

PENGELOLAAN BANGGAI CARDINALFISH (*Pterapogon kauderni*) MELALUI KONSEP ECOSYSTEM-BASED APPROACH

Banggai cardinalfish (Pterapogon kauderni) Management an Ecosystem-Based Approach

Oleh:

Samliok Ndobe^{1*}, Abigail Moore², Al Ismi M. Salanggon², Muslihudin², Daduk
Setyohadi³, Endang Y. Herawati³, Soemarno⁴

¹ Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Univ. Brawijaya

² Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan (STPL)

³Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya

⁴ Program Pascasarjana, Universitas Brawijaya

* Korespondensi: samndobe@yahoo.com

Diterima: 7 Maret 2013; Disetujui: 30 Juni 2013

ABSTRACT

The Banggai Cardinalfish (*Pterapogon kauderni*) or capungan Banggai (often abbreviated as BCF) is a marine fish endemic to the waters around the Banggai Archipelago, caught in large numbers for the marine aquarium trade. The conservation of this endemic species became an international issue, in 2007 the BCF was proposed for CITES listing by the USA and listed as Endangered in the IUCN Red List. The CITES proposal was withdrawn, with Indonesia committed to conserve the Banggai Cardinalfish through a sustainable ornamental fishery approach. The multi-stakeholder Banggai Cardinalfish Action Plan (2007-2012) and other initiatives have aimed towards this goal; however the initiative to secure limited protected status in 2011 failed. Studies during 2011-2012 found many positive developments in the BCF fishery, and if the carrying capacity (stocks and ecosystems) was similar to the early 2000's, current official exploitation levels should be sustainable. However a stock assessment analysis using FISAT II revealed a high exploitation level (0.5), indicating catches may have reached or possibly exceeded sustainable limits. Survey/monitoring results indicate the endemic population is not in a steady state, with sharp declines in the past decade. There are strong indications that habitat degradation is the main cause of this decline, including over-exploitation of key BCF micro-habitat (sea urchins and sea anemones). Without an effective solution to protect the supporting ecosystem, *P. Kauderni* will be increasingly threatened with extinction, with or without fishing pressure. The case of the BCF highlights the importance of an ecosystem-based approach to fisheries policy and management.

Key words: ecosystem-based approach to fisheries management, *Pterapogon kauderni*, stock assessment, sustainable ornamental fishery

ABSTRAK

Banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni*) yang sering disingkat BCF atau capungan Banggai merupakan ikan laut endemik di perairan Banggai Kepulauan dan sekitarnya yang ditangkap dalam jumlah besar untuk diperdagangkan sebagai ikan hias. Kelestarian spesies endemik tersebut menjadi isu internasional dan pada tahun 2007 diusulkan pada CITES oleh Amerika Serikat dan didaftarkan sebagai *Endangered* pada Red List IUCN. Status terdaftar pada CITES ditanggihkan, namun Indonesia berkomitmen untuk menjamin kelestarian Banggai cardinalfish dengan pola *sustainable ornamental fishery*. Rencana Aksi Banggai Cardinalfish multi-stakeholder (2007-2012) dan beberapa inisiatif lain bertujuan mewujudkan tujuan tersebut antara

lain penetapan status jenis lindung terbatas, namun upaya yang diinisiasi pada tahun 2011 tersebut gagal. Berdasarkan data kajian 2011-2012, banyak perubahan positif dalam perikanan BCF, dan jika daya dukung alam (stok dan ekosistem) masih seperti pada awal tahun 2000-an tingkat pemanfaatan resmi seharusnya *sustainable*. Hasil kajian menggunakan FISAT II bahwa tingkat pemanfaatan (0,5) tergolong tinggi, dan merupakan indikasi bahwa tingkat pemanfaatan telah pada atau melebihi batas maksimal lestari. Hasil survey/monitoring menunjukkan bahwa populasi endemik tidak pada kondisi *steady state* dan menunjukkan penurunan tajam dalam dekade terakhir. Terindikasi kuat bahwa penyebab utama penurunan tersebut adalah degradasi habitat, antara lain akibat pemanfaatan lebih mikrohabitat (bulu babi dan anemon laut). Tanpa solusi efektif untuk melestarikan ekosistem pendukung, *P. kauderni* akan semakin terancam punah, dengan atau tanpa adanya penangkapan. Kasus BCF menunjukkan pentingnya pendekatan *ecosystem-based approach* terhadap kebijakan dan manajemen perikanan tangkap.

