (sensitivity)</b>	-akses ke penyedia benih ikan nila (have an access to tilapia seed suppliers)	0.53	Sosial demografi (socio demography)	0.78
	- berusia produktif dan memiliki pekerjaan sampingan (productive age and have side job)	0.89		
	-memiliki lahan pertanian dan ternak (have another land of agriculture and cattle)	0.67		
	-memiliki sumber pangan dari lahan sendiri (have sources of food from his own land)	0.69		
	-memiliki stok pangan dalam satu bulan (have foods shortage in a month)	0.03		
	-pembudidaya ikan nila adalah pekerjaan utama (Tilapia fish farmer is the main job of household)	0.77		
	- tidak memiliki ketersediaan sumber air bersih secara konsisten (no consistent water supply)	0.09	Air (water)	
	- anggota keluarganya memiliki penyakit kronis (family members have chronic illness)	0.15	Kesehatan (health)	
	<b>LVI</b>			<b>0.5</b>

**Tabel 3 Indeks Subkomponen, Komponen Utama, dan Total LVI-IPCC Pembudi Daya Ikan Nila Keramba Jaring Apung (KJA) Skala Kecil di Waduk Gajah Mungkur, Kabupaten Wonogiri, 2016**  
*(Table 3 Index of Subcomponent, Main Component and Total LVI-IPCC of Small Scale Tilapia Fish Farmer of Floating Net Cages in Gajah Mungkur Reservoir, Wonogiri Regency, 2016)*

Komponen Utama (Main Component)	Nilai Sub Komponen (Sub Component value)	Bobot Sub Komponen (Sub Component Wight)	Nilai Komponen Utama(Main Component Value)	Kategori (Category)
<b>Tekanan (Exposure)</b>	0.51	6.00	0.51	Sangat rentan (vulnerable)
<b>Kapasitas Adaptif (Adaptive Capacity)</b>	1.87	9.00		
Strategi Penghidupan ( <i>livelihood strategy</i> )	0.55	3.00	0.21	Rentan (vulnerable)
Jaringan Sosial ( <i>social networking</i> )	0.54	4.00		
Sosial Demografi ( <i>socio demography</i> )	0.78	2.00		
<b>Sensitivitas (sensitivity)</b>	0.74	5.00		
Makanan ( <i>food</i> )	0.50	3.00	0.14	Rentan (vulnerable)
Air ( <i>water</i> )	0.09	1.00		
Kesehatan ( <i>health</i> )	0.15	1.00		
		LVI(IPCC) <sub>IPCC</sub>	0.042	Rentan (vulnerable)

perubahan iklim. Sementara itu, hasil LVI adalah 0,5 yang dalam hal ini angka tersebut dalam skala -1 hingga +1 lebih mendekati ke +1 sehingga dapat dikatakan bahwa tingkat kerentanan penghidupan pembudi daya ikan nila pada keramba jaring apung (KJA) di Desa Sendang termasuk pada kondisi rentan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penghidupan pembudi daya ikan nila rentan berdasarkan hasil murni indeks kerentanan penghidupan (*livelihood vulnerability index* (LVI) atau dari hasil formula indeks kerentanan berdasarkan IPCC. Keduanya menunjukkan interpretasi hasil yang sama, yaitu penghidupan pembudi daya ikan nila keramba jaring apung di Desa Sendang berada pada kondisi rentan. Hal tersebut terjadi karena nilai indeks exposure yang sangat tinggi (sangat rentan) daripada kemampuan adaptasi yang dimiliki masih rendah sehingga tindakan adaptasi yang dilakukan dikategorikan rata-rata (rentan). Sementara itu, sensitivitas terhadap tekanan yang terjadi juga masih lebih rendah dari kemampuan adaptasi mereka.

Hal tersebut juga didukung oleh pernyataan pembudi daya ikan nila pada keramba jaring apung di Desa Sendang yang menyebutkan bahwa pekerjaan utama mereka adalah pembudi daya ikan keramba jaring apung. Banyaknya plot keramba yang dimiliki setiap pembudi daya menarik mereka untuk tetap mempertahankan usaha budi daya tersebut, meskipun dampak dari cuaca ekstrem sering kali menimbulkan kerugian

bagi mereka. Nissa *et al.* (2018) menyebutkan bahwa sebanyak lebih dari 50% pembudi daya ikan keramba jaring apung di Desa Sendang ini baru memiliki pengalaman budi daya kurang dari 5 tahun.

*“Sakjane nek pas kondisine apik kae yo nguntungne, Mulo akeh sing yo melu-melu nyoba dadi pembudidaya keramba. Dadi saiki yo nambah akeh kerambane. Ning nek pas keterak udan deres mesti yo resiko akeh iwak sing mati. Nek pas ngono kui awake dewe biasane ming iso nggunake disel dinggo muter banyu sik ning njero karamba kui. Terus nek pas ketigo kae banyune waduk mesti asat greng, enek beberapa plot sing garing, yo nek pas ngono kui paling yo gur dibenke wae, ora diapa apa ke, istilahe dibero. Masio ngono yo sampe saiki ijk tetep dadi pembudi daya ning keramba. Sing ra kuat modal yo paling ngedol keramba ne ning wong liyo suk nek wis nduwe duit meneh, yo tuku plot kerambane wong sing genti didol” (STJO 48 tahun).*

(Sebenarnya kalau kondisi bagus ya menguntungkan. Maka dari itu banyak yang ikut-ikutan mencoba menjadi pembudidaya keramba. Jadi sekarang ya bertambah plot kerambanya. Namun, ya, seperti ini kalau mendapat hujan deras pasti, ya, risiko banyak ikan yang mati. Pada saat itu, kita biasanya hanya bisa menggunakan disel untuk memutar

air yang ada di dalam keramba. Terus, kalau musim kemarau itu air waduk pasti kering, ada beberapa plot yang kering, dan saat seperti itu hanya dibiarkan saja, tidak dilakukan apa pun atau istilahnya diberu (dibiarkan kosong dan kering). Walaupun kondisinya seperti itu, ya, sampai sekarang masih tetap menjadi pembudi daya di keramba. Mereka yang tidak kuat modal menjual plot keramba mereka ke orang lain dan nanti kalau sudah punya uang lagi, ya, beli lagi plot keramba dari orang lain yang sedang menjual kerambanya. (STJO, 48 tahun).

