

Studi penentuan lokasi budidaya kerapu menggunakan keramba jaring apung di perairan Timur Simeulue

Site selection study for grouper cage-mariculture in Eastern coastal of Simeulue

Syahrul Purnawan^{1*}, Muhammad Zaki², T.M. Asnawi², Ichsan Setiawan¹

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Syiah Kuala, Darussalam-Banda Aceh.

²Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Darussalam-Banda Aceh. *Email Korespondensi: syahrulpurnawan@yahoo.com

Abstract. Groupers are of considerable economic value in southeast Asia. Cage culture is considered as the proper technology to maximize the sustainable biomass production in a unit area. This research assesses a site selection approach for net-cage grouper mariculture in the eastern coastal area of Simeulue Island, namely Sambai, Kuta Batu and Pulau Bengkalak. Data collection focused on 7 biophysical site capability parameters i.e.: current flow, temperature, water clarity, bottom depth, pH, salinity, dissolved oxygen. Suitability analysis identified all stations was categorized as a very appropriate and appropriate conditions for the fish cage location.

Keywords: grouper; mariculture; fish cage; Simeulue

Abstrak. Kerapu merupakan komoditas unggulan dan memiliki permintaan pasar yang tinggi di daerah Asia Tenggara. Keramba jaring apung (KJA) dianggap sebagai teknologi yang tepat untuk meningkatkan biomassa budidaya di suatu wilayah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kesesuaian lokasi penempatan KJA di wilayah pesisir timur Pulau Simeulue yaitu Sambai, Kuta Batu dan Pulau Bengkalak. Kajian data difokuskan pada tujuh parameter biofisik yaitu arus, suhu, kecerahan, kedalaman perairan, pH, salinitas, dan oksigen terlarut. Analisis kelayakan menunjukkan seluruh stasiun dikategorikan sebagai layak dan sangat layak untuk lokasi budidaya KJA.

Kata kunci: Kerapu; marikultur; KJA; Simeulue

Pendahuluan

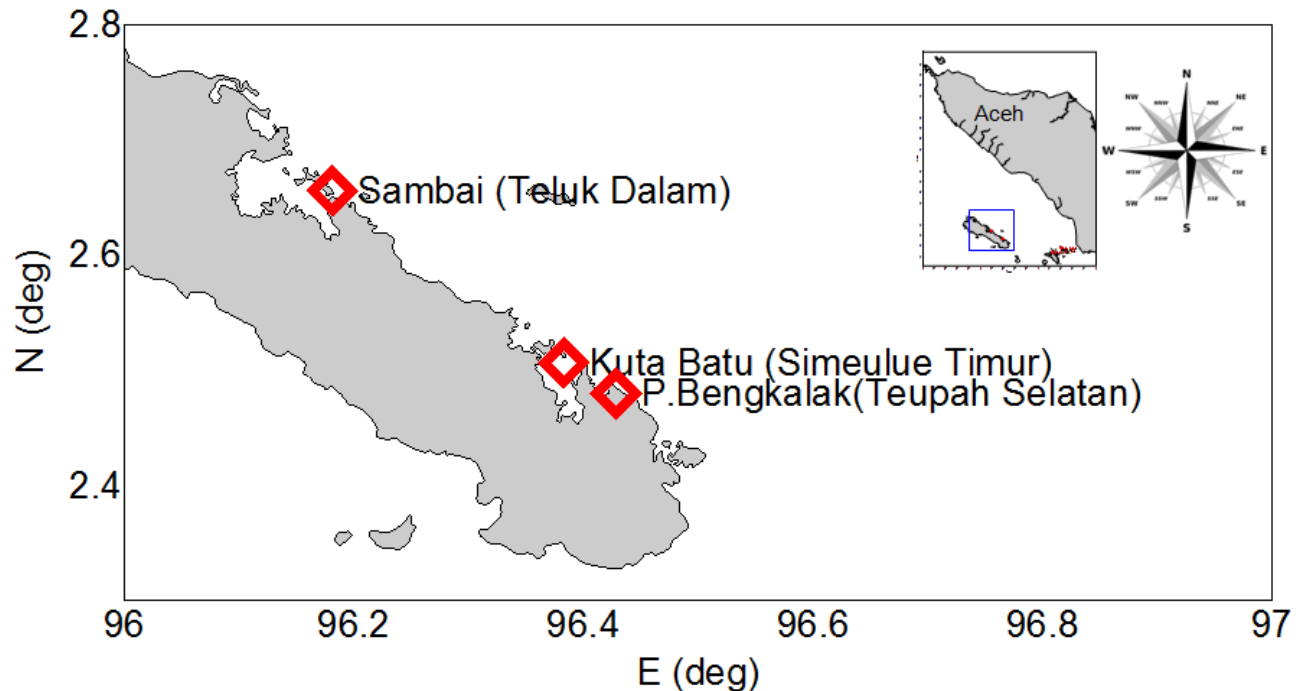
Wilayah Simeulue terletak di bagian barat Sumatera dan dikelilingi oleh perairan Samudera Hindia sehingga memberikan ciri massa air oseanik yang terbuka dan memiliki sirkulasi yang baik. Dikelilingi garis pantai yang cukup panjang, memiliki sejumlah pulau, adanya teluk dan selat, menjadikan wilayah perairan Simeulue sangat potensial untuk dikembangkan kegiatan budidaya laut (Idris et al., 2007). Pengembangan budidaya laut dapat menyerap tenaga kerja baru bagi daerah desa pesisir yang umumnya masuk dalam kategori desa tertinggal (FAO, 1995). Pengembangan perikanan budidaya juga diharapkan dapat mengurangi gejala *over fishing* yang terjadi di perairan Indonesia (Dahuri, 1998; Dahuri et al., 2001; Effendi, 2004; Idris et al., 2007)