Kata kunci: *ecosystem-based approach to fisheries management, Pterapogon kauderni*, pengkajian stok, *sustainable ornamental fishery*

PENDAHULUAN

Pterapogon kauderni dari Famili Apogonidae (*cardinalfishes*) merupakan ikan laut dengan penyebaran endemik terbatas pada sebagian perairan Kepulauan Banggai dan beberapa pulau kecil di sekitarnya (Vagelli 2008). Telur dan larva dierami oleh ikan jantan hingga terlepas sebagai rekrut yang menyerupai ikan dewasa tanpa melalui fase pelagis (Vagelli 2005), kemudian hidup dengan pola *sedentary* serta *site fidelity* yang tinggi pada kedalaman sampai 5 atau 6 meter (Kolm *et al.* 2005). Fenomena tersebut menyebabkan *P. Kauderni* tidak mudah menyebar dan terbukti rawan terhadap kepunahan lokal (Ndobe dan Moore 2005; Moore *et al.* 2011 dan 2012; Vagelli 2005 dan 2008).

Berdasarkan penelitian pada tahun 1999-2004, luas penyebaran endemik *P. Kauderni* diestimasi sebesar 5.500 km² dengan luas habitat 30-34 km² tersebar pada 32 pulau. Kepadatan rata-rata *P. Kauderni* pada habitat tersebut sebesar 0,07 ekor/m², jumlah total populasi diestimasi ±2,4 juta ekor (Vagelli 2005 dan 2008).

Pterapogon kauderni memiliki struktur genetika tertinggi yang diketahui untuk ikan laut, dimana selain antar pulau, jarak antar stok yang terisolir secara reproduktif dan nyata berbeda dari aspek genetik dapat sekecil 2-5 km pada pulau yang sama (Hoffman *et al.* 2005; Vagelli *et al.* 2009). Hal ini dapat menyebabkan kepunahan lokal dan selanjutnya dapat mengakibatkan kepunahan total genetika khas (*genetik strains*). Berdasarkan kaidah-kaidah kelestarian keanekaragaman genetika (Palumbi 2003), setiap populasi *P. Kauderni* dengan sifat genetik khas tersebut seharusnya dikelola sebagai suatu stok tersendiri.

BCF diperdagangkan sebagai ikan hias sejak sekitar tahun 1990, nama dagang antara lain Banggai *cardinalfish* dan capungan Bang-

gai. Lunn dan Moreau (2004) memperkirakan bahwa pada tahun 2000-2001 volume perdagangan *P. Kauderni* mencapai 700.000–1,4 juta ekor/tahun, volume yang cukup tinggi dan dinilai tidak berkelanjutan (Bruins *et al.* 2004) serta terindikasi berdampak pada kepadatan populasi (Kolm dan Berglund 2003). Beberapa permasalahan terungkap pada studi tahun 2004, antara lain bahwa ikan jantan yang mengerami ditangkap dan telur/larvanya dibuang oleh nelayan dan mortalitas tergolong tinggi pada rantai perdagangan panjang dan rumit (Ndobe dan Moore 2005).

Kelestarian Banggai *cardinalfish* menjadi isu internasional dan pada tahun 2007 diusulkan pada CITES oleh Amerika Serikat dan didaftarkan sebagai *Endangered* pada Red List IUCN (Allen dan Donaldson 2007). Status terdaftar pada CITES ditangguhkan, namun Indonesia berkomitmen untuk menjamin kelestarian Banggai *cardinalfish* dengan pola *sustainable ornamental fishery* (Moore dan Ndobe, 2007). Beberapa inisiatif lain bertujuan mewujudkan kelestarian BCF, sebagian besar di bawah payung Rencana Aksi Banggai Cardinalfish bersifat multi-stakeholder dan multi-tahun (2007-2012) yang mencakup 3 aspek: pengelolaan, perdagangan dan konservasi. Inisiatif bertujuan memperbaiki pola pemanfaatan cukup berhasil, antara lain dari aspek teknis penangkapan dan penanganan, pengurangan volume dan mortalitas dan penataan aturan, terutama berkaitan dengan prosedur Karantina Ikan (Moore *et al.* 2011). Aspek konservasi dan pengelolaan, pada tahun 2007 Kawasan Konservasi Perairan Laut Daerah (KKLD) Kabupaten Banggai Kepulauan (Bangkep) dicanangkan melalui SK Bupati Bangkep No 540/2007. KKLD atau istilah baru KKPD (Kawasan Konservasi Perairan Daerah) tersebut terdiri atas 10 pulau, dimana konservasi Banggai cardinalfish menjadi sasaran konservasi pada 2 pulau yaitu Pulau Banggai dan Pulau Tongong Lantang, dan masih dalam tahap perencanaan. Ta-

