

## STUDY ON POTENTIAL FEASIBILITY OF AQUACULTURE LAND USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) IN NORTH SEMARANG SEA

Ceteria Nuchter Ikbar Adamimawar<sup>1\*</sup>, Abdul Qadir Jailani<sup>1</sup>, Muhammad Tri Aji<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Aquaculture, Faculty of Agriculture, Tidar University

Jl. Kapten Suparman 39, Potrobangsari, Magelang Utara, Kota Magelang, Jawa Tengah, 56116

[\\*ceteriaadam@gmail.com](mailto:ceteriaadam@gmail.com)

### ABSTRACT

Marine culture in the North Semarang area is still not optimally utilized by the surrounding community. The selection of the location of aquaculture activities is needed to determine the feasibility of suitable land for aquaculture in the sea. However, due to the large number of fishing activities, ports, and dense settlements have an impact on water quality which affects marine aquaculture activities. The purpose of this study was to determine the condition of the waters, determine the level of land suitability using GIS, and the area of land that can be used as a location for marine culture in the waters of North Semarang. The method used is by scoring and GIS. Parameters observed included protection, brightness, temperature, depth, current velocity, substrate, wave height, salinity, DO, BOD, COD, and pH. Furthermore, a scoring calculation is carried out to determine the suitability value which is then processed using GIS to produce a suitability map. The results showed that North Semarang waters were classified as S2 class (quite suitable) for marine aquaculture activities and with an area of 250,000 ha.

**Keywords:** Cultivation, Marine, Location, Sustainability.

### I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi kelautan dan perikanan yang sangat besar sehingga harus mampu dioptimalkan secara menyeluruh di berbagai sektor perikanan. Karena dari luas total wilayah Indonesia sekitar 7,81 juta km<sup>2</sup>, 3,25 juta km<sup>2</sup> berupa lautan dan 2,55 juta km<sup>2</sup> merupakan zona ekonomi eksklusif serta hanya 2,01 km<sup>2</sup> berupa daratan [1]

Pengelolaan sumberdaya perikanan masih belum optimal secara perencanaan hingga kondisi sosial budaya masyarakat sehingga menyebabkan terjadinya *overfishing* di beberapa daerah tertentu terutama di perairan Laut Jawa. Maka dari itu, untuk mengurangi dampak negatif dari kegiatan *overfishing* perlunya keseimbangan dengan melakukan budidaya

perikanan di laut, hal ini selaras dengan ekonomi biru. Konsep ekonomi biru dikembangkan untuk menjawab tantangan sistem ekonomi dunia yang cenderung eksploitatif dan merusak lingkungan [2].

Pesisir Semarang Utara mengalami penurunan produktivitas di sektor perikanan dikarenakan perkembangan industrialisasi dan aktivitas pelabuhan serta padatnya permukiman penduduk. Pada tahun 2019 tercatat ada 745 orang menjadi nelayan, 95 orang menjadi petani tambak dan 24 orang menjadi petani kolam, dan data kapal penangkap ikan di Semarang utara pada tahun 2019 mencapai 729 buah, dimana jumlah tersebut semuanya berupa kapal motor (<5 GT) sedangkan jumlah total kapal motor yang ada di kota Semarang mencapai 1.016 [3]. Hal ini

menunjukkan bahwa daerah Semarang Utara memiliki potensi dalam perikanan yang cukup besar.

Budidaya laut merupakan cara yang solutif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penentuan lokasi menjadi salah satu aspek penting dari usaha budidaya laut karena berkaitan dengan faktor resiko, kemudahan, dan ekologis [4]. Penelitian ini bertujuan guna mengetahui kelayakan perairan di Semarang Utara untuk dijadikan kegiatan budidaya perikanan laut.

