

## KESESUAIAN LOKASI UNTUK RESTOKING KIMA *TRIDACNIDAE* DI KEPULAUAN SPERMONDE

### *SUITABILITY OF LOCATION FOR RESTOCKING CLAMS TRIDACNIDAE IN THE SPERMONDE ARCHIPELAGO*

Susiana<sup>1\*</sup>, Andi Niartiningih<sup>2</sup>, Muh. Anshar Amran<sup>2</sup>, dan Rochmady<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, FIKP, Universitas Maritim Raja Ali Haji

<sup>2</sup>Jurusan Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar

<sup>3</sup>Pusat Studi Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Wuna

\*E-mail: [susiana@umrah.ac.id](mailto:susiana@umrah.ac.id)

#### ABSTRACT

*Efforts to protect giant clams from extinction one of them through conservation, which set a region as a restocking area. The research aimed to analyze the suitability environments with the density giant clams in the aquatic. The research conducted in September 2013-January 2014. The research site was determined by purposive sampling of middle inner zone = MIZ, middle outer zone = MOZ, and outer zone = OZ in the aquatic of Spermonde Archipelago. The research conducted was using observation method of biology, physics, and chemistry parameters of aquatic at mintakat reef flats, reef slope and reef base. Data analysis of location suitability of restocking giant clams using WSM method (and correlation analysis of giant clams density with water quality, then integrated with ALOS Avnir-2 image. The result research shows the density giant clams influenced by the physical environment parameters, mainly salinity, brightness and depth. The suitability location of restocking giant clams for class Very suitable in P. Langkadea and P. Pala (MOZ), P. Cangke (OZ), P. Tambakulu and P. Kondongbali (OZ) on mintakat reef flats. Class Very suitability on reef slope in P. Kondongbali and P. Kapoposang (OZ). Class accordance with the reef flats, there are P. Podang Podang Lompo (MOZ), P. Sarappo Keke (OZ) and P. Kapoposang (OZ). Class Appropriate to reef slope mintakat in P. Langkadea (MOZ) and P. Sarappo Keke (OZ). Determination of giant clams restocking area in nature needs considers the location suitability, primarily the quality of aquatic physics.*

**Keywords:** *conservation, clam, weight sum model, ALOS Avnir-2 image*

#### ABSTRAK

Upaya perlindungan kima dari kepunahan salah satunya melalui konservasi, yaitu menetapkan suatu wilayah sebagai kawasan restocking. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kesesuaian lingkungan dengan kepadatan kima di perairan. Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2013-Januari 2014. Lokasi penelitian ditentukan dengan metode sampling bertujuan pada area middle inner zone = MIZ, middle outer zone = MOZ, dan outer zone = OZ di perairan Kepulauan Spermonde. Penelitian dilakukan dengan metode observasi terhadap parameter biologi, fisika dan kimia pada mintakat reef flat, reef slope dan reef base. Analisis data kesesuaian lokasi restocking kima menggunakan metode WSM dan analisis korelasi untuk mengetahui kepadatan kima dengan parameter kualitas perairan, hasil analisis diintegrasikan dengan Citra ALOS Avnir-2. Hasil penelitian menunjukkan kepadatan kima dipe-ngaruhi parameter lingkungan fisika utamanya salinitas, kecerahan dan kedalaman. Kesesuaian lokasi restocking kima untuk kelas Sangat Sesuai di P. Langkadea dan P. Pala (MOZ), P. Cangke (OZ), P. Tambakulu dan P. Kondongbali (OZ) pada mintakat reef flat. Kelas Sangat Sesuai pada mintakat reef slope di P. Kondongbali dan P. Kapoposang (OZ). Kelas Sesuai pada mintakat reef flat, terdapat di P. Podang Podang Lompo (MOZ), P. Sarappo Keke (OZ) dan P. Kapoposang (OZ). Kelas Sesuai pada mintakat reef slope di P. Langkadea (MOZ) dan P. Sarappo Keke (OZ). Penetapan kawasan restocking kima di alam perlu mempertimbangkan kesesuaian lokasi, utamanya kualitas fisika perairan.

**Kata kunci:** konservasi, kima, *weight sum model*, citra ALOS Avnir-2

## I. PENDAHULUAN

Kima atau lebih dikenal sebagai kerang raksasa (*giant clams*) (Lucas, 1988) memiliki keunikan dibanding bivalvia lainnya (Lucas, 2014). Kima merupakan jenis bivalvia yang hidup di perairan tropis berkarang (Klumpp *et al.*, 1994; Lucas, 2014), memiliki ukuran yang besar (Norton and Jones, 1992; Lucas, 2014; Mohamed *et al.*, 2016), mekanisme pengambilan makanan yang terspesialisasi (Lucas, 2014) dengan bantuan *microalga* jenis *zooxanthella* (Fitt *et al.*, 1986; Panggabean, 1990; Lucas, 2003), serta merupakan jenis bivalvia dengan ukuran paling besar diantara semua jenis kima (Lucas, 2014). Fosil kima *Tridacna gigas* yang pernah ditemukan mencapai ukuran panjang cangkang 1,3 m dengan berat 500 kg (Watanabe *et al.*, 2004). Sementara itu, kima jenis lainnya memiliki kisaran ukuran panjang cangkang antara 15-130 cm (Lucas, 1988; Hernawan, 2010; Lucas, 2014).

Kima merupakan salah satu spesies komoditas perikanan ekonomis penting. Diketahui kima mengandung komposisi nilai gizi tinggi, yakni mengandung protein sebesar 13,53-13,89%, lemak 0,34-1,34%, karbohidrat 0,21-3,68% dari bobot tubuh (Lucas, 1994). Kandungan gizi tersebut berdampak pada tingginya permintaan kima di pasar domestik maupun internasional (faktor ekonomi), sehingga berdampak pada eksploitasi kima secara tidak terkendali (Ambariyanto, 2007a). Lebih lanjut dijelaskan, selain penyakit, pemangsaan, kondisi lingkungan, pencemaran, dan faktor lainnya, diduga kuat pemanfaatan karena dorongan faktor ekonomi menjadi sebab utama tingginya penangkapan kima di alam. Namun bagaimanapun, kombinasi dari keseluruhan faktor tersebut berakibat pada kelangkaan populasi kima. Sebagaimana dilaporkan pemanfaatan kima secara tidak terkendali telah berdampak pada penurunan populasi kima di alam (Hamel *et al.*, 2013; Emola *et al.*, 2016). Sejak tahun 1980-an, kima terus diburu nelayan di hampir seluruh wilayah

Indonesia (Lucas, 1994; Lucas, 2003). Di Kepulauan Spermonde, pemanfaatan kima telah berlangsung lama oleh nelayan lokal (Litaay *et al.*, 2006; Susiana *et al.*, 2014). Pemanfaatan tidak terkendali oleh nelayan telah berdampak pada kelangkaan populasi kima di alam (Niartiningasih *et al.*, 2013). Saat ini, kima tergolong biota langka (Niartiningasih *et al.*, 2013) dan merupakan jenis hewan laut yang dilindungi (Ambariyanto, 2010). Kampanye perlindungan kima terus dilakukan untuk mencegah tindakan pengambilan kima yang tidak memperhatikan kelestarian sumberdaya. Tindakan perlindungan dilakukan dengan membatasi pemanfaatan sesuai ketentuan CITES Appendiks II (UNEP-WCMC, 2007; Nugroho dan Panggabean, 2008) dan Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa dan Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2007 tentang Konservasi Sumber Daya Ikan. Kebijakan tersebut secara gamblang mencantumkan ketujuh jenis kima sebagai organisme yang dilindungi.

Upaya pengelolaan kima terus dilakukan, diantaranya melalui pengalihan pemanfaatan dari alam ke arah pengembangan teknologi budidaya (Panggabean, 1992; Niartiningasih *et al.*, 2008), maupun teknologi budidaya kurungan (Hamel *et al.*, 2013). Upaya lain yang telah dilakukan adalah perbaikan mutu benih melalui persilangan induk yang mengarah pada konservasi sumberdaya (Niartiningasih *et al.*, 2014). Selain itu, telah dirintis upaya konservasi melalui restocking (Emola *et al.*, 2016). Berbagai upaya tersebut diharapkan membuka jalan baru bagi kelestarian sumberdaya kima di alam.