hun 2011 proses penetapan status *P. Kauderni* sebagai jenis ikan lindung terbatas diinisiasi oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). Upaya tersebut mendapat dukungan kuat dari stakeholders, namun tidak didukung oleh tim penilai dari LIPI dan belum berhasil. Informasi dari KKP bahwa alasan penolakan antara lain bahwa *P. Kauderni* telah mampu beradaptasi dan membentuk sejumlah populasi introduksi pada jalur-jalur perdagangan, kemudian data belum menunjukkan adanya penurunan nyata populasi *P. Kauderni*. Dengan demikian dapat diragukan tercapainya tujuan besar Rencana Aksi BCF (2007-2012) yaitu mewujudkan pengelolaan lestari *P. Kauderni*.

Bulan Desember 2011 dan Juni 2012 dilakukan upaya survey/monitoring untuk memperbaharui dan melengkapi data populasi, habitat, mikrohabitat dan pemanfaatan *P. Kauderni*. Sebagian dalam rangka penelitian doktor penulis pertama dan sebagian dalam rangka program/kegiatan dari Badan Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSPL) Makassar, Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Kajian ini bertujuan mendukung perencanaan pengelolaan lestari *Pterapogon kauderni* melalui pendekatan yang memperhatikan spesies (termasuk genetika), ekosistem dan sosio-ekonomi. Hasil dinilai dalam konteks konsep *Ecosystem-Based Management* atau EBM.

METODE

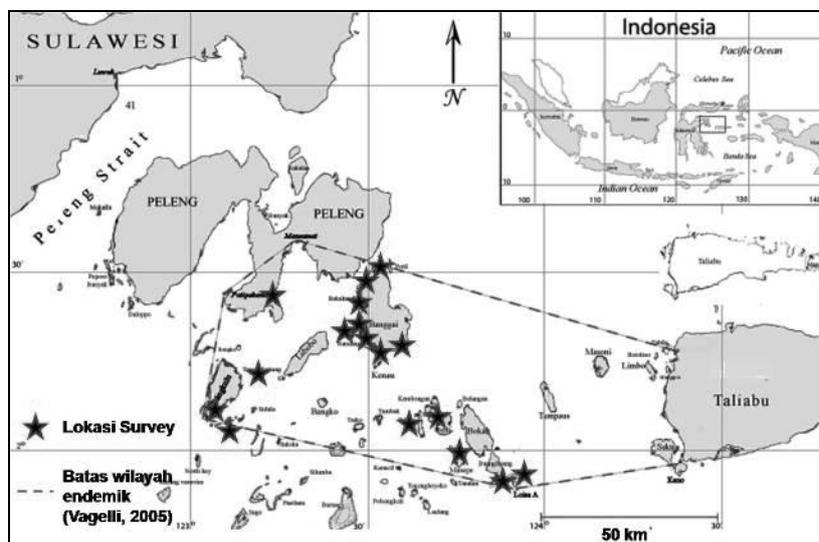
Pengambilan data primer melalui survey dan monitoring di Kepulauan Banggai pada bulan Desember 2011 (Pulau Banggai, 10 stasiun tersebar di 4 Kecamatan) dan Juni 2012 (14 stasiun tersebar pada 3 Kecamatan). Pengolahan data dilakukan di Palu. Peta lokasi

sampling biofisik (24 stasiun) tercantum pada Gambar 1.

Lokasi (stasiun) sampling *survey*/monitoring biofisik ditentukan secara purposif untuk mewakili titik-titik sampling pada estimasi populasi oleh Vagelli (Vagelli 2005 dan 2008) berdasarkan data 1999-2004 serta survey periode 2004-2006 oleh penulis. Metode survey mencakup *Belt Transect* atau BT (20 x 5m = 100 m²) yang digunakan sejak 2004 (Ndobe *et al.* 2008) serta *Swim Survey* atau SS (Hill dan Wilkinson 2004). Kedua metode tersebut menggunakan peralatan SCUBA dan/atau snorkel, sesuai dengan kedalaman/kondisi habitat *P. Kauderni*.

Lokasi *survey*/monitoring sosio-ekonomi (SE) mencakup 3 desa penangkap *P. Kauderni* (Bone Baru, Bone Bone, Tolokibit) serta beberapa desa berdekatan dengan daerah penangkapan dan atau lokasi survey biofisik (misalnya Desa Kokudang berdekatan dengan Pulau Kombongan) dan desa tanpa penangkapan *P. Kauderni* (misalnya Desa Liang). Metode mencakup *Key Informant Interview* (KII) dan observasi. Data volume dan tujuan (rute) perdagangan *P. Kauderni* diperoleh dari instansi terkait serta kelompok nelayan ikan hias. Letak geografis dan cakupan survey di setiap lokasi tercantum pada Tabel 1.