## 2. METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2021 di Perairan Teluk Semarang Utara.

### Metode Penelitian

Pengambilan data dilakukan pada lima titik sampling yang telah ditentukan secara *purposive sampling* dengan bantuan *Global Positioning System* (GPS) dengan koordinat sebagai berikut:

**Tabel 1.** Koordinat Titik Lokasi

| Titik | Koordinat  |             |
|-------|------------|-------------|
|       | X          | Y           |
| 1     | -6.9382830 | 110.4342150 |
| 2     | -6.9308483 | 110.4350600 |
| 3     | -6.9363500 | 110.4396133 |
| 4     | -6.9242283 | 110.4447100 |
| 5     | -6.9366650 | 110.4525250 |

**Tabel 2.** Matriks Kesesuaian Lahan Budidaya Ikan pada KJA

| Parameter      | Kriteria | Kesesuaian                                                   | Skor | Bobot | Ni (SkorxBobot) |
|----------------|----------|--------------------------------------------------------------|------|-------|-----------------|
| Keterlindungan | S1       | Terlindung (teluk, selat)                                    | 5    |       | 10              |
|                | S2       | Cukup Terlindung (perairan dangkal dengan karang penghalang) | 3    | 2     | 6               |
|                | N        | Terbuka (perairan terbuka)                                   | 1    |       | 2               |
| Gelombang (m)  | S1       | $\leq 0,3$                                                   | 5    |       | 10              |
|                | S2       | $>0,3 - \leq 0,5$                                            | 3    | 2     | 6               |
|                | N        | $>0,5$                                                       | 1    |       | 2               |
| Kedalaman (m)  | S1       | 8,0 – 20,0                                                   | 5    |       | 15              |
|                | S2       | 5,0 - <8,0; >20,0 – 25,0                                     | 3    | 3     | 9               |

### Prosedur Penelitian

#### Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan selama satu hari pada waktu pagi hari, karena kualitas air cenderung stabil sehingga tidak terjadi perbedaan data yang signifikan. Data yang diambil berupa parameter *in situ* meliputi keterlindungan, kecerahan, suhu, kedalaman, kecepatan arus, substrat, ketinggian gelombang, salinitas, oksigen terlarut, dan pH, sedangkan parameter *ex situ* meliputi BOD dan COD yang di uji pada Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro.

#### Analisis Data

Data yang telah didapatkan kemudian dianalisis menggunakan perbandingan modifikasi matriks kesesuaian, pembobotan dan skoring, penentuan kelas kesesuaian serta analisis secara spasial menggunakan aplikasi *ArcGIS*. Setiap parameter akan dikelompokkan ke dalam 3 kategori (kelas) yaitu kategori sangat sesuai (S1) diberi skor 5, kategori cukup sesuai (S2) diberi skor 3, dan tidak sesuai (N) diberi skor 1. Selanjutnya untuk menyimpulkan tingkat kelayakan lokasi (titik) maka dilakukan penjumlahan nilai akhir seluruh parameter pada titik yang bersangkutan ( $Y = \sum \text{Nilai Bobot} \times \text{Skor}$ ) [5].

|                 |    |                               |   |    |
|-----------------|----|-------------------------------|---|----|
|                 | N  | <5,0; >25,0                   | 1 | 3  |
|                 | S1 | 0,20 – 0,40                   | 5 | 10 |
| Arus (m/detik)  | S2 | 0,05 - <0,20; >0,40 - ≤0,50   | 3 | 2  |
|                 | N  | <0,05; >0,50                  | 1 | 2  |
|                 | S1 | Pasir, pecahan karang, karang | 5 | 10 |
| Substrat Dasar  | S2 | Pasir berlumpur               | 3 | 2  |
|                 | N  | Lumpur                        | 1 | 2  |
|                 | S1 | >5                            | 5 | 10 |
| Kecerahan (m)   | S2 | 3-5                           | 3 | 2  |
|                 | N  | <3                            | 1 | 2  |
|                 | S1 | 27,0 – 33,0                   | 5 | 10 |
| Suhu (°C)       | S2 | 20,0 - <27,0                  | 3 | 2  |
|                 | N  | <20,0; >33,0                  | 1 | 2  |
|                 | S1 | 5,0 – 8,0                     | 5 | 10 |
| DO (mg/L)       | S2 | 3,0 - <5,0                    | 3 | 2  |
|                 | N  | <3,0; >8,0                    | 1 | 2  |
|                 | S1 | 30,0 – 35,0                   | 5 | 15 |
| Salinitas (ppt) | S2 | 25,0 - <30,0                  | 3 | 3  |
|                 | N  | <25,0; >35,0                  | 1 | 3  |
|                 | S1 | <20                           | 5 | 15 |
| BOD (mg/L)      | S2 | 20 - 45                       | 3 | 3  |
|                 | N  | >45                           | 1 | 3  |
|                 | S1 | <40                           | 5 | 15 |
| COD (mg/L)      | S2 | 40 - 80                       | 3 | 3  |
|                 | N  | >80                           | 1 | 3  |
|                 | S1 | >7 – 8,5                      | 5 | 10 |
| pH              | S2 | 6,4 – 7; >8,5 - 9             | 3 | 2  |
|                 | N  | <6,4; >9                      | 1 | 2  |