Upaya mendukung restocking kima tersebut, pada tahap awal diperlukan informasi tentang lokasi yang sesuai bagi kehidupan kima (Ambariyanto, 2010). Menentukan lokasi dimaksud didasarkan pada parameter biologi, fisika, dan kimia perairan. Pengetahuan kesesuaian lokasi bagi kehidupan kima diharapkan menjadi suatu

kawasan restocking bagi kima. Hal ini bertujuan untuk memudahkan proses pemulihan habitat, mempertahankan dan meningkatkan populasi kima, serta melindungi proses-proses ekologi serta pemanfaatannya secara optimal. Sehubungan dengan itu, penelitian ilmiah mengenai penentuan lokasi yang sesuai bagi restocking kima menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kesesuaian lokasi restocking berdasarkan kesesuaian kualitas perairan di Kepulauan Spermonde guna memberikan informasi awal tentang kesesuaian lokasi perairan bagi upaya restocking kima.

## II. METODE PENELITIAN

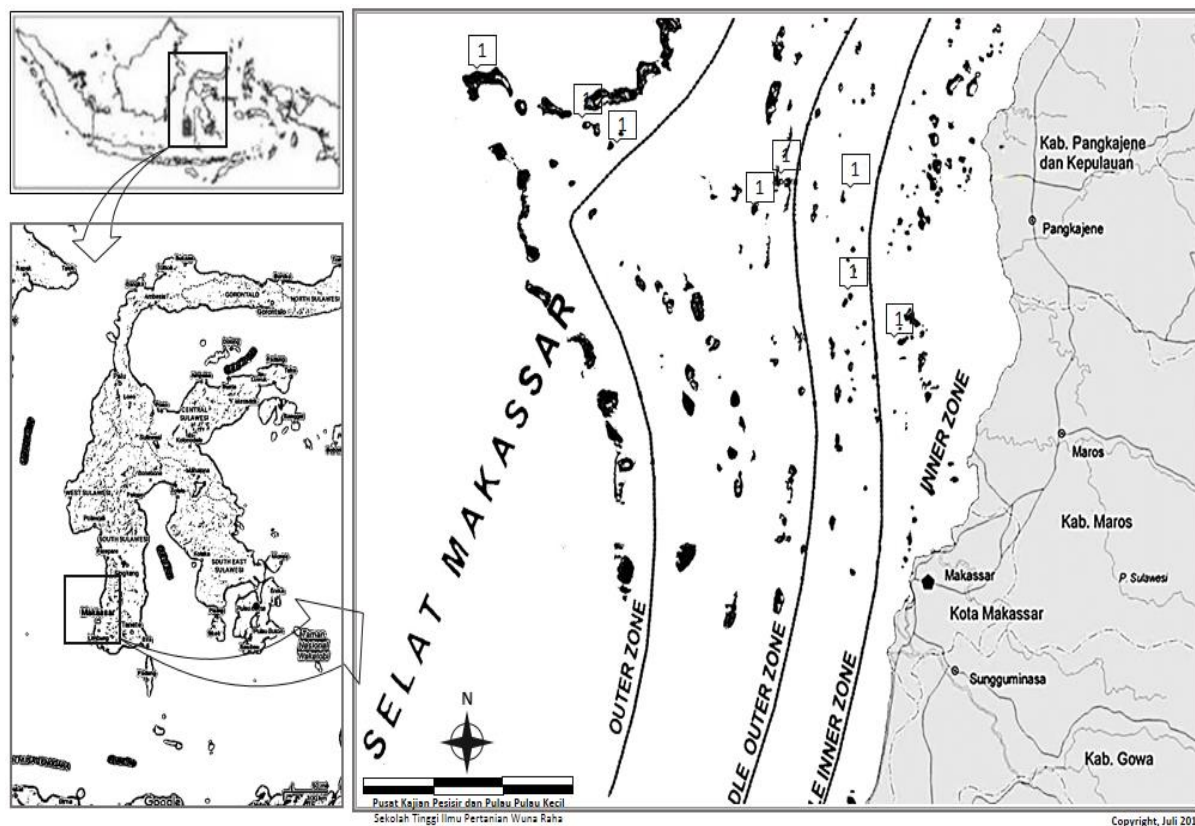
### 2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan bulan September 2013 sampai Januari 2014 bertempat di P. Langkadea, P. Podang Podang

Lompo dan P. Pala sebagai *middle inner zone* (zona MIZ). Pulau Sarappo Lompo, P. Sarappo Keke dan P. Cangke sebagai *middle outer zone* (zona MOZ), dan P. Tambakulu, P. Kondongbali dan P. Kapoposang sebagai *outer zone* (zona OZ) di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan (Gambar 1.).

### 2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu GPS (*Global Positioning System*) untuk menentukan koordinat stasiun pengamatan. Mencapai lokasi penelitian dan pengamatan digunakan perahu motor. Alat WQC (*Water Quality Checker*) digunakan untuk mengukur parameter fisika (suhu dan salinitas) secara *insitu*. Selain parameter fisika, WQC digunakan untuk mengukur parameter kimia yakni salinitas, pH, dan DO (*dysolved oxygen*). Patok berskala digunakan untuk mengukur kedalaman perairan. *Sechi disk* digunakan untuk mengukur kecerahan air.



Gambar 1. Lokasi penelitian kesesuaian lokasi restocking kima di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan, Indonesia (Lokasi penelitian ditunjukkan dengan tanda □).

Layangan arus digunakan untuk mengukur kecepatan arus. Kompas dan *stop-watch* digunakan untuk menentukan arah dan waktu tempuh layangan arus. Alat *spektrofotometer* digunakan untuk mengukur kandungan klorofil-a, nitrat dan fosfat sampel air. Pengukuran parameter kimia dilakukan pada Laboratorium Oseanografi Kimia, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Indonesia. Bahan yang digunakan adalah sampel air laut dan kima.

### 2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan menentukan lokasi dan titik pengamatan menggunakan GPS. Lokasi penelitian ditentukan dengan metode sampling bertujuan (*purposive sampling*), yakni berdasarkan indikator adanya terumbu karang dan merupakan habitat kima. Penetapan lokasi pengamatan mengacu pada hasil penelitian sebelumnya (Tabel 1.). Pengukuran parameter biologi

yakni kepadatan kima, suhu, salinitas dan beberapa parameter kimia perairan dilakukan secara *insitu* pada masing-masing lokasi pengamatan.

Pengukuran parameter biologi yakni klorofil-a, parameter kimia yakni nitrat dan fosfat menggunakan sampel air laut yang diambil pada masing-masing lokasi pengamatan. Sampel air laut tersebut selanjutnya dianalisis di Laboratorium Oseanografi Kimia Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia. Pengambilan sampel air dilakukan pada tiga mintakat terumbu karang secara vertikal, yakni zona rata-rata terumbu (*reef flat=RF*), zona lereng terumbu (*reef slope=RS*) dan zona dasar terumbu (*reef base=RB*). Selanjutnya, hasil analisis parameter kualitas air diinterpretasi kedalam peta berbasis data citra ALOS Avnir-2 yang diperoleh di LAPAN Pare-Pare, Sulawesi Selatan, Indonesia. Interpretasi peta menggunakan software ErMapper.

Tabel 1. Kriteria kesesuaian restocking kima berdasarkan parameter kualitas perairan di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan, Indonesia.

Parameter Kualitas Air	Parameter Kesesuaian Lokasi			N	Sumber Rujukan
	Kisaran	Skor (Si)	Bobot (Wi)		
Salinitas (ppt)	30 – 35	3	0,182	0,546 <sup>RF</sup>	(Litaay <i>et al.</i> , 2007) (Niartiningasih <i>et al.</i> , 2008)
	25 – 29	2		0,364 <sup>RS</sup>	
	<25	1		0,182 <sup>RB</sup>	
Kecerahan (m)	1 – 4	3	0,164	0,492 <sup>RF</sup>	(Zakaria, 2009) (Niartiningasih <i>et al.</i> , 2013)
	5 – 8	2		0,328 <sup>RS</sup>	
	<1 dan >8	1		0,164 <sup>RB</sup>	
Kedalaman (m)	1 – 4	3	0,145	0,435 <sup>RF</sup>	(Niartiningasih <i>et al.</i> , 2008) (Braley, 1992)
	5 – 8	2		0,290 <sup>RS</sup>	
	<1 dan >8	1		0,145 <sup>RB</sup>	
Nitrat (mg/l)	0,11 – 0,29	3	0,127	0,381 <sup>RF</sup>	(Håkanson and Bryhn, 2008)
	0,30 – 0,94	2		0,254 <sup>RS</sup>	
	<0,11 dan >0,94	1		0,127 <sup>RB</sup>	
DO (mg/l)	6 – 11	3	0,109	0,327 <sup>RF</sup>	(Niartiningasih <i>et al.</i> , 2008) (Zakaria, 2009)
	2 – 5	2		0,218 <sup>RS</sup>	
	<2	1		0,109 <sup>RB</sup>	