Pada BT dan SS dihitung (sensus) jumlah BCF (3 kelompok ukuran, Rekrut: SL ≤ 15 mm; Juvenil: 15mm < SL ≤ 35mm; Dewasa: SL > 35mm) serta mikrohabitat bulu babi (BB) dan anemon laut (AN). Komposisi/kondisi substrat melalui *Point Intercept Transect* (PIT) pada garis tengah BT. Data pendukung pada BT/SS: suhu (termometer); pH (pH meter); kecerahan (*secchi disc*); salinitas (refraktometer); DO (DO meter), dan dokumentasi (*underwater camera*).



Gambar 1 Peta lokasi survey/monitoring populasi *P. Kauderni* 2011/2012

Tabel 1 Letak lokasi survey dan cakupan survey di setiap lokasi

Kecamatan	Nama Lokasi	Kordinat (Garmin 76CSx)		Cakupan*		
		Lintang	Bujur	BT	SS	SE
Bokan Kepulauan	Toropot	S 1° 56' 29.2"	T 123° 38' 06.0"	X	X	X
	Kombongan 1	S 1° 52' 47.1"	T 123° 41' 23.9"	X	X	X#
	Kombongan 2	S 1° 53' 35.9"	T 123° 41' 23.5"	X	X	X#
	Tanjung Nggasuang	S 2° 00' 56.4"	T 123° 45' 39.9"	X	X	X#
	Mbuang-Mbuang	S 2° 04' 33.8"	T 123° 52' 14.9"	X		X
	Pulau Lampu	S 2° 04' 14.9"	T 123° 54' 48.1"		X	X#
	Toado	S 2° 04' 58.1"	T 123° 54' 37.6"		X	
Banggai Utara	Popisi 1	S 1° 29' 57.1"	T 123° 30' 54.3"	X		X
	Popisi 2	S 1° 29' 18.1"	T 123° 30' 55.9"		X	
	Bone Baru	S 1° 31' 53.4"	T 123° 29' 35.0"	X	X	X
Banggai	Paisulimukon	S 1° 33' 36.5"	T 123° 28' 42.4"		X	X
	Tinakin Laut	S 1° 36' 07.4"	T 123° 29' 23.9"	X	X	X
Banggai Tengah	Monsongan	S 1° 37' 53.7"	T 123° 28' 53.0"	X		
	P. Bandang Besar	S 1° 41' 03.7"	T 123° 27' 07.0"	X	X	
	P. Bandang Kecil	S 1° 40' 59.8"	T 123° 27' 13.9"	X	X	
Banggai Selatan	Tolokibit	S 1° 42' 46.2"	T 123° 30' 57.9"	X	X	X
	Matanga	S 1° 42' 47.0"	T 123° 34' 58.4"	X	X	
Liang	Jembatan Runtuh	S 1° 32' 52.3"	T 123° 14' 36.8"		X	X
	Kampung Bajo	±S 1° 33' 15"	±T 123° 14' 26 "		X	X
	Liang Pulau	±S 1° 33' 20"	±T 123° 14' 38"		X	
Bang-kurung	Bone Bone 1	S 1° 52' 58.5"	T 123° 06' 21.0"	X	X	X
	Bone Bone 2	S 1° 53' 08.3"	T 123° 06' 11.0"	X		
	Tolobundu	±S 1° 55' 35"	±T 123° 08' 33"		X	X
	Togong Lantang	S 1° 48' 00.5	T 123° 11' 26.4		X	

* BT = Belt Transect; SS = Swim Survey; SE = Sosio-Ekonomi

Data sosio-ekonomi pada kampung/desa terdekat

Tabel 2 Kelas kepadatan P. Kauderni

Kategori	1	2	3	4	5
Individu/m ²	d < 0.05	0.05 ≤ d < 0.1	0.1 ≤ d < 0.3	0.3 ≤ d < 1.0	1.0 ≤ d

Data diolah sesuai jenisnya, terutama melalui tabulasi dan secara grafik. Analisa data secara deskriptif serta perbandingan dengan hasil survey sebelumnya dan referensi ilmiah baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Kepadatan (d) dihitung dengan rumus $d=P/A$ dimana P = jumlah individu yang diamati dan A = luas areal pengamatan dalam m². Kelas kepadatan BCF tercantum pada Tabel 2.