Perhitungan Indeks Kesesuaian menggunakan rumus yang digunakan oleh [5]:

$$IK = \sum \frac{Ni}{N_{max}} 100\%$$

Keterangan:

IK = Indeks kesesuaian

Ni = Nilai parameter ke-I (Bobot x skor)

Nmax = Nilai maksimum kelas

Indeks Kesesuaian dinyatakan Sangat Sesuai (S1) apabila nilai persentase menunjukkan >80%, Cukup Sesuai (S2) apabila nilai persentase berkisar 40- 80%,

dan Tidak Sesuai (N) apabila nilai persentase <40%

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran kualitas perairan Teluk Semarang secara umum menunjukkan hasil yang relatif sama antara titik lokasi satu dan titik lokasi lainnya. Hasil analisa data menunjukkan bahwa perairan Teluk Semarang tergolong Cukup Sesuai (S2) untuk dilakukannya kegiatan budidaya ikan.

#### Kualitas Perairan

Data hasil pengukuran kualitas perairan tersaji pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Pengukuran Kualitas Air

| Parameter                | Titik Lokasi |            |            |            |            |
|--------------------------|--------------|------------|------------|------------|------------|
|                          | Titik 1      | Titik 2    | Titik 3    | Titik 4    | Titik 5    |
| Keterlindungan           | Terlindung   | Terlindung | Terlindung | Terlindung | Terlindung |
| Kecerahan (m)            | 2,34         | 1,24       | 0,74       | 1,52       | 0,64       |
| Suhu (°C)                | 32           | 31         | 32,5       | 30,9       | 31         |
| Kedalaman (m)            | 4,14         | 4,83       | 2,45       | 4,03       | 2,23       |
| Kecepatan Arus (m/s)     | 0,08         | 0,1        | 0,07       | 0,06       | 0,07       |
| Substrat                 | Lumpur       | Lumpur     | Lumpur     | Lumpur     | Lumpur     |
| Ketinggian Gelombang (m) | 0,16         | 0,3        | 0,2        | 0,48       | 0,08       |
| Salinitas (ppt)          | 30           | 31         | 27         | 31         | 28         |
| DO (mg/L)                | 3,23         | 4,06       | 4,64       | 4,57       | 7,28       |
| BOD (mg/L)               | 18,4         | 16,94      | 16,28      | 17,75      | 16,61      |
| COD (mg/L)               | 59,37        | 54,63      | 52,53      | 57,26      | 53,58      |
| pH                       | 8,85         | 8,41       | 7,77       | 8,24       | 8,8        |

Keterlindungan merupakan pembatas utama dan parameter yang cukup berpengaruh dalam penentuan kawasan budidaya. Keterlindungan penting sebagai upaya perlindungan dari pengaruh ombak, angin, teluk, selat, dan gelombang tinggi. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa perairan laut Semarang utara terlindung karena terdapat teluk dan adanya bendungan (Dam) lepas pantai sehingga arus dan gelombang yang berasal dari laut lepas tidak begitu tinggi. Keterlindungan akan sangat mempengaruhi dari konstruksi KJA yang akan digunakan sebagai wadah budidaya ikan, sehingga lokasi harus terlindung dari kecepatan arus yang tinggi, gelombang yang tinggi, dan angin yang kencang. Lokasi untuk kegiatan budidaya laut bergantung terhadap keterlindungan karena agar terhindar dari pengaruh gelombang yang besar dan angin yang kuat [6].