Ikan kerapu memiliki nilai ekonomis tinggi dengan permintaan yang cukup besardi pasar Asia Tenggara (Pierre et al., 2008; Yamamoto, 2006; Tookwinas, 1989). Salah satu kegiatan budidaya laut yang populer untuk dikembangkan adalah penggunaan keramba jaring apung (KJA). Pemilihan lokasi KJA yang tepat merupakan hal yang sangat menentukan, mengingat kegagalan dalam pemilihan lokasi akan berakibat resiko yang permanen dalam kegiatan produksi (Radiarta et al., 2005; Ismail et al., 2001). Untuk memperoleh hasil yang memuaskan, hendaknya dipilih lokasi yang sesuai dengan karakteristik biofisik (persyaratan hidup) bagi jenis ikan yang dibudidayakan (Milne, 1979; Muir dan Kapetsky, 1998; Smith, 1982; Tucker, 1999).

Bahan dan Metode

Waktu dan lokasi survei

Kegiatan survei lapangan pada daerah yang akan dijadikan lokasi penempatan Keramba Jaring Apung (KJA) dilakukan pada tanggal 23 Oktober sampai 1 November 2011. Lokasi survei berada di tiga titik atau stasiun yang dipilih pada daerah timur Pulau Simeulue (Gambar 1).



Gambar 1. Titik Lokasi Pengamatan P. Simeulue (inset: Aceh/ P. Sumatera): Kuta Batu ($02^{\circ}30'23''\text{LU}$: $96^{\circ}22'58''\text{BT}$), Sambai ($2^{\circ}39'20''\text{LU}$: $96^{\circ}10'51''\text{BT}$), P. Bengkalak ($02^{\circ}28'48''\text{LU}$: $096^{\circ}25'41''\text{BT}$).

Berdasarkan pengamatan di lapangan pada tiga lokasi yang akan dijadikan daerah pengembangan budidaya laut dengan sistem keramba jaring apung, terlihat kondisi perairan yang tenang dan terlindung. Ketiga lokasi tersebut berada dalam daerah teluk sehingga relatif tenang dari hampasan angin dan gelombang. Kondisi ini sesuai dengan pernyataan Ahmad et al. (1996) dan Cholik et al. (1995), yang menyatakan bahwa lokasi yang sesuai untuk pengembangan budidaya berbasis KJA adalah daerah yang tenang seperti Goba, Muara dan Teluk.

Pengumpulan data lapangan

Secara umum, pengamatan terhadap parameter kualitas perairan mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51(KLH, 2004). Telah ditentukan tujuh parameter kunci yang dianggap sebagai parameter utama yang sangat berperan terhadap keberhasilan upaya pengembangan budidaya KJA. Penentuan dilakukan berdasarkan landasan teori dan hasil penelitian sebelumnya yaitu: **arus** (Cholik et al., 1995; Ahmad et al., 1991; Ingmanson dan Wallace, 1985; Lumb, 1989; Hardjojo dan Djokosetyanto, 2005; Mayunar et al., 1995; Radiarta et al., 2005; KLH, 2004); **suhu** (Laevastu dan Hayes, 1981; Hardjojo dan Djokosetyanto, 2005; Brown dan Gratzek, 1980; Davis, 1975; Kinne, 1972; Mayunar et al., 1995; Sumaryanto et al., 2001; Peres dan Olivia-teles, 1999), **kedalaman** (Ahmad et al., 1991; Sunyoto, 1994), **kecerahan** (Laevastu dan Hayes, 1981; Boyd, 1982; Nybakken, 1998; Radiarta et al., 2005), **pH** (Gao et al., 2011; Zweig et al., 1999), **salinitas** (Laevastu dan Hayes, 1981; Radiarta et al., 2004; Ingmanson dan Wallace, 1985; Ahmad et al., 1991), dan **oksigen terlarut** (Rahayu, 1991; Mayunar et al., 1995; Akbar, 2001; Laevastu dan Hayes, 1981). Seluruh parameter diukur di lapangan (*insitu*) dengan 2 kali pengulangan pada tiap lokasi, terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Fisik-Kimia Oseanografi yang Diukur dan Metode yang Digunakan