HASIL

Kondisi Ekosistem/Habitat BCF

Data ancaman nyata terhadap ekosistem yang teramati langsung dan/atau terungkap pada survey sosio-ekonomi tercantum pada Tabel 3. Data tipolpogi dan kondisi ekosistem/ lingkungan habitat P. Kauderni pada Tabel 4.

Kelimpahan Mikrohabitat

Data kelimpahan mikrohabitat tercantum pada Gambar 2 serta Tabel 5. Penilaian kualitatif dan perubahan tercantum pada Tabel 6.

Populasi P. Kauderni

Kepadatan serta komposisi populasi BCF menurut kelompok ukuran sangat bervariasi antar lokasi sebagaimana tercantum pada Gambar 3 dan 4.

Komposisi rata-rata ± *Standard Deviation* (SD) adalah Rekrut: 14,5% ± 13,5%; Juvenil 50,1% ± 16,1% dan Dewasa 35,4% ± 21,2%. Kepadatan rata-rata P. Kauderni (tanpa lokasi Toado dimana luas habitat sangat terbatas dan kepadatan sangat tinggi) sekitar 0.05 ekor/m². Dengan asumsi bahwa estimasi luas habitat

masih diantara 30-34 km² (Vagelli 2008; Allen dan Donaldson 2007), maka estimasi populasi tahun 2011-2012 berkisar $\pm 1,5-1,7$ juta ekor atau $\pm 62-71\%$ estimasi oleh Vagelli (2008). Perubahan makro tercermin dalam perubahan kepadatan, luas habitat dan populasi *P. kauderni* pada 8 lokasi monitoring yang tercantum pada Tabel 7.

Asosiasi *P. Kauderni* dengan Mikrohabitat

Asosiasi *P. Kauderni* dengan mikrohabitat sangat bervariasi antar lokasi namun secara umum menguatkan hipotesa terjadinya *ontogenetic shift* dalam penggunaan mikrohabitat yang dikemukakan oleh Vagelli (2004) serta Ndobe et al. (2008). Semua kelompok rekrut melebihi 3 ekor berada di mikrohabitat anemon laut. Penggunaan mikrohabitat rata-rata menurut kelompok umur/ukuran dan secara keseluruhan dicantumkan pada Gambar 5.

Pemanfaatan *P. Kauderni*

Berdasarkan hasil survey sosio-ekonomi maupun data sekunder yang diperoleh, beberapa

perubahan telah terjadi dalam pemanfaatan *P. Kauderni* sebagai ikan hias. Sebagian perubahan tersebut tercantum pada Tabel 8.

PEMBAHASAN

Pemanfaatan BCF

Berdasarkan data kajian 2011-2012, perubahan positif dalam pola pemanfaatan BCF telah relatif banyak, termasuk dari aspek teknis penangkapan dan penanganan, ketaatan terhadap aturan dan kelembagaan. Apabila daya dukung alam masih seperti pada awal tahun 2000-an dari aspek populasi/stok maupun kondisi ekosistem, tingkat pemanfaatan seharusnya *sustainable*. Pemanfaatan resmi (melalui Karantina Ikan) masih di bawah kuota, ataupun volume yang dilaporkan oleh sistem monitoring BRKP pada periode 2008-2011 meskipun $\pm 40\%$ di atas kuota. Akan tetapi hasil kajian menggunakan FISAT II menghasilkan tingkat pemanfaatan (*Exploitation Rate*, E) sebesar 50% (Ndobe et al. *in press*). Menurut NRC (1998), tingkat pemanfaatan E yang di-

Tabel 3 Ancaman terhadap ekosistem pada habitat *P. Kauderni*

Ancaman terhadap Ekosistem Perairan Dangkal (Habitat BCF)	Lokasi Survey/Monitoring																
	Popisi	Bone Baru	Paisulimukon	Tinakin Laut	Monsongan	P. Bandang	Tolokibit	Matanga	Toropot	Kombongan	Nggasuang	Mbuang-Mbuang	Toado/P. Lampu	Bone Bone	Tolobundu	Togong Lantang	Liang
Tanda/Informasi Perikanan Destruktif (DF)																	
Penambangan karang	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pemboman		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pembiusan	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X				
Pengambilan abalon		X					X	X									
Pengambilan bambu laut				X					X	X	X	X					X
Lainnya	X					X							X		X		X
Tanda Tangkap Lebih (OF)																	
Ikan batu (selain BCF)	Jumlah ikan indikator Reef Check rendah/nol																
Moluska	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ekinodermata (BB dll)	X	X	X	X	X	X	X	?	X	X	X	X	X	X	X		X
Anemon (AN)				X			X		X						X		X
Degradasi Hulu, Pembangunan Pesisir dan COTS																	
Penimbungan/reklamasi		X		X	X				X	X		X		X			X
Sedimentasi	X	X		X			X	X						X			X
Pencemaran (sampah dll)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
COTS (berlebihan)						X	X										
Pengambilan biota yang dilindungi PP No7/1999 atau aturan lain																	
Jenis	Keterangan																
Penyu					X				X								X
Tridacnidae (kima)	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cassius cornutus</i>					X				X								X
<i>Charonia tritonis</i>									X								
<i>Trochus niloticus</i>					X				X	X							
<i>Cheilinus undulatus</i>			X		X				X		X		X	X	X		