Hasil pengukuran kecerahan pada pesisir Semarang Utara masih berada di bawah batas sesuai (tidak sesuai) untuk dilakukannya kegiatan budidaya, dengan nilai dibawah 3 meter. kecerahan pada 5 titik memiliki rata-rata nilai 1,3 m. Salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kecerahan suatu perairan adalah densitas cahaya dan tingkat kekeruhan. Hal ini diperkuat oleh [7], yang menyatakan bahwa

banyaknya sedimen dan partikel yang terlarut baik organik maupun anorganik di perairan dapat terjadi akibat gerakan aliran *run off* dari daratan yang menyebabkan tingginya tingkat kekeruhan sehingga cahaya matahari yang masuk kedalam perairan akan terhambat.

Berdasarkan data yang diperoleh, suhu perairan Semarang Utara, memiliki rata-rata suhu optimal yaitu 31,48 °C, hal ini sesuai dengan pernyataan [8] yang menyatakan bahwa kisaran suhu optimal bagi kehidupan ikan di perairan tropis adalah antara 28–32°C. Suhu pada badan perairan sendiri dapat dipengaruhi oleh musim, lintang, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, aliran air serta kedalaman perairan [7].

Kedalaman merupakan faktor yang berperan dalam penentuan desain konstruksi baik keramba jaring apung maupun keramba jaring tancap [9]. Untuk budidaya ikan di KJA, kedalaman perairan yang minimal ditentukan oleh dimensi kantong jaring, beda pasang-surut dan jarak minimal antara dasar kantong dan dasar perairan. Berdasarkan hasil data, nilai kedalaman pada semua titik lokasi penelitian berada di bawah batas sesuai (tidak sesuai) untuk kegiatan budidaya karena nilainya di bawah 5 m, yaitu dengan rata-rata kedalaman berkisar 3,5 m. Hal ini

dikarenakan topografi dari perairan Semarang Utara sendiri yang mana semakin ke Utara (ke arah laut) terjadi peningkatan kedalaman.

Berdasarkan hasil data, parameter kecepatan arus pada seluruh titik penelitian memenuhi batas sesuai untuk kegiatan budidaya perikanan di laut karena lebih dari 0,05 m/s dengan rata-rata kecepatan arus berkisar 0,076 m/s. Hal ini sesuai dengan pernyataan [10], yang menyatakan bahwa kecepatan arus yang ideal untuk kegiatan budidaya berkisar 20-50 cm/detik. Menurut [11], arus dapat dipengaruhi oleh faktor angin, serta pasang surut dan topografi perairan [12].

Hasil Analisa data yang didapatkan bahwa dari 5 titik lokasi pengamatan substrat yang diperoleh yaitu sama berupa lumpur. Perairan dengan jenis substrat lumpur tergolong dalam kategori tidak sesuai atau tidak layak untuk dilakukan kegiatan budidaya, hal ini dikarenakan substrat berlumpur dapat mengakibatkan tingkat kecerahan yang rendah. Selain itu, substrat berlumpur juga akan mempengaruhi proses fotosintesis serta dapat menutupi insang [6].

Berdasarkan data yang diperoleh, nilai ketinggian gelombang menunjukkan hasil yang bervariasi dimana pada titik 1, titik 3, dan titik 5 tergolong sangat sesuai, sedangkan titik 3 dan 4 tergolong cukup sesuai. Sehingga untuk parameter ketinggian gelombang seluruh titik lokasi penelitian masih tergolong layak untuk dilakukan kegiatan budidaya ikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan [13], yang menyatakan bahwa Ketinggian gelombang untuk lokasi budidaya yang sesuai berkisar antara 0,2–0,3 m. Faktor yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya nilai ketinggian gelombang adalah durasi tiupan angin, kecepatan angin dan *fetch* (jarak tempuh angin dari arah pembangkit gelombang dimulai) [14].

Hasil pengukuran nilai salinitas diperoleh bahwa rata-rata salinitas berkisar

antara 29,4 ppt yang berarti 5 titik lokasi penelitian dianggap layak untuk dilakukan kegiatan budidaya ikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan [13], yang menyatakan bahwa tingkat salinitas yang optimal untuk kegiatan budidaya perikanan berkisar antara 30 – 35 ppt. Tinggi rendahnya nilai salinitas suatu perairan dapat dipengaruhi oleh cuaca, pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan, dan aliran sungai [15].

Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan bahwa DO di perairan laut Semarang Utara bervariasi pada setiap titiknya, dengan rata-rata nilai DO berkisar 4,75 mg/L. Nilai tersebut masih tergolong dalam batas cukup layak untuk dilakukan kegiatan budidaya. Hal ini sesuai dengan pernyataan [16], yang menyatakan bahwa konsentrasi oksigen terlarut yang ideal untuk budidaya yaitu lebih dari 5 mg/L. Faktor yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya nilai dari DO salah satunya yaitu tingkat kekeruhan dan aktivitas organisme dalam perairan [15].

Hasil perhitungan BOD diperoleh bahwa masing-masing titik lokasi memiliki hasil yang berbeda dengan rata-rata berkisar 17,2 mg/L dan tergolong sangat sesuai untuk dilakukan kegiatan budidaya ikan. Menurut Kep. MENLH No.51 Th.2004, baku mutu BOD bagi perairan untuk biota laut adalah 20 mg/L. Adapun faktor yang dapat mempengaruhi kadar BOD suatu perairan yaitu jenis air, suhu air, derajat keasaman (pH), dan kondisi air secara keseluruhan [18].

Hasil perhitungan COD diperoleh bahwa masing-masing titik lokasi memiliki hasil yang berbeda dengan rata-rata berkisar 55,47 mg/l dan tergolong cukup sesuai untuk dilakukan kegiatan budidaya ikan. Berdasarkan Kep. MENLH No.2 Tahun 1988 [19], nilai COD yang baik untuk menunjang kegiatan budidaya ikan adalah <80 mg/L. Menurut [20], menyatakan bahwa tingginya kandungan COD dapat disebabkan oleh degradasi

bahan organik maupun anorganik yang berasal dari aktivitas masyarakat.

Berdasarkan data diperoleh hasil bahwa nilai rata-rata dari 5 titik lokasi penelitian berkisar 8,4. Nilai tertinggi terletak pada titik 1 dengan 8,85 sedangkan nilai terendah terletak titik 3 yaitu 7,77 dimana pada titik ini merupakan titik yang paling dekat dengan muara sungai dan diduga disebabkan oleh pelepasan CO<sub>2</sub> bebas ke dalam air yang menghasilkan asam karbonat [21]. Menurut baku mutu Kep. MENLH No. 51 tahun 2004 pH optimal yang baik dalam kegiatan budidaya ikan yaitu 7-8,5. Meskipun hasil pengukuran nilai pH terdapat beberapa

lokasi yang melebihi baku mutu, namun nilai tersebut masih dapat ditolerir tetapi tetap harus dilakukan upaya untuk menurunkan serta menjaga kestabilan nilai pH agar apabila dilakukan kegiatan budidaya dapat berlangsung dengan baik.

### Kesesuaian Budidaya

Berdasarkan hasil pengamatan pada seluruh titik untuk kesesuaian lokasi budidaya perikanan di laut Semarang Utara terdapat faktor-faktor pembatas yang serius maka dilakukan penilaian (*skoring*) kesesuaian untuk masing-masing titik. Berikut hasil analisis dari masing-masing titik yang tersaji pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Total Skor Kesesuaian Lokasi Budidaya

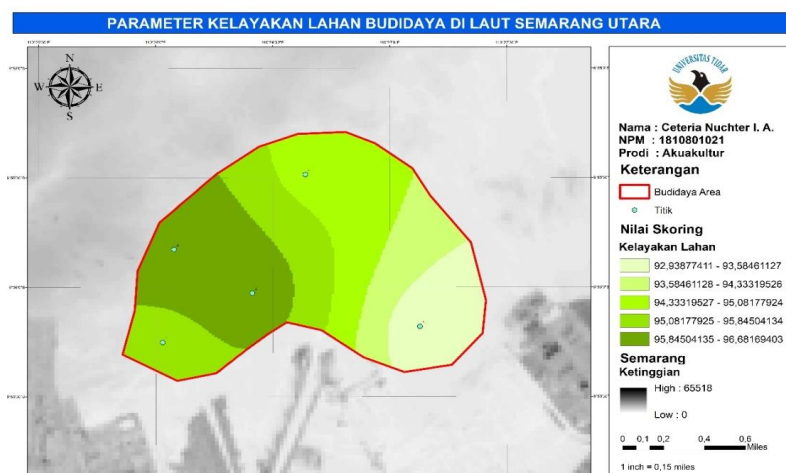
| Titik | Koordinat                       | Total Skor | Kriteria Persentase | Kesesuaian   |
|-------|---------------------------------|------------|---------------------|--------------|
| 1     | X= -6.9382830<br>Y= 110.434215  | 94         | 67,14%              | Cukup Sesuai |
| 2     | X= -6.9308483<br>Y= 110.4350600 | 98         | 70%                 | Cukup Sesuai |
| 3     | X= -6.9363500<br>Y= 110.4396133 | 98         | 70%                 | Cukup Sesuai |
| 4     | X= -6.9242283<br>Y= 110.4447100 | 94         | 67,14%              | Cukup Sesuai |
| 5     | X= -6.9366650<br>Y= 110.4525250 | 92         | 65,71%              | Cukup Sesuai |