Rendahnya pengalaman yang dimiliki menjadi salah satu faktor penyebab tidak banyak hal yang dapat mereka lakukan untuk menghadapi eksposur yang mereka alami. Hal tersebut diketahui dari awal mula mereka memulai budi daya ikan nila keramba jaring apung karena mengikuti tren dan tergiur oleh keuntungan yang diperoleh sehingga tidak banyak hal yang dapat mereka lakukan ketika musim kemarau ataupun saat cuaca ekstrem dan curah hujan tinggi yang mengganggu produktivitas keramba jaring apungnya.

## **Kinerja dan Perspektif Sub-Komponen Kerentanan Penghidupan Pembudi Daya Ikan Nila**

### **a. Kinerja dan Perspektif Keterpaparan**

Sistem penghidupan rumah tangga pembudi daya ikan nila sangat bergantung pada keramba jaring apung dan Waduk Gajah Mungkur. Oleh karena itu, sangat jelas jika perubahan iklim dan cuaca menjadi sumber eksposur bagi penghidupan para pembudi daya ikan nila. Diketahui bahwa nilai komponen eksposur/tekanan pada indeks  $LVI_{IPCC}$  adalah 0,51 yang artinya sangat rentan (Tabel 4). Keterpaparan dari pengaruh alam, cuaca, sosial, dan perubahan kebijakan perekonomian merupakan masalah yang menyebabkan kerentanan di suatu daerah atau wilayah. Salah satu paparan yang terjadi dalam penelitian ini disebabkan oleh variabilitas iklim (Hahn *et al.*, 2009). Iklim dan kejadian ekstrem seperti banjir yang tinggi, kekeringan musiman, gelombang panas, dan musim dingin semuanya memiliki dampak yang signifikan terhadap produksi budi daya dan keuntungan yang didapatkan (Lebel *et al.*, 2018). Dampak variabilitas iklim yang terjadi di lokasi penelitian ini adalah efek pembalikan massa air (*upwelling*) yang sering terjadi akibat curah hujan yang tinggi, penurunan oksigen di keramba jaring apung, dan juga waduk menjadi

kering (Tabel 3). Jumlah petak keramba jaring apung yang dimiliki oleh setiap pembudi daya ikan berisiko tinggi terdampak *upwelling*, penurunan oksigen, dan kekeringan plot bila terjadi paparan ekologis. Hal ini terjadi karena paparan dari ancaman alam cukup banyak dan bervariasi. Proses *upwelling yang* terjadi karena adanya variabilitas musim dapat memengaruhi fluktuasi suhu udara dan air secara proporsional. Peningkatan suhu udara yang dipengaruhi oleh panasnya terik matahari dan tingginya tekanan angin ketika cuaca ekstrem mengakibatkan peningkatan suhu permukaan atas air yang kemudian mengubah suhu pada lapisan tengah (Magee & Wu, 2016).

Selain itu, Indonesia memiliki dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Oleh karena itu, setiap perubahan musim sangat memengaruhi produktivitas budi daya. Penurunan kadar oksigen sering terjadi pada saat curah hujan tinggi. Curah hujan yang tinggi dan tutupan awan yang tebal mengurangi intensitas cahaya yang masuk ke dalam air tiap plot keramba jaring apung sehingga mengganggu proses fotosintesis fitoplankton yang ada. Jika musim kemarau berganti menjadi musim hujan, biasanya terjadi *upwelling* yang memicu terjadinya mortalitas atau kematian massal. *Upwelling* adalah pembalikan masa air yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi. Keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur, Wonogiri telah aktif berproduksi dalam waktu yang lama, yaitu lebih dari 50 tahun. Oleh karena itu, kadar amonia di dalam airnya juga sudah mencapai kadar cukup tinggi akibat menumpuknya timbunan sisa-sisa pakan ikan dan sisa metabolisme ikan yang kemudian dapat menjadi racun bagi ikan saat terjadi *upwelling*. Kecenderungan proses pergantian badan air yang tidak teratur menyebabkan menurunnya nutrisi dan oksigen dalam air, tumpukan sisa pakan dengan kandungan fosfor yang tinggi, meningkatnya air limbah domestik (Taskov *et al.*, 2021) dan cuaca ekstrim seperti perubahan pola curah hujan berkontribusi pada rendahnya kualitas air (Boer *et al.*, 2019). Dengan demikian, kematian ikan tidak dapat dihindari yang kemudian berdampak pada penurunan produktivitas ikan nila.