Parameter Kualitas Air	Parameter Kesesuaian Lokasi			N	Sumber Rujukan
	Kisaran	Skor (Si)	Bobot (Wi)		
Kecepatan Arus (m/dt)	0,5 – 1	3	0,091	0,273 <sup>RF</sup>	(Niartiningasih <i>et al.</i> , 2013)
	0,1 – 0,4	2		0,182 <sup>RS</sup>	(Litaay <i>et al.</i> , 2007)
	<0,1 dan >1	1		0,091 <sup>RB</sup>	(Weingarten <i>et al.</i> , 1977)
pH	7,6 – 8,2	3	0,073	0,219 <sup>RF</sup>	(Niartiningasih <i>et al.</i> , 2013)
	7 – 7,5	2		0,146 <sup>RS</sup>	
	<7	1		0,073 <sup>RB</sup>	
Klorofil-a (µg/l)	0,14 – 2	3	0,055	0,165 <sup>RF</sup>	(Håkanson and Bryhn, 2008)
	0,07 – 0,13	2		0,110 <sup>RS</sup>	
	<0,07	1		0,005 <sup>RB</sup>	
Fosfat (mg/l)	0,015 – 0,04	3	0,036	0,108 <sup>RF</sup>	(Håkanson and Bryhn, 2008)
	0,05 – 0,13	2		0,072 <sup>RS</sup>	
	<0,015 dan >0,13	1		0,036 <sup>RB</sup>	
Suhu (°C)	28 – 31	3	0,018	0,054 <sup>RF</sup>	(Litaay <i>et al.</i> , 2007)
	25 – 27	2		0,036 <sup>RS</sup>	(Neo <i>et al.</i> , 2009)
	<25	1		0,018 <sup>RB</sup>	(Niartiningasih <i>et al.</i> , 2008)
Total Skor				3	

RF = Reef Flat; RS = Reef Slope; RB = Reef Base.

#### 2.4. Analisis Data

Data kualitas air hasil pengukuran dibandingkan dengan kriteria kesesuaian bagi kehidupan kima (Tabel 1). Nilai yang diperoleh dikalikan dengan skor yang ditetapkan. Acuan nilai skor adalah: Skor 1, jika parameter yang teramati tidak sama dengan kriteria/nilai yang diinginkan atau diperbolehkan. Skor 2, jika parameter yang teramati sama dengan kriteria/nilai yang diperbolehkan. Skor 3, jika parameter yang teramati sama dengan kriteria/nilai yang diinginkan. Sementara untuk pembobotan penilaian ditentukan berdasarkan nilai penting atau pengaruh suatu parameter terhadap restocking kima. Bobot penilaian ditentukan berdasarkan hasil analisis korelasi antara hasil pengukuran kualitas air dengan indikator lingkungan pada Tabel 1. Analisis korelasi menggunakan IBM SPSS Statistics 22.

Nilai kesesuaian lokasi diperoleh dari hasil kali antara bobot penilaian (Wi) dengan

Skor (Si) masing-masing parameter (biologi, fisika dan kimia) setiap lokasi penelitian menggunakan rumus yang diusulkan Mahalik (1977) sebagai berikut:

$$N = \sum(Wi \times Si) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: N = Nilai total kesesuaian lokasi, Wi = Bobot penilaian, dan Si = Nilai (skor).

Menentukan kelas kesesuaian, terlebih dahulu dibuat interval kelas sebagai indikator kesesuaian menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Interval kelas} = \frac{(\text{Skor max} - \text{Skor min})}{\text{Total Kelas}} \dots\dots (2)$$

Dibuat kisaran nilai masing-masing kelas berdasarkan interval kelas yang diperoleh. Setelah diperoleh kesesuaian lingkungan perairan dilanjutkan dengan analisis kesesuaian dengan kriteria kepadatan kima.

Kriteria kepadatan kima pada mengikuti pendapat Calumpong (1992), yakni kepadatan optimum kima antara 30–45 ekor/m<sup>2</sup>.

Kima dengan kategori padat ( $\geq 30$  ekor/m<sup>2</sup>) mengindikasikan kondisi lingkungan baik dan mendukung kehidupan kima di alam. Kima dengan kategori “tidak ada” ( $< 1$  ekor/m<sup>2</sup>) mengindikasikan kondisi lingkungan buruk bagi kehidupan kima (Ambariyanto, 2010). Penelitian ini, kedua kategori kepadatan tersebut diberi skor 0 dengan pertimbangan bahwa kima dengan kategori padat mengindikasikan adanya kondisi lingkungan yang baik untuk mendukung pertumbuhan dan kehidupan kima, dengan demikian tidak perlu dilakukan restocking.

Tabel 2. Kriteria kesesuaian lokasi, bobot penilaian (Wi) masing-masing kriteria berdasarkan kepadatan kima di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan, Indonesia.

Kriteria Kepadatan	Kisaran Kepadatan (ekor/m <sup>2</sup> )	Bobot Penilaian (Wi)
Padat	$\geq 30$	0
Agak padat	10-29	1
Jarang	$< 10$	2
Tidak ada	$< 1$	0

Sementara untuk kriteria kepadatan tidak ada mengindikasikan adanya kondisi lingkungan buruk yang tidak mendukung bagi kehidupan kima. Oleh karena itu kedua kriteria tersebut diberi skor 0.

Matriks kesesuaian lokasi disusun berdasarkan indikator lingkungan perairan sesuai kebiasaan hidup kima (Tabel 1). Kesesuaian lokasi dibagi dalam tiga kelas, yaitu Sangat Sesuai (S1), Sesuai (S2), dan Tidak Sesuai (N). Analisis data kesesuaian lokasi menggunakan metode WSM (*Weighted Sum Model*) (Mahalik, 1977; Sarika, 2012; Dewi dan Proboyekti, 2014; Solikhun, 2017).

Memperjelas kesesuaian lokasi tersebut dibuat dalam peta dengan menggunakan Citra ALOS AVNIR-2 (4 band). Penggunaan citra satelit tersebut karena dapat mendeteksi obyek dasar perairan termasuk hamparan terumbu karang habitat utama kima. Pemilihan lokasi didasarkan pada kriteria S1 dan S2 pada mintakat *RF* dan *RS* yang diperoleh dari hasil interpretasi citra ALOS Avnir-2. Kesesuaian lokasi kategori S1 diberi warna merah dan lokasi kategori S2 diberi warna kuning. Penggunaan warna dimaksudkan untuk menandai kelas kesesuaian pada peta yang dihasilkan.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Kualitas Lingkungan Perairan

Hasil pengukuran parameter lingkungan meliputi parameter biologi, fisika dan kimia dan analisis korelasinya terhadap kepadatan kima sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3. diketahui parameter lingkungan fisik berupa salinitas, kecerahan, dan kedalaman berkorelasi positif terhadap kepadatan kima, nilai signifikansi koefisien korelasi sebesar  $\leq 0,05$ . Sedangkan parameter lingkungan lainnya yakni klorofil-a, suhu, kecepatan arus, DO, pH, nitrat dan fosfat tidak berkorelasi positif terhadap kepadatan kima nilai signifikansi koefisien korelasi  $\geq 0,05$ . Hal ini, kepadatan kima di perairan Kepulauan Spermonde lebih dipengaruhi oleh faktor-faktor fisika perairan.

Parameter biologi dan kimia perairan menunjukkan tidak berkorelasi positif terhadap kepadatan kima. Namun demikian, parameter biologi yakni klorofil-a merupakan bagian penting bagi fitoplankton dalam menunjang terjadinya proses fotosintesis (Kaswadi *et al.*, 1993; Arifin, 2009). Fitoplankton merupakan salah satu sumber makanan bagi kima (Ambariyanto and Hoegh-Guldberg, 1999; Ambariyanto, 2004; Ambariyanto, 2006; Hoegh, 2006; Ambariyanto, 2007b).

Tabel 3. Kisaran nilai parameter lingkungan hasil pengukuran dan koefisien korelasinya terhadap kepadatan kima di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan, Indonesia.