No	Parameter	Satuan	Metode Analisa	Keterangan
1	Arus	cm/s	Floating	Insitu
2	Suhu	°C	Thermometer	Insitu
3	Kecerahan	M	Secchi disk	Insitu
4	pH	-	pH meter	Insitu
5	Salinitas	ppt (‰)	Hand refrakto	Insitu
6	DO	mg/l	DO meter	Insitu
7	Kedalaman	M	Tali skala	Insitu

Sampel dasar laut (substrat sedimen) turut dikaji dalam studi ini. Penentuan jenis substrat dilakukan dengan metode ayakan bertingkat untuk mendapatkan nilai ukuran butiran sedimen. Ukuran butiran ini dijadikan panduan untuk menentukan jenis sedimen menggunakan segitiga Folk (Folk, 1974). Komponen lain yang turut dalam penilaian adalah pasang-surut perairan. Perhitungan pasang surut (pasut) dilakukan berdasarkan data komponen pasut yang dikeluarkan oleh Dinas Hidro Oseanografi TNI-AL (Dishidros, 2010) dan model yang mampu memprediksi tipe pasut di daerah tersebut. Jenis pasut ditentukan berdasarkan perhitungan Formzahl, yakni bilangan yang dihitung dari nilai perbandingan antara amplitudo (tinggi gelombang) komponen harmonik pasang surut tunggal utama dan amplitudo komponen harmonik pasang surut ganda utama.

Analisa kesesuaian

Studi ini melakukan pengukuran, kajian dan telaah dari sejumlah parameter biofisik yang terkait erat dengan keberlangsungan usaha KJA. Analisa kesesuaian lahan yang akan dijadikan lokasi KJA dilakukan dengan menyusun matriks kesesuaian lahan berdasarkan sistem pembobotan (Tabel 2).

Tabel 2. Kriteria Kelayakan Lokasi untuk Budidaya Sistem Keramba Jaring Apung.

No	Parameter	Bobot	Kategori (rating)			
			Sangat sesuai (4)	Sesuai (3)	Sesuai bersyarat (2)	Tidak sesuai (1)
1	Suhu	3	27-29	25-<27 atau >29-31	20-<25 atau >31-35	<20 atau >35
2	Salinitas	3	31-33	27-<31 atau >33-35	20-<27 atau >35-37	<20 atau >37
3	Arus	3	15-30	10-<15 atau >30-40	5-<10 atau >40-50	<5 atau >50
4	Kedalaman	2	7-15	5-<7 atau 15-20	4-<5 atau >20-25	<4 atau >25
5	Oksigen	2	5-8	4-<5 atau >8-9	3-<4 atau >9-10	<3 atau >10
6	pH	2	7,5-8	7-<7,5 atau >8-8,5	6-<7 atau >8,5-9	<6 atau >9
7	Kecerahan	1	≥ 5	4-<5	3-<4	<3

Sumber: modifikasi dari KLH (2004); Radiarta et al. (2004); Sudjiharno dan Winanto (1998); Langkosono dan Wenno (2003); Anonim (2001); Mainassy et al. (2005); Chua dan Teng (1978); Minggawati dan Lukas (2012).

Pembobotan pada setiap faktor pembatas/ parameter ditentukan berdasarkan pada dominannya parameter tersebut terhadap suatu peruntukan kelayakan lahan budidaya laut, seperti ikan kerapu. Faktor-faktor pembatas tersebut diurutkan dari yang paling berpengaruh, karena setiap parameter memiliki andil yang berbeda dalam menunjang kehidupan komoditas. Parameter yang memiliki peran yang besar akan mendapatkan nilai lebih besar dari parameter yang tidak memiliki dampak yang besar (Hidayat et al., 1995). Bobot terbesar adalah 3 (tiga) dan yang terkecil adalah 1 (satu) sehinggajumlah seluruh bobot adalah 16,00 (100%). Setiap faktor pembatas dalam kolom matriks dibuat skala penilaian (rating) dengan angka 2 (kurang layak), 3 (layak), dan 4 (sangat layak). Perkalian bobot dengan skala penilaian (rating) akan mendapatkan nilai akhir (skor) dari faktor-faktor tersebut. Kemudian dihitung skor total semua faktor pembatas dari setiap kolom skala penilaian (rating) mulai dari 1 hingga 4. Kemudian dicari persentase dari nilai skor tersebut dengan satuan per-4, artinya nilai 4 mendapatkan nilai 100% dan nilai 1 mendapatkan nilai 25%. Kesesuaian scoring ditetapkan berdasarkan nilai dari pembobotan scoring,

dengan perhitungan kriteria sebagai berikut: Sangat Layak > 85%-100%; Layak jika skor 70%-85%; Layak bersyarat jika skor 55%-70%; Tidak layak jika < 55%.