Eksposur aspek ekonomi yang dihadapi oleh para pembudi daya ikan juga sangat tinggi, yaitu fluktuasi harga produksi (0,79) (Tabel 3). Nilai tersebut disebabkan paparan berupa biaya produksi yang tinggi dan hasil panen yang rendah (produksi nila) pada musim yang tidak mendukung (musim kemarau yang menyebabkan kekeringan atau curah

hujan tinggi yang memicu *upwelling*). Persaingan harga antar pembudi daya ikan akibat perbedaan produksi dan perbedaan strategi pemasaran seperti harga jual berbeda ketika dijual langsung ke tengkulak atau ke pasar. Perbedaan harga ini disebabkan oleh harga dari tengkulak sebagian besar lebih rendah dari harga pasar. Monopoli harga oleh tengkulak bisa dikatakan menjadi faktor pemicu kerugian ekonomi para pembudi daya ikan. Pembudi daya skala kecil masih belum memiliki akses yang mudah untuk langsung berjualan ke pasar karena sebagian besar pembudi daya skala kecil sudah terikat pinjaman modal pada tengkulak.

Eksposur yang paling rendah adalah eksposur dari aspek sosial. Meskipun banyak menghadapi keterpaparan dari variabilitas iklim berupa paparan ekologi dan ekonomi, pembudi daya ikan nila di Waduk Gajah Mungkur, Wonogiri ini memiliki keterikatan yang kuat. Mayoritas pembudi daya ikan nila di Desa Sendang, Wonogiri ini masih memiliki ikatan kekeluargaan. Ikatan kekeluargaan yang dimaksud dalam hal ini adalah berupa hubungan keturunan yang dapat ditemukan di dalam hubungan pertetanggaan. Dengan memahami kondisi kekeluargaan dan adanya mediasi melalui kelompok pembudi daya ikan nila keramba jaring apung tersebut, konflik sosial bisa diminimalisasi.

#### **b. Kinerja dan Perspektif Kapasitas Adaptasi**

Kapasitas adaptif merepresentasikan kemampuan sistem kehidupan untuk beradaptasi dengan tekanan atau eksposur yang terjadi (Hahn *et al.*, 2009). Nilai kapasitas adaptif pembudi daya ikan nila KJA di Waduk Gajah Mungkur berdasarkan perhitungan indeks LVI dengan pendekatan IPCC diperoleh indeks sebesar 0,21 (Tabel 4) lebih rendah daripada nilai indeks eksposur. Artinya, para pembudi daya ikan nila di Desa Sendang mampu menyesuaikan diri dengan eksposur yang terjadi. Namun, begitu masih berada pada rentang -0,41–0,3 sehingga masih dikategorikan rentan.

Adaptasi yang dilakukan oleh pembudi daya ikan nila di Waduk Gajah Mungkur, Wonogiri ini adalah ketika mengalami kesulitan keuangan, mereka cenderung memiliki utang kepada sesama pembudi daya ikan atau meminjam dana kredit usaha rakyat (KUR) dari bank. Para pembudi daya ikan yang memiliki tanah atau ternak memilih untuk menjual hasil panen atau ternaknya untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Artinya, pembudi daya ikan

nila Desa Sendang, Wonogiri memiliki kapasitas adaptasi yang baik dengan memanfaatkan jejaring sosial atau modal sosial, yaitu *trust*. Fukuyama (1995) mengatakan, “Kepercayaan pada modal sosial adalah kemampuan orang untuk bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama dalam suatu kelompok dan organisasi.”

Kuatnya hubungan sosial di antara para pembudi daya ikan disebabkan oleh tingginya tingkat kepercayaan di antara mereka. Dengan demikian, kerentanan dalam aspek sosial sangat rendah (0,31) (Tabel 3). Pasalnya, hampir semua pembudi daya ikan nila berafiliasi dalam Kelompok Pembudi Daya Ikan Desa Sendang. Melalui kelompok pembudi daya ikan tersebut, mereka dapat memanfaatkan koneksi mereka untuk saling berutang pada saat terjadi krisis. Namun, sebagaimana diketahui, masih banyak kelompok yang tidak aktif berkegiatan. Banyak kelompok pembudi daya yang hanya sekadar kumpulan nama pembudi daya yang kemudian dijadikan sarana untuk mengajukan bantuan. Coleman dalam Field (2008) menyatakan bahwa modal sosial merepresentasikan sumber daya karena melibatkan ekspektasi timbal balik yang kemudian membentuk jaringan yang lebih luas dan relasinya bersandar pada tingkat kepercayaan dan nilai bersama yang ditegakkan melalui hukuman/sanksi. Oleh karena itu, modal sosial adalah cara untuk menjelaskan bagaimana orang/antarindividu mampu bekerja sama. Sementara itu, Putnam (1993) mendefinisikan modal sosial sebagai “fitur organisasi sosial, seperti kepercayaan, norma, dan jaringan yang dapat meningkatkan efisiensi komunitas dengan memfasilitasi tindakan yang terkoordinasi”.

Selain itu, istri pembudi daya ikan juga membantu meningkatkan pendapatan rumah tangga mereka dengan membuat usaha pengolahan ikan seperti ikan goreng dan ikan olahan lainnya. Istri pembudi daya juga memiliki kelompok sosial sendiri. Kelompok itu adalah kelompok ibu-ibu pengolah dan pedagang ikan olahan di sepanjang pinggir Waduk Gajah Mungkur. Kelompok sosial para istri pembudi daya memberikan nilai tambah bagi para istri pembudi daya dalam membantu mengatasi eksposur yang dihadapi oleh para pembudi daya dalam mempertahankan penghidupannya. Namun, seperti yang diketahui, peran istri pembudi daya hanya sebatas pada kegiatan pascapanen. Kegiatan manajemen keuangan rumah tangga

pembudi daya masih belum terlalu baik, terlebih sifat konsumtif yang juga masih ada menjadikan mereka masih sering kesulitan modal usaha dan tidak lepas dari utang.