	Parameter Lingkungan	Hasil Pengukuran	Koefisien Korelasi ( $\alpha$ 0,05)	Keterangan
Biologi	Klorofil-a ( $\mu\text{g/l}$ )	0,1–0,3	0,573	Tidak berkorelasi
Fisika	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	27–31	0,77	Tidak berkorelasi
	Salinitas (ppt)	26–31	0,001	Berkorelasi
	Kedalaman (m)	4–25	0,051	Berkorelasi
	Kecerahan (m)	4–19	0,045	Berkorelasi
	Kecepatan arus (m/s)	0,1–0,7	0,189	Tidak berkorelasi
Kimia	DO ( $\text{mg/l}$ )	2–10	0,143	Tidak berkorelasi
	pH	7,4–7,6	0,206	Tidak berkorelasi
	Nitrat ( $\text{mg/l}$ )	0,05–6,13	0,074	Tidak berkorelasi
	Fosfat ( $\text{mg/l}$ )	0,02–0,71	0,679	Tidak berkorelasi

Sebagaimana diketahui, *zooxanthella* (*Symbiodinium* sp) dari jenis Dinoflagelates yang bersimbiosis dengan kima (Norton *et al.*, 1992) memanfaatkan fitoplankton sebagai sumber makanannya (Jeffrey and Haxo, 1968; Mingo-Licuanan, 2000).

Kesuburan perairan terkait erat dengan konsentrasi klorofil-a fitoplankton (Kaswadi *et al.*, 1993). Konsentrasi klorofil-a di perairan diklasifikasi dalam beberapa kategori yakni, kategori rendah sebesar  $<0,07\mu\text{g/l}$ , kategori sedang sebesar  $0,07\text{--}0,14\mu\text{g/l}$  dan kategori tinggi sebesar  $>0,14\mu\text{g/l}$  (Nababan dan Simamora, 2012). Klasifikasi klorofil-a sebagai faktor biotik perairan mencerminkan kandungan unsur hara suatu perairan (Baykal *et al.*, 2011; Tambaru *et al.*, 2011; Nababan dan Simamora, 2012).

Parameter fisika berupa salinitas, kecerahan dan kedalaman berkorelasi positif terhadap kepadatan kima di alam. Hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi  $\leq 0,05$ . Peranan salinitas terhadap biota air di alam terkait langsung terhadap pengaturan ion-ion dalam tubuh. Salinitas yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 26–31 ppt. Hal yang sama dilaporkan pada penelitian sebelumnya, yakni antara 27–30 ppt (Neo and Todd, 2007), 29–32 ppt (Nartiningih *et al.*, 2008), dan 30–31 ppt (Emola *et al.*, 2016). Salinitas mempengaruhi tekanan osmotik organisme yang berdampak pada

pemanfaatan energi untuk beradaptasi melalui osmoregulasi menjadi lebih besar (Marsuki *et al.*, 2013). Salinitas dapat mempengaruhi pengaturan ion-ion internal organisme utamanya dalam transpor aktif ion-ion dalam tubuh guna mempertahankan lingkungan internal, sehingga dapat mempengaruhi proses fisiologis yang berakibat pada mortalitas kima (Panggabean, 1991). Selain itu, distribusi kima secara vertikal berdasarkan kedalaman habitat terumbu karang. Bagaimanapun, kecepatan arus terkait erat dengan kedalaman. Semakin tinggi kedalaman suatu perairan, maka kecepatan arus permukaan semakin berkurang. Di lokasi penelitian, kecepatan arus berkisar antara 0,1–0,7 m/s (Tabel 3.). Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya kecepatan arus berkisar antara 0,68–1,09 m/s, dengan demikian arus dilokasi penelitian cenderung lebih lambat. Arus berperan penting bagi kima karena terkait dengan pertukaran dan pengangkutan unsur hara, transpor sedimen maupun degradasi struktur komunitas perairan. Secara fisiologis, kima membutuhkan cahaya optimum untuk fotosintesis *zooxanthella* yang hidup di jaringan mantelnya (Ishikura *et al.*, 1997; Ambariyanto and Hoegh-Guldberg, 1999; Grice, 1999; Nartiningih *et al.*, 2001; Jantzen *et al.*, 2008). Hasil fotosintesis *zooxanthella* menjadi sumber energi bagi pertumbuhan

kima (Belda *et al.*, 1993; Fitt *et al.*, 1993; Ambariyanto, 2006; Jantzen *et al.*, 2008). Kima membutuhkan perairan dangkal dan jernih (Klumpp *et al.*, 1994; Lucas, 1994; Ambariyanto, 1997; Ira *et al.*, 2014). Semakin rendah intensitas cahaya matahari populasi kima relatif semakin berkurang (Emola *et al.*, 2016). Salinitas, kedalaman, dan kecerahan perairan menjadi bagian penting bagi kelangsungan hidup kima, oleh karena hewan ini bersifat bentik yang hidup di dasar perairan.

Berdasarkan pengamatan secara visual pada substrat dasar perairan di mintakat *reef flat* dan *reef slope* ditemukan karang hidup (*live coral* LC), karang mati (*dead coral* DC), pecahan karang (*rubble* R) dan pasir (*sand* S). Sebagaimana telah dilaporkan bahwa pada mintakat *reef flat*, komposisi LC tertinggi ditemukan pada P. Sarappo Lompo dan P. Podang Podang Lompo sebesar 90%, pada mintakat *reef slope*, komposisi LC lebih tinggi pada P. Pala dan P. Tambakulu sebesar 90% (Niartining-sih *et al.*, 2013). Komposisi substrat dasar perairan berkorelasi dengan kepadatan kima, namun dipengaruhi oleh aktivitas penangkapan dan kegiatan *destruktif fishing* lainnya. Hal ini didukung oleh hasil wawancara terhadap salah satu nelayan di P. Pala yang mengambil kima di P. Cangke dan pengamatan di lokasi tersebut ditemukan kepadatan kima sebesar 9 ekor/m<sup>2</sup> dengan persentase substrat karang hidup mencapai 85%.

Berdasarkan hasil analisis kesesuaian kualitas air terhadap kepadatan kima, faktor suhu dan kecepatan arus diketahui tidak berkorelasi terhadap kepadatan kima di alam. Suhu di lokasi penelitian tidak mengalami fluktuasi yang signifikan, dalam arti masih dalam kisaran optimum bagi kehidupan kima. Kisaran suhu air tersebut layak untuk kehidupan kima (Braley, 1992). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yaitu suhu air media kima di *hatchery* sebesar 28–31°C (Litaay *et al.*, 2007), suhu untuk pemeliharaan kima di

perairan Pulau Badi, Sulawesi Selatan sebesar 27–30°C (Niartining-sih *et al.*, 2008), dan suhu pemeliharaan kima di perairan karang Bolok dan Kuanheum, Kupang Barat sebesar 29–31°C (Emola *et al.*, 2016). Suhu perairan selalu berada dalam kondisi alami (Nababan dan Simamora, 2012) dengan perubahan relatif lebih kecil (Kangkan, 2006). Suhu mempengaruhi pertumbuhan dan penyebaran kima di alam (Buck *et al.*, 2002). Suhu merupakan faktor pembatas bagi penyebaran organisme yakni reproduksi, pertumbuhan dan kompetisi (Krebs, 1985). Rentang suhu minimal, sistem metabolisme kima dapat terhambat dan pada suhu tinggi dapat mengakibatkan *zooxanthella* akan hilang dan kima akan mati (Niartining-sih *et al.*, 2008).

Berdasarkan hasil analisis kesesuaian parameter kualitas air dalam hal ini DO, pH, nitrat dan fosfat tidak berkorelasi terhadap kepadatan kima di Kepulauan Spermoden (Tabel 3.). Penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa konsentrasi DO berkisar 2,2–5,6 ppm (Litaay *et al.*, 2007). Di perairan, DO dibutuhkan kima untuk proses respirasi (Mangum and Johansen, 1982; Fisher *et al.*, 1985; Ambariyanto, 2006). Penurunan kadar DO dalam air dapat menghambat aktivitas kima. Tetapi untuk perairan terbuka dengan pergerakan dan sirkulasi air masih terjadi, DO berada dalam kondisi alami. Kebutuhan oksigen pada kima mempunyai dua kepentingan yaitu: kebutuhan untuk proses fotosintesis bagi *zooxanthella* dan kebutuhan untuk metabolisme kima itu sendiri. Dinamika nilai DO suatu perairan dipengaruhi oleh angin, dan arus cepat serta curah hujan dipermukaan yang membawa oksigen masuk ke dalam kolom air (Niartining-sih *et al.*, 2008). Di perairan, nilai pH relatif konstan karena adanya penyangga (*buffer*) yang cukup kuat dari hasil keseimbangan karbon dioksida, asam karbonat, karbonat, dan bikarbonat (Kangkan, 2006). Penelitian sebelumnya menunjukkan kisaran pH sebesar 7,8–8,0 (Litaay *et al.*, 2007). Kisaran pH tersebut tergolong pH netral, dengan kata



lain, nilai pH suatu perairan tidak terlepas dari berbagai aktivitas yang terjadi di perairan. Perubahan nilai pH, berakibat pada toksisitas dari bahan-bahan yang bersifat racun dan perubahan komunitas biologi perairan, sehingga pH perairan lokasi penelitian berada dalam konsentrasi alami.