Hasil dan Pembahasan

Kondisi hidro-oseanografi

Kedalaman perairan pada ketiga lokasi menunjukkan nilai yang lebih besar dari 7 meter, dengan tipe substrat pasir, kecuali pada stasiun Pulau Bengkalak berupa pasir berlumpur (Tabel 3). Kedalaman perairan dipengaruhi oleh fenomena pasang surut. Nilai pasang surut diukur berdasarkan pemodelan, sehingga menghasilkan gambaran pasut selama satu bulan penuh untuk mendapatkan *tidal range* tertinggi (Gambar 2). Tunggang pasut yang didapat dari pemodelan menunjukkan nilai kurang dari 1 meter. Penyusunan matrik kesesuaian lahan pada stasiun Kuta Batu, Sambai, dan Pulau bengkalak, terhadap parameter yang telah ditentukan sebelumnya dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Kedalaman Dasar Laut dan Jenis Substrat di Lokasi Penelitian Simeulue

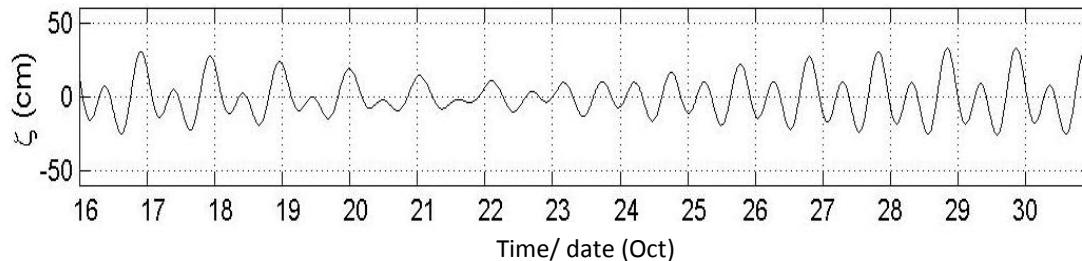
No	Lokasi	Kedalaman (m)	Jenis substrat
1	Kuta Batu (Simeulue Timur)	11	Pasir
2	Sambai (Teluk Dalam)	7	Pasir
3	P. Bengkalak (Teupah Selatan)	10	Pasir berlumpur

Tabel 4. Perhitungan Matriks Kesesuaian Lahan Berdasarkan Kualitas Perairan Pulau Simeulue

No	Parameter	Nilai terukur	Rating	Bobot	Ni	(Ni/N maks) x 100	Skor
Kuta Batu (Simeulue Timur)							
1	Suhu (°C)	28	4	3	12	18,75	90,62
2	Salinitas (ppt)	30	3	3	9	14,06	
3	Arus (cm/s)	10	3	3	9	14,06	
4	Kedalaman dasar laut (m)	11	4	2	8	12,5	
5	Oksigen terlarut (mg/l)	5,8	4	2	8	12,5	
6	Ph	7,83	4	2	8	12,5	
7	Kecerahan (m)	5	4	1	4	6,25	
Sambai (Teluk Dalam)							
1	Suhu (°C)	29	4	3	12	18,75	85,94
2	Salinitas (ppt)	26	2	3	6	9,38	
3	Arus (cm/s)	10	3	3	9	14,06	
4	Kedalaman dasar laut (m)	7	4	2	8	12,5	
5	Oksigen terlarut (mg/l)	6	4	2	8	12,5	
6	pH	7,82	4	2	8	12,5	
7	Kecerahan (m)	6,5	4	1	4	6,25	
P. Bengkalak (Teupah Selatan)							
1	Suhu (°C)	29	4	3	12	18,75	84,38
2	Salinitas (ppt)	25	2	3	6	9,38	
3	Arus (cm/s)	12,5	3	3	9	14,06	
4	Kedalaman dasar laut (m)	10	4	2	8	12,5	
5	Oksigen terlarut (mg/l)	5,1	4	2	8	12,5	
6	pH	7,76	4	2	8	12,5	
7	Kecerahan (m)	4,5	3	1	3	4,69	

Keterangan:

1. nilai terukur adalah nilai yang didapatkan pada saat survei lapangan
2. N maks adalah total nilai terbesar dari seluruh parameter, yaitu 64
3. Skor adalah nilai total (%) yang didapatkan untuk setiap lokasi pengamatan yang menjadi acuan penilaian



Gambar 2. Kondisi pasang surut yang terjadi di perairan Pulau Simeulue pada bulan Oktober 2011.