Para pembudi daya ikan nila di Waduk Gajah Mungkur, Desa Sendang, Kabupaten Wonogiri telah mampu memprediksi bahaya alam yang terjadi setiap musim. Mereka biasanya cukup mengantisipasi hal ini dengan menggerakkan air ke setiap plot keramba jaring apung dengan selang air. Pancuran dari selang air dengan dorongan dari mesin diesel diharapkan dapat meningkatkan kadar oksigen. Kajian gender dengan studi risiko iklim juga menyebutkan bahwa dalam hal menghadapi risiko iklim, perempuan dinilai lebih tanggap daripada laki-laki seperti di Thailand Utara (Lebel *et al.*, 2015) dan Amerika Serikat (McCright, 2010). Perbedaan gender dalam pembagian kerja dan kemampuan adaptasi perempuan relatif banyak memodifikasi hasil panen dan harga jual ikan untuk meminimalisasi risiko. Sementara itu, laki-laki melakukan tugas yang membutuhkan kekuatan fisik seperti mengurus keramba jaring apung dan mengelola operasional budi daya agar tetap bertahan dalam menghadapi risiko iklim (Lebel *et al.*, 2009).

Meskipun banyak penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa skala kecil identik dengan rentan, D'souza dan Ikerd (1996) dalam Carolina (2015) menegaskan bahwa perikanan skala kecil juga memiliki peran tertentu yang tidak dapat diabaikan dalam pembangunan berkelanjutan. Dalam penelitian Carolina (2015) pun ditemukan bahwa pembudi daya ikan di daerah Subang Jawa Barat memiliki bermacam-macam pemahaman tersendiri terkait manajemen budi daya yang tecermin dalam pola operasional yang bervariasi yang dianggap sebagai "variasi strategi" dan kekuatan "kepercayaan diri" serta dianggap sebagai sikap "bertahan (*defensive*)". Hal tersebut dilakukan karena mereka tidak memiliki pilihan lain. Para pembudi daya ikan nila keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur ini juga memiliki beberapa strategi untuk mengurangi kerugian ketika menghadapi perubahan musim dengan berfokus pada pengelolaan.

Mereka hanya menyimpan benih saat musim cukup baik dan mereka mengurangi jumlah petak saat musim peralihan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa kualitas sumber daya manusia pembudi daya ikan nila di keramba jaring apung

cukup baik karena telah mampu memprediksi, bertahan, dan mengantisipasi paparan yang terjadi, terutama akibat perubahan musim yang memicu penurunan produktivitas. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa penghidupan pembudi daya ikan nila cukup tangguh. Dalam kondisi apa pun, setiap rumah tangga senantiasa berupaya untuk mempertahankan penghidupannya melalui berbagai strategi bertahan hidup. Pomeroy (2011) menyatakan bahwa keyakinan diri sebenarnya merupakan ketahanan individu yang potensial untuk bertransformasi menjadi ketahanan masyarakat. Setiap individu atau rumah tangga mampu mengembangkan mekanisme kelangsungan hidup melalui kelompok sosial dalam konteks sosio-budaya-ekologi-geografi dan lokalitas, pranata sosial dan struktur sosial menjadikan strategi penghidupan yang berbeda antara satu pembudi daya dan pembudi daya lain (Dharmawan, 2007).

### c. Kinerja dan Perspektif Sensitivitas

Sensitivitas dapat diartikan sebagai tingkat kepekaan suatu sistem dalam suatu sistem dalam menghadapi kerentanan (Hahn *et al.*, 2009). Sensitivitas adalah sejauh mana sistem penghidupan merespons perubahan, baik secara positif maupun negatif. Diketahui nilai indeks sensitivitas pembudi daya ikan nila KJA skala kecil di Waduk Gajah Mungkur adalah 0,14 (Tabel 4). Para pembudi daya ikan nila KJA Waduk Gajah Mungkur termasuk pada kategori tidak terlalu sensitif (rata-rata) karena mereka memiliki modal penghidupan yang cukup untuk pemenuhan kebutuhan pokok mereka, baik dari segi ketersediaan air, kondisi kesehatan, dan ketersediaan pangan. Rumah tangga pembudi daya di Desa Sendang biasanya menanam tanaman lain selain padi, seperti sayuran di halaman depan rumah atau seperti kacang-kacangan di halaman belakang rumah. Namun, beberapa pembudi daya yang memiliki pekerjaan sampingan sebagai petani dan yang tinggal di lereng pegunungan atau dataran tinggi hanya menghadapi kendala terkait air bersih karena lokasi yang sulit dijangkau oleh PDAM. Masyarakat Desa Sendang sebagian besar menggunakan PDAM untuk mendapatkan sumber air. Sebagian besar penduduk Desa Sendang bermata pencaharian utama sebagai pembudi daya ikan nila di keramba jaring apung. Oleh karena itu, mereka selalu berupaya tetap bertahan dengan berusaha lebih keras untuk mengatasi kerentanan dan menjaga kelangsungan penghidupan mereka.