Nitrat hasil pengukuran tergolong tinggi (Tabel 3.) dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya, dimana kisaran nitrat dilaporkan sebesar 0,01–0,02 mg/l (Zakaria, 2009). Di perairan, kadar nitrat >0,2 mg/l berakibat terjadinya eutrofikasi yang merangsang pertumbuhan fitoplankton secara cepat (*blooming*) (Effendi, 2010). Tingginya kadar nitrat di lokasi penelitian mengindikasikan perairan di Kepulauan Spermonde telah terjadi eutrofikasi sebagaimana dilaporkan peneliti sebelumnya, bahwa gejala eutrofikasi di Kepulauan Spermonde teridentifikasi sejak ±10 tahun lalu (Edinger *et al.*, 2000). Sementara itu, kisaran fosfat yang diperoleh sebesar 0,02–0,71 mg/l (Tabel 3.). Hasil penelitian sebelumnya di perairan Sumatera Barat dilaporkan kisaran fosfat yang diperoleh sebesar 0,06–0,09 mg/l (Zakaria, 2009).

Kadar fosfat tinggi ditemukan di wilayah OZ pada P. Kapoposang sebesar 0,71 mg/l. Kadar fosfat tersebut tergolong perairan hipertrofik (Håkanson and Bryhn, 2008; Saikku and Asmala, 2010). Hal yang sama dilaporkan bahwa tingginya konsentrasi fosfat pada musim hujan berbeda nyata dengan musim kemarau (Tambaru *et al.*, 2011). Fenomena ini diduga kuat karena adanya peristiwa *upwelling*. Kadar fosfat di lokasi penelitian cenderung meningkat dengan bertambahnya kedalaman perairan, serta arus laut yang membawa fosfat.

Lingkungan perairan mempengaruhi tingkat kepadatan kima secara langsung adalah salinitas, kecerahan dan kedalaman (Tabel 4.). Kepadatan kima dipengaruhi oleh substrat (habitat), meskipun ada faktor lainnya yang terlibat seperti kegiatan *destructive fishing* dan pemanfaatan yang berlebihan.

### 3.2. Kesesuaian Lingkungan Perairan

Penentuan tingkat kesesuaian masing-masing lokasi penelitian untuk keberhasilan restocking kima dibuat dalam matriks kesesuaian berdasarkan nilai kualitas perairan yang mencakup didalamnya parameter biologi (klorofil-a), fisika (kedalaman, kecerahan, kecepatan arus, suhu, salinitas) dan kimia (nitrat, fosfat, pH, oksigen terlarut). Ada sepuluh pengukuran parameter kualitas perairan yang mendukung kehidupan kima baik di *reef flat*, *reef slope* dan *reef base*.

Kriteria kesesuaian setiap lokasi penelitian dapat dilihat pada matriks kesesuaian. Hasil analisis parameter biologi, fisika dan kimia perairan di setiap lokasi penelitian diperoleh total nilai kesesuaian dan persentase skoring (Tabel 4.). Berdasarkan matriks kesesuaian lingkungan, dapat dilihat lokasi dengan kategori Sangat Sesuai (S1), Sesuai (S2) dan Tidak Sesuai (N) pada masing-masing mintakat terumbu karang.

Persentase skoring kesesuaian lingkungan perairan di lokasi penelitian berkisar 55-90% (Tabel 4.). Hal ini berarti bahwa berdasarkan parameter kualitas perairan yang cocok untuk hidup dan berkembang kima terdapat lokasi yang tidak sesuai, sesuai dan sangat sesuai. Lebih jelasnya dapat dilihat klasifikasi kesesuaian pada Tabel 5.

Tabel 5. kelas sangat Sesuai (S1) untuk dilakukan restocking kima terdapat di P. Podang Podang Lompo (MIZ) dan P. Kondongbali (OZ), masing-masing lokasi ini berada pada rataan terumbu karang (*reef flat*). Kelas Sesuai (S2) di *reef flat* terdapat pada P. Langkadea dan P. Pala (MIZ), P. Sarappo Lompo, P. Sarappo Keke, P. Cangke (MOZ) dan untuk zona OZ berada di P. Tambakulu dan P. Kapoposang. Sementara P. Langkadea (MIZ), P. Sarappo Keke (MOZ), P. Tambakulu, P. Kondongbali dan P. Kapoposang (OZ) termasuk dalam kategori kelas Sesuai (S2) di *reef slope*. Semua lokasi penelitian pada mintakat *reef base* termasuk dalam kategori kelas Tidak Sesuai (N), begitu pula lingkungan yang

Tabel 4. Matriks nilai kesesuaian lokasi restocking kima berdasarkan parameter lingkungan di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan, Indonesia. (Keterangan: RF=*reef flat*, RS=*reef slope* dan RB=*reef base*, S=salinitas, L=kecerahan, D=kedalaman, N=nitrat, DO=oksigen terlarut, W=kecepatan arus, K-a=klorofil-a, F=fosfat, dan T=suhu).

Lokasi Penelitian		Nilai Kesesuaian Parameter Lngkungan									Total Skor	% Skor	
		S (ppt)	L (m)	D (m)	N (mg/l)	DO (mg/l)	W (m/s)	pH	K-a ( $\mu$ g/l)	F (mg/l)			T ( $^{\circ}$ C)
P. Langkadea	RF	0,55	0,49	0,44	0,13	0,22	0,18	0,15	0,16	0,04	0,05	2,4	80
	RS	0,36	0,33	0,29	0,25	0,22	0,18	0,15	0,16	0,07	0,05	2,1	69
	RB	0,36	0,33	0,15	0,25	0,22	0,18	0,15	0,16	0,04	0,05	1,9	63
P. Podang Podang Lompo	RF	0,55	0,49	0,44	0,25	0,33	0,18	0,15	0,16	0,11	0,05	2,7	90
	RS	0,36	0,33	0,15	0,13	0,33	0,27	0,15	0,16	0,04	0,05	2,0	65
	RB	0,36	0,16	0,15	0,38	0,33	0,18	0,15	0,16	0,04	0,05	2,0	65
P. Pala	RF	0,36	0,49	0,44	0,25	0,33	0,18	0,15	0,16	0,04	0,05	2,5	82
	RS	0,36	0,33	0,15	0,25	0,33	0,18	0,15	0,16	0,04	0,05	2,0	67
	RB	0,36	0,16	0,15	0,25	0,33	0,18	0,15	0,16	0,07	0,05	1,9	62
P. Sarappo Lompo	RF	0,36	0,33	0,29	0,38	0,33	0,18	0,22	0,16	0,04	0,05	2,3	78
	RS	0,36	0,33	0,15	0,13	0,33	0,18	0,15	0,16	0,07	0,05	1,9	64
	RB	0,55	0,16	0,15	0,25	0,33	0,27	0,15	0,16	0,11	0,05	2,2	73
P. Sarappo Keke	RF	0,36	0,49	0,44	0,13	0,33	0,18	0,15	0,16	0,04	0,05	2,3	78
	RS	0,55	0,33	0,15	0,25	0,22	0,18	0,15	0,16	0,04	0,05	2,1	69
	RB	0,36	0,16	0,15	0,13	0,22	0,18	0,15	0,16	0,07	0,05	1,6	55
P. Cangke	RF	0,55	0,49	0,44	0,25	0,22	0,18	0,15	0,16	0,04	0,05	2,5	84
	RS	0,36	0,16	0,15	0,25	0,33	0,27	0,15	0,16	0,04	0,05	1,9	64
	RB	0,55	0,16	0,15	0,25	0,33	0,18	0,15	0,16	0,04	0,04	2,0	67
P. Tambakulu	RF	0,55	0,33	0,29	0,13	0,33	0,18	0,15	0,16	0,11	0,04	2,3	75
	RS	0,55	0,16	0,15	0,38	0,33	0,18	0,15	0,16	0,07	0,04	2,2	72
	RB	0,55	0,16	0,15	0,25	0,22	0,18	0,15	0,16	0,04	0,04	1,9	63
P. Kondongbali	RF	0,55	0,49	0,44	0,25	0,33	0,18	0,15	0,16	0,11	0,05	2,7	90
	RS	0,55	0,33	0,29	0,13	0,22	0,18	0,15	0,16	0,04	0,05	2,1	70
	RB	0,55	0,16	0,15	0,13	0,22	0,18	0,15	0,16	0,04	0,05	1,8	59
P. Kapoposang	RF	0,36	0,49	0,44	0,13	0,33	0,18	0,15	0,16	0,04	0,05	2,3	78
	RS	0,55	0,16	0,15	0,25	0,33	0,27	0,15	0,16	0,04	0,05	2,1	70
	RB	0,36	0,16	0,15	0,13	0,33	0,18	0,15	0,16	0,04	0,05	1,7	57

Total skor<sub>max</sub> 2,7 dan skor<sub>min</sub> 1,6. Interval kelas sebesar 0,4. Kisaran kesesuaian kelas adalah: Sangat Sesuai (S1)= 2,6–3,0; Sesuai (S2)= 2,1–2,5; dan Tidak Sesuai (N)= 1,6–2,0.

berada di beberapa mintakat *reef slope*. Kondisi lingkungan pada kelas S1 dan S2 sesuai kehidupan bagi kima, namun untuk kelas Tidak Sesuai (N), tidak cocok dilakukan restocking kima karena kualitas perairan tidak mendukung bagi kehidupan kima.