Tabel 4 Data tipologi dan kondisi ekosistem/habitat BCF 2011/2012

Nama Lokasi	Populasi BCF	Ekosistem dominan	Sifat geografis	Terlindung	Luas Habitat	Kondisi CR/SG	Suhu Air	Salinitas	Kecerahan	pH	DO
Toropot	Ya	SG	Teluk/laguna	Ya	Menurun	Menurun	29	32-33	7-10	-	-
Kombongan 1 & 2	Ya	RF	Teluk	Ya	Indikasi degradasi		29-30	34	>10	-	-
Tanjung Nggasuang	Ya	SG	Laguna	Ya	Menurun	Menurun	29	30	3-15	-	-
Mbuang-Mbuang	Ya	RF	Teluk	Sedang	Indikasi degradasi		29	30	2-10	-	-
Pulau Lampu	Tidak	RF & SG	Pulau kecil	Tidak	Bukan habitat BCF		29	33	10	-	-
Toado	Ya	MG	Dangkalan	Ya	-		29-30	32	5-10		
Popisi 1	Ya	RF	Teluk	Ya	Indikasi degradasi		28-30	34	10-15	7-8	> 5
Popisi 2	Ya	CR	Teluk	Ya	Indikasi degradasi		28-30	34	10-15	7-8	> 5
Bone Baru	Ya	RF	Teluk	Sedang	Menurun	Menurun	28-31	30-Apr	3-15	± 8	> 5
Paisulimukon	Ya	CR	Selat	Sedang	Sama	Membaik		33	> 10		
Tinakin Laut	Ya	RF	Selat	Ya	Menurun	Menurun	28-31	33-34	10-15	6.7-8	
Monsongan	Ya	CR	Teluk	Sedang	Hampir sama		29-30	34	10-15	7-8	-
P. Bandang Besar& Kecil	Ya	CR	P. kecil/Selat	Sedang	Indikasi degradasi		28-29	30	>10	-	-
Tolakibit	Ya	RF & SG	Teluk	Ya	Menurun	Menurun	29-30	30-32	2-5	7.2-8	> 6
Matanga	Ya	SG	Teluk	Sedang	Indikasi degradasi		29-30	31-32	5-10	7.3-8	> 5
Liang Jembatan	Ya	CR	Teluk	Ya	Sama	Menurun					
Liang Bajo	Ya	SG	Teluk	Ya	Indikasi degradasi		29-31	-	> 10	-	-
Liang Pulau	Punah	RF & SG	Pulau kecil	Sedang	Menurun	Menurun					
Bone Bone 1	Ya	SG	Pesisir	Sedang			28	30	5-10	-	-
Bone Bone 2	Ya	RF	Teluk	Sedang	Indikasi degradasi						
Tolobundu	Ya	RF	Pulau kecil	Sedang			28	30	10	-	-
Togong Lantang	Tidak	MG	Pulau kecil	Tidak	Bukan habitat BCF		28-29	33	5	-	-

Tabel 5 Kepadatan bulu babi (BB) dan anemon laut (AN) P. Kauderni

Lokasi	Kepadatan (ekor/m2)*			
	Belt Transect		Swim Survey	
	BB	AN	BB	AN
Toropot	1.418	0.005	-	-
Kombongan 1	3.260	0.018	0.490	0.004
Tanjung Nggasuang	0.318	0.080	-	-
Mbuang-Mbuang	4.360	0.007	-	-
Toado	-	-	0.000	0.009
Popisi	-	-	0.180	0.002
Bone Baru	4.123	0.010	0.072	0.008
Paisulimukon	-	-	0.348	0.002
Tinakin Laut	2.558	0.020	-	0.002
Monsongan	-	0.005	-	-
P. Bandang Besar	-	-	0.508	0.018
P. Bandang Kecil	0.435	0.020	-	-
Tolakibit	0.175	0.023	-	-
Matanga	0.245	0.105	-	-
Liang Jembatan Runtuh	-	-	0.122	0.000
Liang Kampung Bajo	-	-	0.218	0.002
Liang Pulau	-	-	0.002	0.000
Bone Bone	4.280	-	-	-
Tolobundu	-	-	0.018	0.004