### Strategi Adaptasi Pembudi Daya Ikan Nila

Nissa *et al.* (2019) menyebutkan bahwa strategi penghidupan dibentuk dari kapasitas tiap-tiap rumah tangga untuk mengombinasikan modal penghidupan yang mereka miliki dan dapat mereka akses. Pengalaman pembudi daya dalam menghadapi berbagai eksposur memungkinkan mereka untuk menyusun strategi untuk mengamankan sumber pendapatan utama mereka. Studi tentang strategi adaptasi pembudi daya ikan nila keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur, Wonogiri sudah lebih dulu dilakukan oleh Nissa *et al.* (2018). Ada pun strategi adaptasi yang dilakukan oleh pembudi daya ikan nila keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur, Wonogiri dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 tersebut, diketahui bahwa strategi adaptasi pembudi daya lebih banyak menggunakan strategi bertahan. Kemampuan bertahan mereka yang cukup baik didukung karena adanya manajemen operasional, peran gender dalam pembagian kerja rumah tangga pembudi daya, dan hubungan sosial yang kuat antarpembudi daya. Ketidakpastian hasil panen akibat perubahan cuaca/musim yang tidak terduga memang menjadi alasan utama perhitungan pembudi daya terkadang tidak akurat. Kondisi abnormal tersebut yang menjadi alasan utama yang memaksa pembudi daya untuk menerima kenyataan bahwa panen mereka gagal (seperti kematian massal ikan akibat *upwelling*). Oleh karena itu, prinsip kehati-hatian selalu menjadi pengingat dengan prinsip

**Tabel 4 Strategi Adaptasi Pembudi Daya Ikan Nila Keramba Jaring Apung Skala Kecil di Waduk Gajah Mungkur, Kabupaten Wonogiri, 2016**  
*(Table 4 Adaptation Strategy of Small Scale Floating Net Cages Tilapia Fish Farmers in Gajah Mungkur Reservoir, Wonogiri Regency, 2016)*

<b>Eksposur (Exposure)</b>	<b>Modal Penghidupan yang dimanfaatkan (Livelihood Capital That Use)</b>	<b>Strategi yang dilakukan (Strategy Carried Out)</b>
Pembalikan massa air ( <i>Upwelling</i> )	-	Tidak melakukan apapun (pasrah) ( <i>Do nothing (Give up)</i> )
Penurunan kadar oksigen ( <i>Oxygen reduction</i> )	Modal Fisik ( <i>Physical capital</i> )	Mengucurkan air ke dalam plot dengan mesin disel ( <i>Watering the plot by diesel machine</i> )
Kedangkalan air waduk ( <i>Shallow water</i> )	-	Mengosongkan beberapa plot ( <i>Empty some plots</i> )
Fluktuasi harga produksi & Sulit mendapatkan benih / ( <i>Fluctuation production price &amp; / hard to get seed</i> )	Modal Sosial ( <i>Human capital</i> )	Oper nota atau membeli langsung ke agen pusat ( <i>transfer nota or buy directly to the agency</i> )
Kompetisi harga ( <i>Price competition</i> )	Modal manusia ( <i>Human capital</i> )	Istri pembudidaya berperan dalam peningkatan harga/ ( <i>Fish farmer's wife take a role in increasing price</i> )
Produksi rendah ( <i>Low production</i> )	Modal finansial dan Modal Manusia ( <i>financial and human capital</i> )	Memfaatkan tabungan, mencari pinjaman atau beralih ke pekerjaan lain untuk sementara seperti tukang parir, penyewa perahu wisata ( <i>Using their savings, get a debt or change their job fo awhile like being parking man and rent their boat for recreation</i> )
Konflik Sosial ( <i>Conflict Social</i> )	Modal sosial ( <i>Social capital</i> )	Menggunakan kepercayaan dan norma antara keluarga dalam ikatan pertetanggaan dan kelompok pembudidaya/ ( <i>Using trust in kinship ties and norms among family in neighborhood and fish farmer group</i> )

Sumber: Nissa *et al.* (2018) dimodifikasi/source: (Nissa *et al.* [2018] modification)

bahwa selama kebutuhan pokok mereka dapat terpenuhi, mereka akan tetap bertahan dengan penghidupannya. Pekerjaan sampingan yang dilakukan sementara oleh pembudi daya selama mereka mengalami kondisi abnormal mampu membantu menstabilkan kondisi keuangan mereka dalam pencukupan kebutuhan tersebut.

Penghidupan pembudi daya ikan nila keramba jaring apung (KJA) skala kecil di Waduk Gajah Mungkur, Kabupaten Wonogiri diketahui masih berada dalam kondisi kategori rentan. Dominasi penggunaan strategi bertahan (*defensive*) oleh pembudi daya ikan nila KJA skala kecil di Waduk Gajah Mungkur, Wonogiri dapat dikatakan membenarkan kondisi tersebut. Oleh karena itu, peran pemerintah pusat ataupun daerah setempat sangat diperlukan untuk memperbaiki kondisi penghidupan pembudi daya ikan nila KJA skala kecil tersebut. Dampak dari perubahan iklim global atau cuaca dan alam memang merupakan hal yang tidak dapat diprediksi. Namun, penyiapan sumber daya manusia (SDM) yang adaptif dan tangguh masih dapat dilakukan. Maguire & Cartwright (2008) juga menyebutkan bahwa komunitas yang tangguh merupakan komunitas yang mampu menanggapi tekanan dengan cara yang positif. Patriana & Satria (2013) dan Subair *et al.* (2015) dalam penelitiannya menemukan bahwa kalangan nelayan dalam menghadapi perubahan iklim melakukan strategi mengejar musim. Strategi ini merupakan aksi adaptasi nelayan pada saat paceklik akibat iklim. Mereka saling bertukar informasi dan menyatukan serta memperbarui pengetahuan untuk mendukung keberlanjutan penghidupan mereka.