### 3.3. Kesesuaian untuk Restocking Kima

Lingkungan perairan harus sesuai dengan tingkat kepadatan kima untuk di-restocking agar mendukung kelangsungan hidupnya. Setelah diperoleh kesesuaian lingkungan perairan pada masing-masing lokasi

penelitian, belum dapat dikatakan sudah sesuai untuk lokasi restocking kima. Mencapai kesesuaian restocking, harus dibandingkan antara kesesuaian di lingkungan perairan dengan kepadatan kima di setiap lokasi. Hasil analisis kesesuaian lingkungan perairan dengan kepadatan kima setiap lokasi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6, kesesuaian untuk restocking terdapat tiga kelas kesesuaian, yakni Sangat Sesuai (S1), Sesuai (S2) dan Tidak Sesuai (N) pada setiap lokasi penelitian. Diketahui P. Langkadea dan P. Pala (zona MIZ), P. Cangke (zona MOZ), P. Tambakulu dan P.

Kondongbali (zona OZ) termasuk dalam kategori Sangat Sesuai (S1) pada mintakat *reef flat* untuk restocking kima baik dari segi lingkungan perairan maupun kepadatan kima. Kelas Sangat Sesuai (S1) pada mintakat *reef slope* terdapat di P. Kondongbali dan P. Kapoposang (zona OZ).

Kategori kelas Sesuai (S2) pada mintakat *reef flat* terdapat di P. Podang Podang Lompo (zona MIZ), P. Sarappo Keke (zona MOZ) dan P. Kapoposang (zona OZ). Kelas Sesuai (S2) pada mintakat *reef slope* berada di P. Langkadea (zona MIZ) dan P. Sarappo Keke (zona MOZ). Kedua kategori

kelas kesesuaian tersebut ditentukan berdasarkan kesesuaian kualitas lingkungan dan kepadatan kima. Kedua kategori kelas kesesuaian tersebut direkomendasikan sebagai lokasi restocking kima.

Hasil interpretasi Citra ALOS AVNIR-2 (4 band) yang dapat mendeteksi objek dasar perairan termasuk hamparan terumbu karang yang menjadi habitat utama kima. Interpretasi citra menggambarkan kesesuaian kondisi lingkungan perairan terhadap kepadatan kima (Gambar 2.).

Tabel 5. Klasifikasi kesesuaian lingkungan perairan terhadap kepadatan kima pada berbagai zona pengamatan di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan, Indonesia.

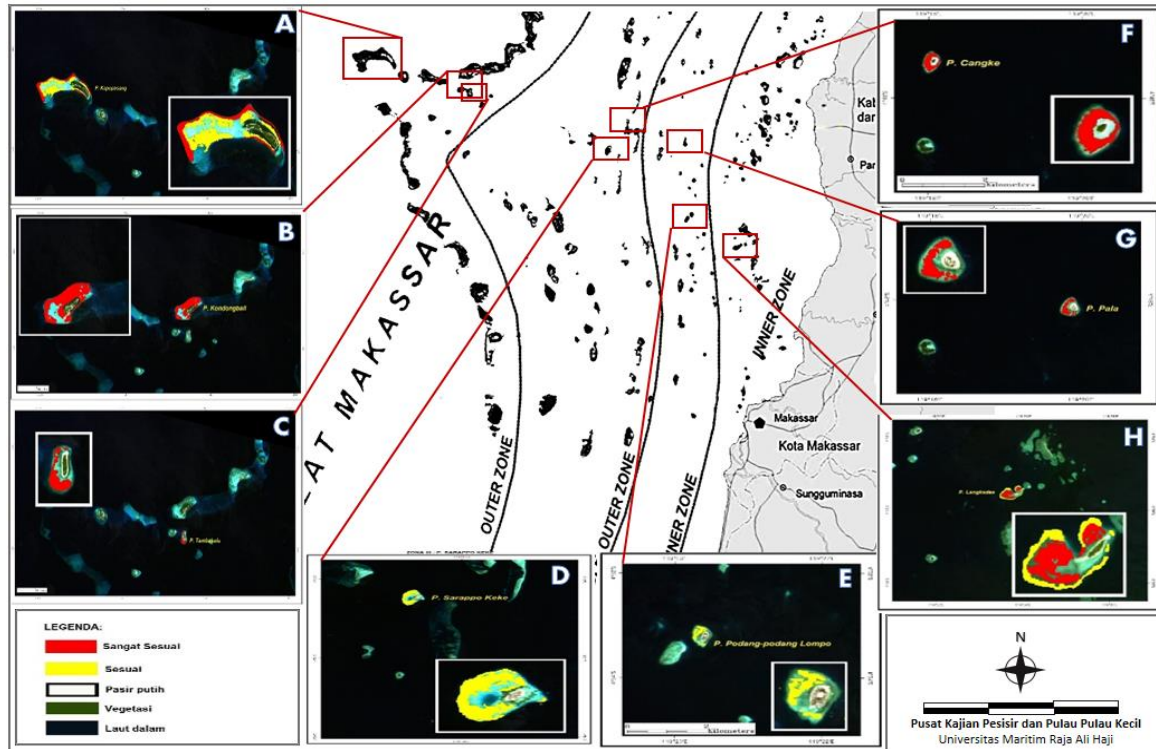
Zona Pengamatan	Lokasi	Kelas Kesesuaian		
		<i>Reef Flat</i>	<i>Reef Slope</i>	<i>Reef Base</i>
<i>Middle inner zone</i> (MIZ)	P. Langkadea	S2	S2	N
	P. Podang Podang Lompo	S1	N	N
	P. Pala	S2	N	N
<i>Middle outer zone</i> (MOZ)	P. Sarappo Lompo	S2	N	S2
	P. Sarappo Keke	S2	S2	N
	P. Cangke	S2	N	N
	P. Tambakulu	S2	S2	N
<i>Outer zone</i> (OZ)	P. Kondongbali	S1	S2	N
	P. Kapoposang	S2	S2	N

Keterangan: S1 = Sangat Sesuai; S2 = Sesuai; dan N = Tidak Sesuai.

Tabel 6. Klasifikasi kesesuaian lingkungan lokasi penelitian untuk restocking menurut zona pengamatan terhadap kepadatan kima di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan, Indonesia.

Zona Pengamatan	Lokasi	Kelas Kesesuaian		
		<i>Reef Flat</i>	<i>Reef Slope</i>	<i>Reef Base</i>
<i>Middle Inner Zone</i> (MIZ)	P. Langkadea	S1	S2	N
	P. Podang Podang Lompo	S2	N	N
	P. Pala	S1	N	N
<i>Middle Outer Zone</i> (MOZ)	P. Sarappo Lompo	N	N	N
	P. Sarappo Keke	S2	S2	N
	P. Cangke	S1	N	N
	P. Tambakulu	S1	N	N
<i>Outer Zone</i> (OZ)	P. Kondongbali	S1	S1	N
	P. Kapoposang	S2	S1	N

Keterangan: S1 = Sangat Sesuai; S2 = Sesuai; dan N = Tidak Sesuai.



Gambar 2. Peta kesesuaian lokasi restocking kima di wilayah Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan, Indonesia (A=Pulau Kapoposang, B=Pulau Kondongbali, C=Pulau Tambakulu, D=Pulau Sarappo Keke, E=Pulau Cangke, F=Pulau Pala, G=Pulau Podang Podang Lompo, dan H=Pulau Langkadea).

Kategori kelas Tidak Sesuai (N) untuk restocking kima bukan hanya didasarkan pada faktor lingkungan perairan yang tidak mendukung, namun karena kepadatan kima yang tinggi seperti di P. Sarappo Lompo. Kepadatan kima yang tinggi dapat direkomendasikan agar tidak dilakukan restocking oleh karena populasi kima sudah sangat melimpah. Kelas kesesuaian dimodelkan dengan peta dari citra Avnir II disetiap kesesuaian lokasi untuk restocking kima pada masing-masing zona (Gambar 2.).