Pembahasan

Kondisi dasar laut menjadi hal yang penting untuk diamati sebelum meletakkan KJA pada suatu daerah. Dasar perairan tempat KJA sebaiknya memiliki topografi yang landai (Mayunar et al., 1995). Selanjutnya kedalaman dasar laut juga harus lebih dalam dari 5 meter (Krisanti dan Imran, 2006; Sunyoto, 1994). Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan ketiga stasiun memiliki kontur yang sangat landai dengan kemiringan sekitar 0,32 % hingga 3,13 % atau 0,19 - 1,79 derajat, dengan kedalaman terendah adalah 7 m. Pengamatan pasut diperlukan untuk melihat variasi kedalaman yang diakibatkan oleh pasut. Ahmad et al. (1991) mengatakan bahwa daerah yang akan dijadikan lokasi budidaya laut berbasis KJA harus memiliki tunggang pasut kurang dari 2 meter. Data prediksi pasang surut memperlihatkan *tidal range* pada daerah perairan Simeulue adalah kurang dari 1 meter (amplitudo pasut < 0,5 m), dengan tipe pasut campuran cenderung semi diurnal (*mixed tide prevailing semidiurnal*). Berdasarkan hal tersebut maka kedalaman perairan pada saat surut masih berada di atas 5 meter.

Jenis substrat yang ditemukan di daerah ini umumnya adalah pasir kecuali pada daerah Pulau Bengkalak yang berjenis pasir berlumpur (Tabel 2). Pengamatan di lapangan menunjukkan terdapat sejumlah sungai yang bermuara di sekitar wilayah Pulau Bengkalak serta adanya vegetasi mangrove, menyebabkan terjadinya sedimentasi lumpur (Nybakken, 1998; Fernandes et al., 2002; Provost, 1996). Sedimen lumpur lebih mudah teraduk ke kolom perairan dan menyebabkan kekeruhan (Mason and Folk, 1958; Folk dan Robbles, 1964; Friedman, 1967; Boggs, 2009). Perairan yang keruh menurunkan penetrasi cahaya ke dalam perairan, sehingga menurunkan aktivitas fotosintesis dan mengurangi tempat dari tumbuhan yang berada di kolom (Nybakken, 1998). Cahaya juga dibutuhkan oleh ikan budidaya, untuk menentukan keberadaan mangsa melalui pantulan cahaya yang ditangkap oleh sensor di mata ikan (Laevastu dan Hayes, 1981). Sejalan dengan hal tersebut, kecerahan terendah (4,5 m) ditemukan pada P. Bengkalak (Teupah Selatan), namun nilai tersebut masih lebih tinggi dari nilai referensi minimal yang disebutkan Radiarta et al. (2005), sebesar 3 meter.

Kecepatan arus yang terukur pada tiga stasiun bernilai 10-12,5 m/d Posisi ketiga stasiun dapat dikatakan berada di kawasan teluk, dimana kondisi arus perairan teluk yang lemah cenderung akan membuat proses sedimentasi terjadi di sekitar lokasi tersebut (Purnawan et al., 2012; Cholikh et al., 1995). Kecepatan arus yang dapat ditoleransi berada pada kisaran 5 – 50 cm/s (Mayunar et al., 1995; Radiarta et al., 2005; KLH, 2004). Kecepatan arus yang terlalu lemah akan membuat sirkulasi di sekitar jaring keramba akan berkurang, sementara arus yang terlalu kencang akan mempengaruhi ketahanan bangunan keramba dan pakan yang banyak terbawa oleh arus sebelum sempat dimakan oleh hewan budidaya. Kecepatan arus yang sesuai juga dapat mengurangi polutan yang dihasilkan dan untuk memastikan limbah yang dihasilkan terbawa dari lokasi budidaya (Lumb, 1989). Kondisi arus pada tiga stasiun pengamatan masih dapat dianggap sesuai berdasarkan rujukan di atas.

Nilai salinitas yang diperoleh pada stasiun Sambai dan Pulau Bengkalak relatif rendah yaitu 26‰ dan 25‰. Kedua stasiun berada dalam perairan teluk yang semi tertutup serta adanya masukan (*runoff*) sungai yang terdapat di sekitar stasiun tersebut diduga menurunkan salinitas air laut di sekitarnya (Stewart, 2006). Kondisi salinitas pada dua lokasi tersebut tentunya perlu dipertimbangkan dalam menjalankan proses budidaya kerapu. Jenis kerapu yang akan dibudidayakan hendaknya memiliki toleransi terhadap kondisi salinitas rendah, serta turut dilakukan proses aklimatisasi terlebih dahulu (Kohno et al., 1988; Ahmad et al., 1991; Radiarta et al., 2004).

Suhu yang terukur saat pengamatan adalah 28-29 °C, sementara nilai pH 7,76-7,83, dan nilai DO sebesar 5,1-5,8 mg/l. Pengamatan terhadap nilai suhu, pH, dan DO perairan menunjukkan kesesuaian dengan syarat yang dibutuhkan untuk pengembangan kegiatan budidaya laut. (KLH, 2004; Mayunar et al., 1995; Sumaryanto et al., 2001).