Oleh karena itu, penguatan kelembagaan dan kelompok sosial yang ada dinilai dapat meningkatkan kesadaran peran dan mengaktifkan kembali fungsi dari kelompok tersebut. Penelitian Subair *et al.* (2015) menyatakan bahwa memperkuat kelembagaan lokal dan jaringan sosial yang sudah ada dapat memaksimalkan fungsi inti kelompok tersebut sebagai sumber dukungan sosial pada saat terjadi krisis. Nissa *et al.* (2019) juga menyebutkan bahwa modal manusia dan modal sosial merupakan modal yang paling banyak diaktifkan oleh kalangan rumah tangga lapisan bawah. Selain itu, segi teknik budi daya KJA Waduk Gajah Mungkur masih memerlukan adanya evaluasi atau kaji ulang, baik dari pihak pembudidaya, peneliti, maupun dinas perikanan setempat untuk dapat memperbaiki kualitas perairan budi daya.

## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI KEBIJAKAN

### Kesimpulan

Pembudi daya ikan nila keramba jaring apung (KJA) skala kecil di Waduk Gajah Mungkur, Kabupaten Wonogiri masih didominasi oleh laki-laki. Beberapa perempuan yang terlibat dalam kegiatan budi daya KJA hanya berperan pada tahap pascapanen. Sebagian besar pembudi daya masih berada pada usia produktif. Setengah dari seluruh pembudi daya berpendidikan tamat sekolah menengah atas (SMA), tetapi dengan pengalaman budi daya KJA masih kurang dari 10 tahun.

Berdasarkan hasil penghitungan dalam penelitian ini, indeks kerentanan penghidupan pembudi daya keramba jaring apung skala kecil di Waduk Gajah Mungkur, Kabupaten Wongiri bernilai 0,5 yang artinya berkategori rentan. Sementara itu, menurut pendekatan  $LVI_{(IPCC)}$ , penghidupan mereka juga termasuk pada kategori rentan dengan nilai indeks 0,042. Dengan demikian, penghidupan pembudi daya ikan nila keramba jaring apung skala kecil Desa Sendang, Waduk Gajah Mungkur, Kabupaten Wonogiri dinilai berada pada kondisi rentan dalam menghadapi eksposur yang mereka alami.

Indeks eksposur yang pembudi daya alami tinggi pada aspek ekologi dan ekonomi. Kerentanan akibat perubahan iklim yang berpotensi menyebabkan terjadinya *upwelling* dan makin berkurangnya kadar oksigen dalam air menjadi permasalahan serius bagi pembudi daya. Selain itu, dari aspek ekonomi terjadi fluktuasi harga produksi, baik harga benih maupun hasil produksi. Kurangnya pengalaman dan masih sedikitnya pemanfaatan modal penghidupan yang mereka miliki menjadi faktor yang berkontribusi pada kerentanan penghidupan pembudi daya.

Strategi adaptasi pembudi daya ikan antara lain melalui manajemen operasional budi daya, pembagian kerja sesuai dengan peran gender, dan hubungan sosial yang kuat antarpembudi daya ikan. Partisipasi dalam keanggotaan kelompok sosial memperkuat ketahanan mereka dalam menghadapi kerentanan. Inovasi yang dikembangkan oleh setiap pembudi daya ikan juga cukup baik. Namun, intervensi pemerintah pusat dan daerah setempat masih sangat diperlukan selain karena kondisi penghidupan pembudi daya yang masih dalam kategori rentan juga strategi adaptasi yang digunakan masih didominasi dengan strategi bertahan atau defensif.

## Rekomendasi Kebijakan

Pengembangan perikanan budi daya yang adaptif terhadap kerentanan perubahan lingkungan global dan iklim perlu mendapat dukungan pemerintah pusat dan daerah serta lembaga terkait lainnya agar masyarakat pembudi daya ikan siap, adaptif, dan tangguh terhadap perubahan tersebut. Pada level pemerintah daerah, tindakan mencermati indeks kerentanan penghidupan (*livelihood vulnerability index/LVI*) ini disarankan agar dapat mengevaluasi pengelolaan perikanan keramba jaring apung di Waduk Gajah Mungkur. Dengan mengingat makin banyaknya kadar ammonia, tentunya perlu adanya penetapan jumlah unit dan kepemilikan keramba, misalnya didasarkan pada jumlah unit per kepala keluarga atau unit pengelola. Hal ini juga diperlukan untuk memperbaiki kualitas lingkungan perairan budi daya yang menjadi penentu keberlanjutan penghidupan pembudi daya ikan. Strategi tersebut dapat dikombinasikan dengan evaluasi ulang terkait zonasi budi daya dan penegakkan aturan atas penambahan dan penghapusan unit keramba jaring apung.

Ketersediaan benih menjadi isu yang penting dalam usaha budi daya sehingga Pemerintah Kabupaten Wonogiri perlu menggiatkan usaha perbenihan, baik melalui optimalisasi usaha perbenihan rakyat (UPR) maupun balai-balai pembenihan ikan yang dikelola oleh pemerintah daerah, kabupaten, ataupun provinsi. Jaminan ketersediaan pakan ikan, terutama pakan organik juga masih diperlukan sehingga mudah terjangkau oleh pembudi daya skala kecil. Dalam konteks adaptasi terhadap perubahan lingkungan global dan iklim, pemerintah daerah melalui dinas terkait, seperti Dinas Perikanan dan Kelautan dan Peternakan Kabupaten Wonogiri, perlu mendesain program peningkatan kapasitas pelaku usaha, misalnya pelatihan teknis bagi para pembudi daya ikan pemula.