#### IV. KESIMPULAN

Penetapan suatu kawasan restocking kima di alam harus mempertimbangkan kesesuaian lokasi, utamanya kualitas perairan. Kepadatan kima dipengaruhi parameter lingkungan fisik, utamanya salinitas, kecerahan dan kedalaman perairan. Kesesuaian

lokasi untuk restocking kima di Kepulauan Spermonde kategori kelas sangat sesuai terdapat di P. Langkadea, P. Pala, P. Cangke, P. Tambakulu, P. Kondongbali pada mintakat *reef flat*. Kelas sangat sesuai pada mintakat *reef slope* terdapat di P. Kondongbali dan P. Kapoposang. Kelas sesuai pada mintakat *reef flat* terdapat di P. Podang Podang Lompo, P. Sarappo Keke dan P. Kapoposang). Sementara kelas sesuai pada mintakat *reef slope* berada di P. Langkadea dan P. Sarappo Keke.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Propinsi Kepulauan Riau dan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Republik Indonesia atas hibah bagi pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambariyanto, A. 1997. The role of symbiotic zooxanthellae on giant clam nutrition. *J. Coast. Dev.*, 1(2):43–48.
- Ambariyanto. 2004. Improving survivorship of giant clams larvae. *Bilater. Work. Coast. Resour. Explor. Conserv.* 10:1–5.
- Ambariyanto. 2006. Estimating contribution of zooxanthellae to animal respiration (CZAR) and to animal growth (CZAG) of giant clam *Tridacna maxima*. *J. Coast. Dev.*, 9(3):155–162.
- Ambariyanto, A. 2007a. Pengelolaan kima di Indonesia: Menuju budidaya berbasis konservasi. *Dalam: Ambariyanto, A. (ed.). Penelitian, Konservasi Dan Ekonomi. Seminar Nasional Moluska; Semarang. Hlm.:1–11.*
- Ambariyanto, A. 2007b. The growth of giant clams juvenil is influenced by nutrient addition. *Biota*, 12(2):127–130.
- Ambariyanto, A. 2010. Kebijakan pengelolaan organisme laut dilindungi: Kasus kerang raksasa. Badan Penerbit Undip. Semarang. 74hlm.
- Ambariyanto, A. 2010. Penangkaran dan restocking kima. Widya Karya. Semarang. 140hlm.
- Ambariyanto, A and O. Hoegh-Guldberg. 1999. Influence of field-based nutrient enrichment on the photobiology of the giant clam *Tridacna maxima*. *Mar. Biol.* 133(4):659–664. doi:10.1007/s002270050506.
- Arifin, R. 2009. Distribusi spasial dan temporal biomassa fitoplankton (klorofila) dan keterkaitannya dengan kesuburan perairan estuari sungai Brantas, Jawa Timur. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 116hlm.
- Baykal, T., I. Acikgoz, A.U. Udoh, and K. Yildiz. 2011. Seasonal variations in phytoplankton composition and biomass in a small lowland river-lake system (Melen River, Turkey). *Turkish J. Biol.* 35:485–501. doi:10.3906/biy-0904-5.
- Belda, C.A., J.S. Lucas, and D. Yellowlees. 1993. Nutrient limitation in the giant clam-zooxanthellae symbiosis: Effects of nutrient supplements on growth of the symbiotic partners. *Mar. Biol.* 117(4):655–664. doi:10.1007/BF00349778.
- Braley, R.D. 1992. The giant clam: Hatchery and nursery culture manual. ACIAR Monograph. Canberra. 135p.
- Buck, B.H., H. Rosenthal, and U. Saint-Paul. 2002. Effect of increased irradiance and thermal stress on the symbiosis of *Symbiodinium microadriaticum* and *Tridacna gigas*. *Aquat. Living Resour.* 15(2):107–117. doi:10.1016/S0990-7440(02)01159-2.
- Calumpong, H.P. 1992. The giant clam: An ocean culture manual. ACIAR. Canberra. 135p.
- Dewi, K. dan U. Proboyekti. 2014. Implementasi *weighted sum model* dan *least square method* dalam pemberian nilai dukung kelayakan penerbitan buku (Studi kasus: Penerbit Andi). *J. Eksplor. Karya Sist. Inf. dan Sains*, 7(1):13–27.
- Edinger, E.N., G. V Limmon, J. Jompa, W. Widjatmoko, J.M. Heikoop, and M.J. Riskà. 2000. Normal coral growth rates on dying reefs: Are coral growth rates good indicators of reef health? *Mar. Pollut. Bull.* 40(5):404–425. doi:10.1016/S0025-326X(99)00237-4.
- Effendi, H. 2010. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan. Kanisius. Bandung. 249hlm.
- Emola, I.J., Ambariyanto, dan Muslim. 2016. Pertumbuhan juvenil kima *Tridacna squamosa* pada kondisi terumbu karang berbeda. *In : Seminar Nasional Tahunan Ke-V. FPIK. Undip. Semarang. 701hlm.*
- Fisher, C.R., W.K. Fitt, and R.K. Trench. 1985. Photosynthesis and respiration

- in *Tridacna gigas* as a function of irradiance and size. *Biol. Bull.* 169(1): 230–245. Doi:10.2307/1541400.
- Fitt, W.K., C.R. Fisher, and R.K. Trench. 1986. Contribution of the symbiotic Dinoflagellate *Symbiodinium microadriaticum* to the nutrition, growth and survival of larval and juvenile tridacnid clams. *Aquaculture*, 55(1): 5–22.
- Fitt, W.K., G.A. Heslinga, and T.C. Watson. 1993. Utilization of dissolved inorganic nutrients in growth and mariculture of the tridacnid clam *Tridacna Derasa*. *Aquaculture*, 109(1):27–38. doi:10.1016/0044-8486(93)90483-F.
- Grice, A. 1999. Studies on the giant clam-zooxanthellae symbiosis. Dissertation. Queensland. 164p.
- Håkanson, L. and A.C. Bryhn. 2008. Eutrophication in the Baltic Sea; Present situation, nutrient transport processes, remedial strategies. Verlag Berlin Heidelberg. Springer. 241p.
- Håkanson, L. and A.C. Bryhn. 2008. Basic information on the Baltic Sea. In *Eutrophication in the Baltic Sea*, 23–67. doi:10.1007/978-3-540-70909-2.
- Hamel, E.D., R. Gimin, dan F.J. Risamasu. 2013. Pertumbuhan dan kelulus hidupan juvenil kima sisik (*Tridacna squamosa*) yang dipelihara dalam kurungan yang diletakkan pada habitat terumbu karang hidup dan terumbu karang mati di perairan teluk Kupang-Nusa Tenggara Timur. *Konferensi Akuakultur Indonesia*, 6:139–145.
- Hernawan, U. 2010. Study on giant clams (Cardiidae) population in Kei Kecil waters, Southeast-Maluku. *Widyariset* 13(3):101–108. doi:10.14203/WIDYARISSET.13.3.2010.101–108.
- Hoegh, O. 2006. Effect of nutrient enrichment in the field on the biomass, growth and calcification of the giant clam *Tridacna maxima*. *Mar. Biol.*, 129(1997):635–642.
- Ira, A.H. Sarita, dan A. Afu. 2014. Studi kepadatan zooxanthella pada *Tridacna squamosa* dan *Hippopus hippopus* di perairan desa Toli-Toli dan desa Sawapudo Sulawesi Tenggara. *AQUASAINS*, 3(1):233–237.
- Ishikura, M., C. Kato, and T. Maruyama. 1997. UV-absorbing substances in zooxanthellate and azooxanthellate clams. *Mar. Biol.* 128(4):649–655. doi:10.1007/s002270050131.
- Jantzen, C., C. Wild, M. El-Zibdah, H.A. Roa-Quiaoit, C. Haacke, and C. Richter. 2008. Photosynthetic performance of giant clams, *Tridacna maxima* and *T. Squamosa*, Red Sea. *Mar. Biol.*, 155(2):211–221. doi:10.1007/s00227-008-1019-7.
- Jeffrey, S.W. and F.T. Haxo. 1968. Photosynthetic pigments of symbiotic dinoflagellates (zooxanthellae) from corals and clams. *Biol. Bull.*, 135(1): 149–165. doi:10.2307/1539622.
- Kangkan, A.L. 2006. Studi penentuan lokasi untuk pengembangan budidaya laut berdasarkan parameter fisika, kimia dan biologi di Teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang. 129p.
- Kaswadji, R.F., F.F. Widjaja, Y. Wanliatno, dan Y. Wardiatno. 1993. Produktifitas primer dan laju pertumbuhan fitoplankton di perairan pantai Bekasi. *J. Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikan. Indonesia*, 1(2):1–15.
- Klumpp, D.W., C. Griffiths, and C.L. Griffith. 1994. Contributions of phototrophic and heterotrophic nutrition to the metabolic and growth requirements of four species of giant clam (tridacnidae). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 115(1–2):103–116. doi:10.3354/meps115103.
- Krebs, C.J. 1985. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. Second Edition. Harper & Row, Publisher, Inc. Philadelphia.