Hasil perhitungan data menunjukkan bahwa pada 5 titik pengamatan perairan Semarang Utara memiliki kesesuaian cukup sesuai untuk dijadikan lokasi budidaya perikanan laut. Hasil *skoring* dari 5 titik tersebut tidak terlalu berbeda jauh dimana pada titik 1 dan 4 memiliki nilai yang sama yaitu 94 dengan persentase 67,14%. Titik 2 dan 3 memiliki nilai yang sama yaitu 98 dengan persentase 70%. Titik 5 merupakan titik yang memiliki nilai paling kecil dibanding titik lainnya yaitu 92 dengan persentase 65,71%. Dimana batas untuk kriteria cukup sesuai yaitu memiliki nilai kelas antara 56 – 112 dengan persentase 40% - 80%.

### Sistem Informasi Geografis

Hasil analisis menggunakan metode *skoring* dan analisis masing-masing parameternya, diperoleh hasil bahwa dengan mengkalikan luas kapasitas kesesuaian lahan dengan koefisien budidaya efektif (60%). Hasil yang diperoleh untuk daya dukung lahan budidaya perikanan di laut Semarang Utara yaitu senilai 250,002 ha. Warna pada peta menunjukkan bahwa semakin gelap warna, maka semakin tinggi nilai kesesuaiannya. Peta kesesuaian lahan budidaya berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan aplikasi *ArcGIS 10.6* tersaji pada Gambar 1.





**Gambar 1.** Peta Kelayakan Lahan Budidaya

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kondisi perairan di pesisir laut Semarang Utara dari beberapa parameter sesuai dan dapat dikatakan baik karena masih berada dalam ambang batas yang normal seperti keterlindungan, suhu, kecepatan arus, ketinggian gelombang, salinitas, DO, BOD, COD, dan pH. Untuk parameter kecerahan, kedalaman, dan substrat dapat dikatakan buruk atau tidak memenuhi ambang batas perairan untuk budidaya. Pesisir laut Semarang Utara dikatakan cukup sesuai berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *skoring* dan dengan menggunakan sistem informasi geografis (SIG), titik 2 dan 3 merupakan lokasi yang memiliki nilai tertinggi dengan skor 98. Luasan lahan yang dapat

digunakan untuk kegiatan budidaya yaitu 250,002 ha.

Dari penelitian yang sudah dilakukan ini, penulis memberikan saran sebagai berikut: a) Masyarakat harus dapat mengoptimalkan lahan di pesisir laut Semarang Utara untuk berkegiatan budidaya perikanan. b) Perlunya pengkajian lebih lanjut mengenai berbagai aspek seperti aspek sosial ekonomi pada pesisir laut Semarang Utara. c) Perlunya pendampingan oleh para *stakeholder* dalam perencanaan dan pelaksanaan kegiatan budidaya perikanan di laut. d) Perlu adanya kajian lebih lanjut untuk komoditas apa saja yang dapat dibudidayakan di laut Semarang Utara. e) Perlunya pengkajian ulang untuk memperluas area yang dapat digunakan untuk kegiatan budidaya.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. KKP. (2020). *Konservasi Perairan Sebagai Upaya menjaga Potensi Kelautan dan Perikanan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut.
2. Ilma, A.F. (2014). Blue Economy : Kesimbangan Perspektif Ekonomi dan Lingkungan. *Jurnal Ilmu Ekonomi dan Pembangunan*, 14(1).
3. DKP Kota Semarang. (2019). *Data Perikanan Tangkap Laut*. Semarang: Dinas Perikanan Kota.
4. Arifin, T., R.Bohari, & I.S. Arlyza. (2014). Analisis Kesesuaian Ruang Berbasis Budidaya Laut di Pulau-Pulau kecil Makassar: Aplikasi Sistem Informasi Geografis. *Forum Geografi*, 99-102.
5. Sirajuddin, M. (2009). Informasi Awal Tentang Kualitas Biofisik Perairan Teluk Waworada Untuk Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 8(1): 1-10.