Penguatan ataupun pembentukan kelembagaan ekonomi bersama, seperti koperasi pembudi daya berpotensi sebagai solusi untuk mengakses pinjaman atau permodalan usaha. Oleh karena itu, penguatan kelompok pembudi daya dapat menjadi media untuk meminimalisasi monopoli harga. Kajian lebih lanjut perlu difokuskan pada bagaimana pembudi daya mengelola risiko variabilitas dan perubahan iklim saat ini serta adaptasi strategi atau praktik yang berhasil meminimalisasi risiko tersebut dapat ditingkatkan untuk menghadapi risiko yang tidak pasti pada

masa yang akan datang. Kajian terkait peningkatan kapasitas adaptasi perubahan lingkungan global dan iklim pada kegiatan perikanan budi daya masih perlu terus dilakukan, baik melalui penelitian dasar maupun kaji tindak.

## PERNYATAAN KONTRIBUSI PENULIS

Dengan ini kami menyatakan bahwa kontribusi masing-masing penulis terhadap pembuatan karya tulis adalah: Zulfa Nur Auliatur Nissa sebagai kontributor utama dan Suadi sebagai kontributor anggota. Penulis menyatakan bahwa telah melampirkan surat pernyataan kontribusi penulis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16, 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Boer, R., Rakhman, A., Pulhin, J., & Schuster, S. (2019). Methodology for assessing vulnerability and climate risk of villages in Citarum River Basin, West Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 363(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/363/1/012007>
- Bostock, J., McAndrew, B., Richards, R., Jauncey, K., Telfer, T., Lorenzen, K., Little, D., Ross, L., Handisyde, N., Gatward, I., & Corner, R. (2010). Aquaculture: Global status and trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2897–2912. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0170>
- Boyd, C. E., Li, L., & Brummet, A. (2012). Relationship of freshwater aquaculture production to renewable freshwater resources. *Journal of Applied Aquaculture*, 24(2), 99–106. [http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2013/12/18/000442464\\_20131218151209/Rendered/PDF/793790JRN0Nat-u00Box0379850B00UO090.pdf](http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2013/12/18/000442464_20131218151209/Rendered/PDF/793790JRN0Nat-u00Box0379850B00UO090.pdf)
- BPS Kabupaten Wonogiri. (2016). *Kabupaten Wonogiri dalam angka 2015*.
- BPS Kabupaten Wonogiri. (2020). *Kabupaten Wonogiri dalam angka 2020*.
- Cai, Y. P., Huang, G. H., Tan, Q., & Yang, Z. F. (2011). An integrated approach for climate-change impact analysis and adaptation planning under multi-level uncertainties. Part I: Methodology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(6), 2779–2790. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.03.013>
- Carolina, C. (2015). Daya lenting pembudidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) skala kecil di perdesaan Kecamatan Pagaden Barat Subang, Jawa Barat). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 22(1), 113. <https://doi.org/10.22146/jml.18732>

- Chen, C. T. A. (2008). Effects of climate change on marine organisms. Dalam J. and M. J. K. K. Tsukamoto, T. Kawamura, T. Takeuchi, T. D. Beard (Ed.), *Fisheries for Global Welfare and Environment, 5th World Fisheries Congress* (307–316). TERAPUB. <https://doi.org/10.1201/9781315119113-10>
- Dharmawan, A. H. (2007). Sistem penghidupan dan nafkah pedesaan. *Jurnal Transdisiplin Sosiologi, Komunikasi, dan Ekologi Manusia*, 1(2), 169–192. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/sodality/article/viewFile/5932/4609>
- Fakhrudin, M., Subehi, L., Jasalesmana, T., & Dianto, A. (2019). Dissolved oxygen and temperature stratification analysis for early warning system development in preventing mass mortality of fish in Lake Maninjau, West Sumatera-Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 380(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/380/1/012002>
- FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. In *Fao*. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Field, J. (2008). Social capital. Dalam *Routledge* (2nd ed., Vol. 17, Issue 2). Routledge.
- Floyd, F. J. (2014). Survey research methods. In V. Knight, K. Guariono, J. Miller, L. Larson, & A. Freitag (Eds.), *SAGE publication* (Fifth Edit, Vol. 5, Issue 2). SAGE publication Ltd.
- Fukuyama, F. (1995). *Trust the social virtues and the creation of prosperity* (1st ed.). The Free Press Paperback. <http://www.bravo-mag.com/25-nigerian-ceos-in-fraud-scandal/>
- Gravitiani, E., Fitriana, S. N., & Suryanto. (2018). Community livelihood vulnerability level in northern and southern coastal area of Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 202(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/202/1/012050>
- Hahn, M. B., Riederer, A. M., & Foster, S. O. (2009). The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change—A case study in Mozambique. *Global Environmental Change*, 19(1), 74–88. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.11.002>
- Handisyde, N., Telfer, T. C., & Ross, L. G. (2017). Vulnerability of aquaculture-related livelihoods to changing climate at the global scale. *Fish and Fisheries*, 18(3), 466–488. <https://doi.org/10.1111/faf.12186>
- IPCC. (2001). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* (J. J. McCarthy, O. F. Canziani, N. A. Leary, D. J. Dokken, & K. S. White (eds.); 1st ed.). Cambridge University Press.
- IPCC. (2007). Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability contribution of Working Group II to the Fourth Assessment. Dalam *Cambridge University Press* (Vol. 99, Issue C1). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1029/93JC02439>
- Kobayashi, M., Msangi, S., Batka, M., Vannuccini, S., Dey, M. M., & Anderson, J. L. (2015). Fish to 2030: The role and opportunity for aquaculture. *Aquaculture Economics and Management*, 19(3), 282–300. <https://doi.org/10.1080/13657305.2015.994240>
- Lebel, L., Lebel, P., Chitmanat, C., Uppanunchai, A., & Apirumanekul, C. (2018). Managing the risks from the water-related impacts of extreme weather and uncertain climate change on inland aquaculture in Northern Thailand. *Water International*, 43(2), 257–280. <https://doi.org/10.1080/02508060.2017.1416446>
- Lebel, P., Chaibu, P., & Lebel, L. (2009). Women farm fish: Gender and commercial fish cage culture on the upper Ping River, Northern Thailand. *Gender, Technology and Development*, 13(2), 199–224. <https://doi.org/10.1177/097185241001300202>
- Lebel, P., Whangchai, N., Chitmanat, C., Promya, J., & Lebel, L. (2015). Perceptions of climate-related risks and awareness of climate change of fish cage farmers in northern Thailand. *Risk Management*, 17(1), 1–22. <https://doi.org/10.1057/rm.2015.4>
- Magee, M., & Wu, C. (2016). Response of water temperatures and stratification to changing climate in three lakes with different morphometry. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 262(July), 1–40. <https://doi.org/10.5194/hess-2016-262>
- Maguire, B., & Cartwright, S. (2008). Assessing a community's capacity to manage change: A resilience approach to social assessment. *Social Science Program, May*, 1–27.
- McMullen, C., & Jabbour, J. (2009). Climate change: Science Compendium. Dalam C. McMullen & J. Jabbour (Eds.), *United Nations Environment Programme* (Vol. 72, Issue 9). United Nations Environment Programme. Earth Print.
- McCright, A. M. (2010). The effects of gender on climate change knowledge and concern in the American public. *Population and Environment*, 32(1), 66–87. <https://doi.org/10.1007/s11111-010-0113-1>
- Mudiyarso, D. (2003). *Protokol Kyoto implikasinya bagi negara berkembang* (Vol. 4). Penerbit Buku Kompas.
- Nissa, Z., Dharmawan, A. H., & Saharuddin, S. (2019). Vulnerability analysis of small fishermen's household livelihoods in Tegal City. *Komunitas: International Journal of Indonesia Society and Culture*, 11(2), 1–10. <https://doi.org/10.15294/komunitas.v11i2.18583>
- Nissa, Z. N. A. (2016). *Analisis sumber penghidupan pembudidaya keramba jaring apung di Desa Sendang Kecamatan Wonogiri Kabupaten Wonogiri* [Skripsi]. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