* tanda "-" berarti tidak ada data kuantitatif

inginkan jarang diatas 40%, dan menurut Cadima (2003), nilai E optimum cenderung sekitar 20%, sehingga 50% dinilai tergolong tinggi dan merupakan indikasi bahwa tingkat pemanfaatan BCF pada atau mungkin melebihi batas maksimal lestari. Selain itu, estimasi stok berdasarkan hasil survey/monitoring menunjukkan penurunan tajam dalam dekade terakhir. Hal ini

mengindikasikan bahwa populasi endemik P. Kauderni tidak pada kondisi *steady state* sehingga perlu kehati-hatian dalam penerapan metode perkiraan volume penangkapan yang diperbolehkan (kuota).

Informasi dari berbagai responden mengenai aktivitas nelayan dari luar daerah me-

nunjukkan bahwa pemanfaatan ilegal tetap tinggi dan merupakan ancaman nyata terhadap pencapaian *sustainable ornamental fishery*. Hal ini kemungkinan berkontribusi nyata terhadap nilai E yang tinggi. Kebanyakan aktivitas ilegal dan merusak ekosistem lainnya nampaknya belum dapat dikendalikan oleh sistem pengawasan dan penegakan yang ada. Selain itu, sistem kuota perdagangan BCF masih memiliki dasar hukum yang lemah dan belum disetujui oleh semua nelayan dan pembeli lokal, terutama yang berdomisili/beroperasi di luar Pulau Banggai, sehingga proses sosialisasi dan penguatan kelembagaan maupun kerangka hukum dinilai penting.

Ekosistem, Habitat dan Mikrohabitat P. Kauderni

Habitat P. Kauderni berupa perairan dangkal yang relatif terlindung dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Perubahan dalam pemanfaatan habitat bersifat positif di beberapa lokasi, misalnya di Desa Bone Baru, berupa pengurangan kegiatan perikanan destruktif dan adanya upaya restorasi terumbu karang di desa tersebut, meskipun kegiatan penambangan karang tetap terjadi. Sedangkan pada kebanyakan lokasi laju kerusakan terhadap ekosistem terumbu karang meningkat, antara lain akibat pengambilan abalone (*Haliotis* sp.) dan bambu laut. Abalone atau mata tujuh merupa-

Tabel 6 Perubahan kelimpahan bulu babi (BB) dan *anemon* laut (AN)