6. Ngabito, M., & N. Auliyah. (2018). Kesesuaian Lahan Budidaya Ikan Kerapu (*Epinephelus* Sp.) Sistem Keramba Jaring Apung di Kecamatan Monano. *Jurnal Galung Tropika*, 7(3): 204-219.
7. Hamuna, B., R.H., Suwito, H.K., & Alianto. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1): 35-43.
8. Latuconsina, H. (2011). Komposisi Jenis dan Struktur Komunitas Ikan Padang Lamun di Perairan Pantai Teluk Ambon Dalam. *Jurnal Ilmiah agribisnis dan Perikanan*, 4(1): 30-36.
9. Ghani, A., A. Hartoko., & R. Wisnu. (2015). Analisa Kesesuaian Lahan Perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu Sebagai Lahan Budidaya Ikan Kerapu (*Epinephelus* Sp.) pada Keramba Jaring Apung dengan Menggunakan Aplikasi SIG. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(1): 54-61.
10. Yulianto, H. (2012). *Analisis Kesesuaian dan Luasan Perairan Budidaya Laut Berdasarkan Peubah Ekosistem di Perairan Teluk Lampung*. Program Studi Magister Manajemen Sumberdaya Pantai. Semarang: Universitas Diponegoro.
11. Azis, M. (2006). Gerak Air Laut. *Oseana*, 9-21.
12. Pratiwi, A.N., O.M. Luthfi & G.A. Putri (2018). Studi Pola Arus Perairan Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Menggunakan Metode Penginderaan Jauh. *Journal Ilmiah Rinjani*, 6(1).
13. Adipu, Y., C. Luminta., & H.J. Sinjal. (2013). Kesesuaian Lahan Budidaya Laut di Perairan Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, Sulawesi Utara. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 9(1): 19-26.
14. Baharuddin., J.I. Pariwono, & I.W. Nurjaya. (2009). Pola Transformasi Gelombang dengan Menggunakan Model RCPWave pada Pantai Bau-Bau, Provinsi Sulawesi Tenggara. *E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 1(2): 60-71.
15. Patty, S. (2013). Distribusi Suhu, Salinitas, dan Oksigen Terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(3).
16. Loka, J., Vaidya, N., & Philipose, K. (2012). *Site and species selection criteria for cage culture*, in: Philipose, K.K., Loka, J., Sharma, S.R.K., Damodaran, D. (Eds.), *Handbook on Open Sea Cage Culture*. India: Central Marine Fisheries Research Institute, Calicut.
17. MENLH. (2004). *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: 2/MENLH/2004 Tahun 2004, Tentang Penetapan Baku Mutu Air Laut dalam Himpunan Peraturan di Bidang Lingkungan Hidup*. Jakarta.
18. Nugroho, A.A., S.Rudiyanti, & Haeruddin. (2014). Efektivitas Penggunaan Ikan Sapu-Sapu (*Hypostomus plecostomus*) untuk Meningkatkan Kualitas Air Limbah Pengolahan Ikan (Berdasarkan Nilai BOD, COD, TOM). *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(4): 15-23.
19. MENLH. (1988). *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor. 2/MENLH/1988 Tahun 1988, Tentang Penetapan Baku Mutu Lingkungan*. Jakarta.
20. Supriyantini, E., Nuraini, R.A., & Fadmawati, A.P. (2017). Studi Kandungan Bahan Organik Pada Beberapa Muara Sungai di Kawasan Ekosistem Mangrove, di Wilayah Pesisir Pantai Utara Kota Semarang, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(1): 29-38
21. Yulius, & Aisyah. (2018). Kajian Kualitas Perairan untuk Budi Daya Laut Ikan Kerapu di Teluk Saleh, Kabupaten Dompu. *Jurnal Segara*, 14(1): 57-68