Hasil penilaian (*scoring*) yang dilakukan di perairan Simeulue menunjukkan bahwa Stasiun Kuta Batu dan Sambai berada dalam kategori sangat layak untuk dikembangkan menjadi lokasi KJA budidaya kerapu, sementara Pulau Bengkalak berada dalam kategori layak. Meskipun demikian, perlu diperhatikan lebih lanjut kondisi salinitas dan potensi sedimentasi pada stasiun Sambai dan Pulau Bengkalak yang dapat menjadi faktor penentu keberhasilan kegiatan budidaya kerapu berbasis KJA. Salah satunya adalah pemilihan jenis kerapu yang akan dibudidayakan pada lokasi tersebut (Chen et al., 1977; Kohno et al., 1988). Akhirnya, keberhasilan kegiatan budidaya KJA juga ditentukan oleh penanganan yang tepat dalam operasional KJA agar resiko kegagalan relatif rendah dan hasil yang didapat bisa berlangsung secara berkesinambungan (Ali, 2003).

Kesimpulan

Bedasarkan hasil kajian pada Kuta Batu (Simeulue Timur), Sambai (Teluk Dalam) dan Pulau Bengkalak (Teupah Selatan) dapat diketahui bahwa nilai parameter utama, yaitu: suhu berkisar 28-29 °C, pH 7,76-7,83, DO 5,1-5,8 mg/l, kecerahan 4,5-6,5 m, kedalaman 7-11 m, salinitas 25-30 ‰, arus 10-12,5 cm/s. Analisis matriks kesesuaian menunjukkan stasiun Kuta Batu dan Sambai berada dalam kategori sangat layak, sementara Pulau Bengkalak berada dalam kategori layak. Ditemukan kondisi salinitas yang cenderung rendah pada stasiun Sambai dan Pulau Bengkalak diakibatkan adanya *runoff* sungai yang berada di sekitar perairan tersebut. Penentuan jenis kerapu yang memiliki adaptasi terhadap kondisi salinitas rendah diperlukan untuk keberhasilan kegiatan budidaya.

Ucapan Terima Kasih

Studi ini merupakan bagian dari kegiatan *Sustainable Sea Fisheries for Simeulue and Singkil* (SSFS) yang diprakarsai oleh *Islamic Relief Aceh District*, yang mengkaji kelayakan (*feasibility study*) untuk penempatan keramba jaring apung di perairan Pulau Simeulue.

Daftar Pustaka

- Ahmad, T., P.T. Imanto, Muchari, A. Basyarie, P. Sunyoto, B. Slamet, Mayunar, R. Purba, S. Diana, S. Redjeki, A.S. Pranowo, S. Murtiningsih. 1991. Operasional pembesaran ikan kerapu dalam keramba jaring apung. Laporan Teknis Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai. Maros. 59 p.
- Ahmad, T., A. Mustafa, A. Hanafi. 1996. Konsep pengembangan desa pantai mendukung keberlanjutan produksi perikanan pesisir. *Dalam* Prosiding Rapat Kerja Teknis Peningkatan Visi Sumberdaya Manusia Peneliti Perikanan Menyongsong Globalisasi IPTEK. Poernomo, A., H.E. Irianto, S. Nurhakim, Murniyati, E. Pratiwi (Eds). Badan Litbang Pertanian, Puslitbang Perikanan, Jakarta. Hal 91-106.
- Akbar, S. 2001. Pembesaran ikan kerapu bebek dan kerapu macan di keramba jaring apung. Pengembangan Agribisnis Kerapu. Prosiding Lokakarya Nasional. RISTEK - DKP – BPPT. Jakarta.
- Ali. 2003. Penentuan lokasi dan estimasi daya dukung lingkungan untuk budidaya ikan kerapu sistem keramba jaring apung di perairan Padang Cermin, Lampung Selatan. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anonim. 2001. Pembudidayaan dan manajemen kesehatan ikan kerapu. SEAFDEC Aquaculture Departement. Kelompok Kerja Perikanan APEC, Aquaculture Departement Southeast Asian Fisheries Development Center.
- Boggs, S. Jr. 2009. Petrology of sedimentary rocks, 2nd ed. Cambridge University Press. Cambridge. 600 p.