- Nissa, Z. N. A., Suadi, & Sukardi, S. (2018). Livelihood analysis of floating net cages fish farmers at Sendang Village Sub-district of Gajah Mungkur Reservoir of Wonogiri Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 139(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/139/1/012033>
- Patriana, R., & Satria, A. (2013). Pola adaptasi nelayan terhadap perubahan iklim: studi kasus nelayan Dusun Ciawitali, Desa Pamotan, Kecamatan Kalipucang, Kabupaten Ciamis, Jawa Barat (*Adaptation pattern of fishers in addressing climate change: A case study of fishers in Ciawitali*). *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 8(1), 11–23.
- Pomeroy, A. (2011). Rural community resilience and climate change report to the Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand. Dalam *Report to Ministry of Agriculture and Forestry, NZ* (Issue November). <http://www.otago.ac.nz/centre-sustainability/otago057742.pdf>
- Putnam, R. D. (1993). Making democracy work. Dalam *Princeton University Press*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/2606285>
- Satria, A. (2009). *Pesisir dan Laut untuk Rakyat*. IPB Press.
- Shah, K. U., Dulal, H. B., Johnson, C., & Baptiste, A. (2013). Understanding livelihood vulnerability to climate change: Applying the livelihood vulnerability index in Trinidad and Tobago. *Geoforum*, 47, 125–137. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.04.004>
- Subair, S., Kolopaking, L. M., Adiwibowo, S., & Pranowo, M. B. (2015). Resiliensi komunitas dalam merespons perubahan iklim melalui strategi nafkah (Studi kasus desa nelayan di Pulau Ambon Maluku). *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 9(1), 77. <https://doi.org/10.15578/jsekp.v9i1.1186>
- Sugiyono. (2015). *Metode penelitian pendidikan (pendekatan kuantitatif, kualitatif dan r & d*. Alfabeta.
- Tal, E. (2019). *Global Tilapia Market 2018-2022*. Media Mercator Ltd. <https://www.worldfishing.net/news101/industry-news/global-tilapia-market-steady>
- Taskov, D. A., Telfer, T. C., Bengtson, D. A., Rice, M. A., Little, D. C., & Murray, F. J. (2021). Managing aquaculture in multi-use freshwater bodies: The case of Jatiluhur reservoir. *Environmental Research Letters*, 16(4), 1–13. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abe009>
- Troell, M., Naylor, R. L., Metian, M., Beveridge, M., Tyedmers, P. H., Folke, C., Arrow, K. J., Barrett, S., Crépin, A. S., Ehrlich, P. R., Gren, A., Kautsky, N., Levin, S. A., Nyborg, K., Österblom, H., Polasky, S., Scheffer, M., Walker, B. H., Xepapadeas, T., & De Zeeuw, A. (2014). Does aquaculture add resilience to the global food system? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(37), 13257–13263. <https://doi.org/10.1073/pnas.1404067111>
- Utomo, A. D., Ridho, M. R., & Putranto, D. D. A. (2010). The water quality assessment at Gajah Mungkur Reservoir. *Proceeding of International Conference on Indonesian Inland Waters II*, 123–133.
- Yogi, K. (2019, Januari 16). In Day Five Tons of Fish Died. *suaramerdeka.com*. <https://www.suaramerdeka.com/news/baca/160725/dalam-sehari-lima-ton-ikan-mati>