- 694p.
- Litaay, M., Apriadi, S. Yusuf, dan Arifin. 2006. Pertumbuhan dan sintasan juwana lola (*Trochnus nicoliticus* Linn) dan kima sisik (*Tridacna squamosa*) pada ocean nursery. *Bul. Penelit.*, 9(2):161–171. doi:http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/13765.
- Litaay, M., R.B. Gobel, A. Abdullah, K. Alie, dan S. Lejab. 2007. Kualitas media pemeliharaan larva lola merah dan kima sisik hasil filtrasi bertingkat di hatchery. *Ilmu Kelautan*, 12(1):24–30. doi:10.14710/IK.IJMS.12.1.24-30.
- Lucas, J.S. 1988. Giant clams in Asia and the Pacific. 9<sup>th</sup> ed. ACIAR Monograph. Canberra. 271p.
- Lucas, J.S. 1994. The biology, exploitation, and mariculture of giant clams (*Tridacnidae*). *Rev. Fish. Sci.*, 2(3):181–223. doi:10.1080/1064126940938855.
- Lucas, J.S. 2003. Giant clam mariculture. Unique bivalves have traditional roles, commercial potential. *Glob. Aquac. Advocate*. 54p.
- Lucas, J.S. 2014. Giant clams. *Curr. Biol.*, 24(5):183–184. doi:10.1016/j.cub.2013.11.062.
- Mahalik, D.K. 1977. Selection of a plant site: A multi criteria decision making using AHP and GRA. *J. Supply Chain Manag. Syst.*, 1:23–29.
- Mangum, C.P. and K. Johansen. 1982. The influence of symbiotic dinoflagellates on respiratory processes in the giant clam *Tridacna squamosa*. *Pacific Sci.* 36(3):395–401.
- Marsuki, I.D., B. Sadarun, dan R.D. Palupi. 2013. Kondisi terumbu karang dan kelimpahan kima di perairan Pulau Indo. *J. Mina Laut Indones.*, 1(1):61–72.
- Mingoa-Licuanan, S.S. 2000. Introduction of symbiosis in *Tridacna crocea* (C. Bivalvia, F. Tridacnidae) using zooxanthellae from *T. gigas* and from *T. crocea*: Effects on clam survival and growth. *Sci. Diliman*, 12(2):28–32.
- Mohamed, N.A., Q. Yu, M.I. Chanfi, Y. Li, S. Wang, X. Huang, and Z. Bao. 2016. Genetic diversity and population differentiation of small giant clam *Tridacna maxima* in Comoros Islands assessed by microsatellite markers. *Springerplus*, 5(1):1852. doi: 10.1186/s40064-016-3513-6.
- Nababan, B. dan K. Simamora. 2012. Variabilitas konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut di perairan Natuna. *J. Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1):121–134.
- Neo, M.L. and P.A. Todd. 2007. Larval biology and settlement patterns of fluted giant clams (*Tridacna squamosa*) (Bivalvia). Tesis. Department of Biological Sciences. National University of Singapore. Singapore. 1-4p.
- Neo, M.L., P.A. Todd, S.L. M. Teo, and L. M. Chou. 2009. Can artificial substrates enriched with *Crustose coralline* algae enhance larval settlement and recruitment in the fluted giant clam (*Tridacna squamosa*)? *Hydrobiologia*, 625(1):83–90. doi:10.1007/s10750-008-9698-0.
- Niartiningih, A., G. Latama, M.N. Nessa, dan Q. Ishak. 2001. Pengaruh pemberian obat cacing mebendazole dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan dan sintasan juvenil kima sisik (*Tridacna squamosa*) yang terinfeksi cacing. *J. Sci. Technol.* 2(2):23–34.
- Niartiningih, A., M. Litaay, E. Suryati, dan I. Prasetiawan. 2008. Pemeliharaan juvenil kima sisik (*Tridacna squamosa*) dan lola (*Trichus niloticus*) secara monokultur dan polikultur pada kedalaman berbeda di perairan Pulau Badi Kabupaten Pangkep. *Dalam: Suryati et al.* (eds). Prosiding Simposium Nasional Terumbu Karang II. Hlm.:34–43.
- Niartiningih, A., N. Nessa, dan S. Yusuf.

2014. Perbaikan mutu juvenil kima (Tridacnidae) melalui persilangan induk antar zona di Kepulauan Spermonde. LPPM Universitas Hasanuddin. Makassar. 39hlm.
- Niartiningasih, A., S. Yusuf, dan M. Amran. 2013. Pemetaan populasi biota langka kima (Tridacnidae) dan upaya konservasi melalui perbaikan mutu benih untuk restocking. *Laporan Penelitian Strategis Nasional (Stranas)*. Universitas Hasanuddin. Makassar. 1-11p.
- Norton, J.H. and G.W. Jones. 1992. The giant clam: An anatomical and histological atlas. ACIAR Monograph. Canberra. 142p.
- Norton, J. H., M. A. Shepherd, H. M. Long, and W.K. Fitt. 1992. The zooxanthellal tubular system in the giant clam. *Biol. Bull.*, 183(3):501–506. doi:10.2307/1542028.
- Nugroho, E. dan M.G.L. Panggabean. 2008. Kima, perlukah menunggu F2 untuk perdagangan? Suatu kajian berdasarkan marker genetik. *Media Akuakultur*, 3(2):114-117. doi:10.15578/ma.3.2.2008.114-117.
- Panggabean, L.M.G. 1990. Rahasia kehidupan kima: I swasembada pangan. *Oseana*, 15(4):157–163.
- Panggabean, L.M.G. 1991. Rahasia kehidupan kima: kelangsungan hidup. *Oseana*, 14(2):35–45.
- Panggabean, L.M.G. 1992. Budidaya kima. *Oseana*, 14(3):123–134.
- Saikku, L. and E. Asmala. 2010. Eutrophication in the Baltic Sea: the role of salmonid aquaculture, consumption, and international trade. *J. Ind. Ecol.*, 14(3):482–495. doi:10.1111/j.1530-9290.2010.00221.x.
- Sarika, S. 2012. Server selection by using weighted sum and revised weighted sum decision models. *J. Inf. Commun. Technol. Res.*, 2(6):499–511.
- Solikhun, S. 2017. Perbandingan metode weighted product dan weighted sum model dalam pemilihan perguruan swasta terbaik jurusan komputer. *Klik-Kumpul. J. Ilmu Komput.*, 4(1):70-75. doi:10.20527/klik.v4i1.75.
- Susiana, A. Niartiningasih, dan M.A. Amran. 2014. Hubungan antara kesesuaian kualitas perairan dan kelimpahan kima (Tridacnidae) di Kepulauan Spermonde. *J. Pascasarana UNHAS.*, 5:1–14.
- Tambaru, R., E.M. Adiwilaga, I. Muchsin, dan A. Damar. 2011. Penentuan parameter paling dominan berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi fitoplankton pada musim kemarau di perairan pesisir Maros Sulawesi Selatan. *Dalam : Adiwilaga et al. (eds). Simposium Nasional HAPPI; Pengelolaan Pesisir, Laut Dan Pulau-Pulau Kecil. HAPPI Indonesia.* Hlm.: 978–979.
- The United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC). 2007. Indonesia: a review of trade in CITES-Listed Species. 344p.
- Watanabe, T., A. Suzuki, H. Kawahata, H. Kan, and S. Ogawa. 2004. A 60-year isotopic record from a mid-holocene fossil giant clam (*Tridacna gigas*) in the Ryukyu Islands: physiological and paleoclimatic implications. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 212(34):343–354.
- Weingarten, R., R. Tuxson, and C. Parker. 1977. The giant clam. *Mar. Aquar.*, 8(3):32–39.
- Zakaria, I. . 2009. Kajian bioekologi kima (Tridacnidae) dan teknologi budidayanya di perairan Sumatera Barat. F-MIPA UNSOED. Semarang. 21hlm.

Diterima : 27 Mei 2017

Direview : 14 Juni 2017

Disetujui : 2 November 2017