- Boyd, C.E. 1982. Water quality management for pond fish culture. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.
- Brown, E.E., J.B. Gratzek. 1980. Fish farming handbook. AVI Publishing Company, Connecticut. Westport.
- Cholik, F.A., Sudradjat, P.T. Imanto. 1995. Peluang agribisnis budidaya laut di Kawasan Timur Indonesia, *dalam* Prosiding temu usaha pemasyarakatan teknologi keramba jaring apung bagi budidaya laut. A. Sudradjat, W. Ismail, B. Priono, Murniyati, dan E. Pratiwi (Eds). Badan Litbang Pertanian, Puslitbang Perikanan. Jakarta. Hal 136-156.
- Chen, F.Y., M. Chow, T.M. Chao, R. Lim. 1977. Artificial spawning and larval rearing of the grouper, *Epinephelus tauvina* (Forsk.) in Singapore. Singapore Journal of Primary Industries, 5(1):1-21.
- Chua, T.E., S.K. Teng. 1978. Effects of feeding frequency on the growth of Young Estuary Grouper, *E. tauvina* Forskal, Cultured in Floating Net Cages. Aquaculture, 14:31-47.
- Dahuri, R. 1998. Kebutuhan riset untuk mendukung implementasi pengelolaan sumberdaya pesisir dan lautan secara terpadu. Jurnal Pesisir dan Lautan (Indonesian Journal of Coastal And Marine Resources), 1(2):61-77.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting, M.J. Sitepu. 2001. Pengelolaan sumberdaya pesisir dan lautan secara terpadu. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Davis, J.C. 1975. Minimal dissolved oxygen requirement of aquatic life with emphasis on Canadian Species. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 32(12):2296-2332.
- Dishidros. 2010. Daftar pasang surut Kepulauan Indonesia. Dinas Hidro Oseanografi TNI-AL. Jakarta.
- Effendi, I. 2004. Pengantar akuakultur. PT. Penebar Swadaya. Jakarta. 187 p.
- FAO. 1995. Code of conduct for responsible fisheries. FAO. Rome. 41 p.
- Fernandes, T.F., A. Eleftheriou, H. Ackefors, M. Eleftheriou, A. Ervik, A. Sanchez-Mata, T. Scanlon, P. White, S. Cochrane, T.H. Pearson, P.A. Read. 2002. MARAQUA: The management of the environmental impacts of marine aquaculture. Final Report: European Union FAIR Programme, PL98-4300. Fisheries Research Services, Aberdeen, Scotland. 70 p. + appendices.
- Folk, R.L. 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hemphills. Austin. Texas. 170 p.
- Folk, R., R. Robles. 1964. Carbonate sands of Isla Perez, Alacran Reef Complex, Yucatan. Journal of Geology, 72:255-292.
- Friedman, G.M. 1967. Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distributions of beach and riversands. Journal of Sedimentary Petrology, 37:327-354.
- Gao, Y., S.G. Kim, J.Y. Lee. 2011. Effects of pH on fertilization and the hatching rates of far eastern catfish *Silurus asotus*. Fisheries and aquatic sciences, 14(4):417-420.
- Hardjojo, B., Djokosetiyanto. 2005. Pengukuran dan analisis kualitas air. Edisi Ketiga, Modul 1 - 6. Universitas Terbuka. Jakarta.
- Hidayat, A.M., Soekardi, Ponidi. 1995. Kajian kesesuaian lahan untuk mendukung pembangunan perikanan pantai dan pertanian di daratan Kasipute-Lainea, Sulawesi Tenggara. *Dalam* Laporan Akhir Hasil Penelitian Potensi dan Hasil Kesesuaian Lahan untuk Pengembangan Perikanan Pantai (Tingkat Tinjau Mendalam) Daerah Kasipute-Lainea, Sulawesi Tenggara. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat bekerjasama dengan Proyek Pembinaan Kelembagaan Penelitian Pertanian Nasional. Jakarta. Hal 96-162.
- Idris, I., S.P. Ginting, Budiman. 2007. Membangunkan raksasa ekonomi: sebuah kajian terhadap perundang-undangan pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Penerbit Buku Ilmiah Populer. 296 hal.
- Ingmanson, D.E., W.J. Wallace. 1985. Oceanography: an introduction. 3rd ed. Wadsworth Publishing Company. California. USA.
- Ismail, A., Wedjatmiko, Sastrawijaya, S. Sindu. 2001. Kajian teknis pembesaran ikan kerapu sunu dalam keramba jaring apung di lahan petani. pusat penelitian dan pengembangan eksplorasi laut dan perikanan. Departemen Perikanan dan Kelautan Bekerjasama dengan Japan International Cooperation Agency. Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup (KLH). 2004. Keputusan Menteri KLH No. 51/2004 tentang baku mutu air laut untuk Biota Laut. KLH, Jakarta.
- Kinne, O. 1972. Marine ecology: environmental factors v.1. John Wiley & Sons Ltd. New York. 544 p.

- Kohno, H.M., Duray, J. Juario. 1988. State of grouper *Lapu-Lapu* culture in the Philippines. SEAFDEC Asian Aquaculture, 10(2):4-8.
- Krisanti, M., Z. Imran. 2006. Daya dukung lingkungan perairan teluk ekas untuk pengembangan kegiatan budidaya ikan kerapu dalam karamba jaring apung. Jurnal Pertanian Indonesia, 11(2):15-20.
- Laevastu, T., M.L. Hayes. 1981. Fisheries oceanography and ecology. Fishing News Books. England. 199 p.
- Langkosono, L.F. Wenno. 2003. Distribusi ikan kerapu (serranidae) dan kondisi lingkungan perairan Kecamatan Tanimbar Utara, Maluku Tenggara. Prosiding Lokakarya Nasional dan Pameran Pengembangan Agribisnis. Kerapu II 203-212. Jakarta 8-9 Oktober 2002. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Budidaya Pertanian, BPPT. Jakarta.
- Lumb, C.M. 1989. Self-pollution by scottish salmon farms. Marine Pollution Bulletin, 20:375-379.
- Mainassy, B., N.V. Huliselan, S.F. Tuhumury, J.J. Wattimury. 2005. Penentuan lokasi pengembangan budidaya keramba jaring apung (kja) di perairan Teluk Ambon dalam (tad) menggunakan sistem informasi geografis. Ichthyos, 4(2):69-80.
- Mason, C.C., R.L. Folk. 1958. Differentiation of beach, dune and aeolian flat environments by size analysis, Mustang Island, Texas. Journal of Sedimentary Petrology, 28:211-226.
- Mayunar, R. Purba, P.T. Imanto. 1995. Pemilihan lokasi untuk budidaya ikan laut. Prosiding temu usaha pemasyarakatan teknologi keramba jaring apung bagi budidaya laut. pusat penelitian dan pengembangan perikanan. Kerjasama antara Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian – Forum Komunikasi Penelitian dan Pengembangan Agribisnis (FKKPA). Jakarta 12 – 13 April, No. 38: 179 – 187.
- Milne, P. H. 1979. Fish and shellfish farming in coastal waters. Fishing News Book Ltd. Farnham Surrey.
- Minggawati, I., Lukas. 2012. Water quality research for fish farming keramba in The Kahayan River. Media Sains, 4(1):87-91.
- Muir, J.F., J.M. Kapetsky. 1988. Site selection decisions and project cost. The Case of Brackish Water Pond System. Aquaculture Engineering Technologies for The Future. IChemE Symposium Series No. 111, EFCE Publication Series No 66, Scotland.
- Nybakken, J.W. 1998. Biologi laut suatu pendekatan ekologi. Penerjemah: M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen, M. Hutomo dan S. Sukarjo. PT. Gramedia. Jakarta. 459 p.
- Peres, H., A. Oliva-Teles. 1999. Influence of temperature on protein utilization in juvenile european seabass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 170:337–348.
- Pierre, S., S. Gaillard, N. Prevot-D'Alvise, J. Aubert, O. Rostaing-Capillon, D. Leung-Tack, J.P.Grillasca. 2008. Grouper aquaculture: Asian success and Mediterranean trials. Aquatic Conservative: Marine Freshwater Ecosystem, 18:297-308.
- Provost, P.G. 1996. The persistence and effects of antibacterial agents in marine fish farm sediments. PhD Tesis. Napier University. Edinburgh. 313 p.
- Purnawan, S., I. Setiawan, Marwantim. 2012. Studi sebaran sedimen berdasarkan ukuran butir di perairan Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. Depik, 1(1):31-36.
- Radiarta, I.N., A. Saputra, B. Priono. 2004. Pemetaan kelayakan lahan untuk pengembangan usaha budidaya laut di Teluk Saleh, Nusa Tenggara Barat. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, 10(5):19-32.
- Radiarta, I.N., A. Saputra, B. Priono. 2005. Identifikasi kelayakan lahan budidaya ikan dalam keramba jaring apung dengan aplikasi sistem informasi geografis di Teluk Pangpang, Jawa Timur. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, 11(5):1-13.
- Rahayu, S. 1991. Penelitian kadar oksigen terlarut (DO) dalam air bagi kehidupan ikan. BPPT No. XLV/1991. Jakarta.
- Smith, L.S. 1982. Introduction to fish physiology. T.F.H. Publications. 352 p.
- Stewart. 2006. The oceans, their physics, chemistry, and general biology. Prentice-Hall. New York.
- Sudjiharno, T. Winanto. 1998. Pemilihan lokasi pembenihan ikan kerapu macan dalam pembenihan ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*). Hal 13-19. Deptan. Ditjen. Perikanan Balai Budidaya Laut Lampung.
- Sunyoto, P. 1994. Pembesaran kerapu dalam keramba jaring apung. Penebar Swadaya. Jakarta. 65 p.
- Tookwinas, S. 1989. Review of knowledge on grouper aquaculture in South East Asia. Advance in Tropical Aquaculture, 9:429-435.

- Tucker, J.W. 1999. Species profile grouper aquaculture. Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publication No. 721.
- Yamamoto, K. 2006. Asia Pacific Marine Finfish Aquaculture Network (APMFAN) and the efforts towards sustainable grouper aquaculture in the region. Paper presented at the NACA/FAO Regional Workshop "The Future of Mariculture: A regional approach for responsible development of marine farming in the Asia-pacific region". China.
- Zweig, R.D., J.D. Morton, M.M. Stewart. 1999. Source water quality for aquaculture: a guide for assessment. World Bank, Washington, DC, US.