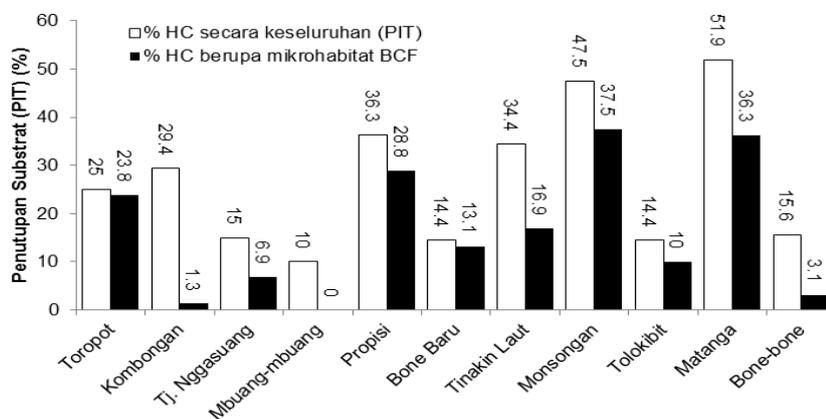
Lokasi	2004/2006	2012
Toropot	<ul style="list-style-type: none"> AN: berlimpah BB: sulit berdiri/berjalan tanpa menginjak BB 	<ul style="list-style-type: none"> Sulit mencari 4 transek berukuran 5x20 m dengan BB dan/atau AN
Tanjung Nggasuang	<ul style="list-style-type: none"> AN berlimpah Populasi BB sangat padat, sulit berdiri/berjalan tanpa menginjak BB 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak ada BB atau AN di sebagian besar areal laguna Tubir/lereng (<i>reef crest/slope</i>) nyata terdegradasi
Bone Baru (Teluk, di sekitar lokasi survey 2012)	<ul style="list-style-type: none"> AN cukup banyak di rataan karang, padang lamun, pasir sampai batas daerah pasang surut (pasut) BB: terutama pada gugusan-gugusan terumbu karang hampir sekeliling teluk 	<ul style="list-style-type: none"> BB dan AN masih relatif banyak Berkurang luas penyebaran dimana karang telah rusak/ hilang, ditambah khusus antara lain untuk konstruksi jembatan dan rumah
Tinakin Laut (lokasi survey 2012)	<ul style="list-style-type: none"> BB dan AN berlimpah didekat pulau-pulau dan di perairan dangkal antar pulau BB berlimpah di sekitar rumah-rumah penduduk 	<ul style="list-style-type: none"> BB masih ditemukan, namun banyak areal yang kosong AN sangat sedikit dibanding 2004, lebih banyak dibanding 2007 saat hampir semuanya baru diambil (dikonsumsi)
Monsongan	<ul style="list-style-type: none"> AN berlimpah BB berlimpah di antara gugusan karang (ratusan ekor/kelompok) 	<ul style="list-style-type: none"> AN: penurunan drastis, hanya 2 individu di 4 transek (400m²) Bulu babi hanya dalam kelompok yang kecil
Tolokibit	<ul style="list-style-type: none"> AN: jumlah relatif rendah BB (<i>Diadema</i> sp.) sangat berlimpah, termasuk areal pecahan karang mati bekas pengambilan abalon 	<ul style="list-style-type: none"> Sulit mencari 4 transek berukuran 5x20 m dengan BB dan atau beberapa AN BB yang tersisa didominasi Genus <i>Echinothrix</i>
Matanga	<ul style="list-style-type: none"> AN: berlimpah di terumbu karang tepi, termasuk areal pecahan karang mati bekas pengambilan abalon BB: terutama di lamun 	<ul style="list-style-type: none"> AN: masih banyak walaupun menurun, peningkatan kelimpahan karang keras <i>Heliofungia</i> (menyerupai AL) BB menurun
Liang Jembatan Runtuh	<ul style="list-style-type: none"> AN dan BB berlimpah di antara reruntuhan jembatan lama (rusak akibat gempa bumi pada tahun 2000) 	<ul style="list-style-type: none"> AN: tidak ditemukan BB: jauh berkurang, umumnya belum berukuran dewasa Jembatan baru telah runtuh
Liang Pulau	<ul style="list-style-type: none"> Sumber bahan bangunan jembatan baru BB dan AN masih ada, kelimpahan sangat rendah 	<ul style="list-style-type: none"> Degradasi habitat akibat penambangan masih berlanjut AN: tidak teramati BB: hanya 1 individu

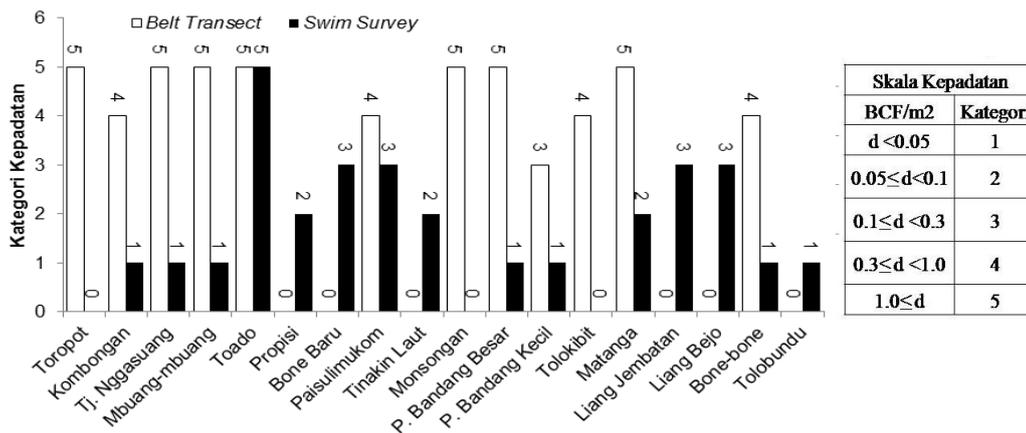
Tabel 7 Perubahan kepadatan, habitat dan populasi *P. Kauderni*

Lokasi	Kategori Kepadatan		Perubahan		
	2004/6	2012	Kepadatan	Luas Habitat	Populasi
Toropot (SS)	5	1	Menurun	Menurun	Menurun
Tj Nggasuang (SS)	5	1	Menurun	Menurun	Menurun
Bone Baru (BT)	4	4	Stabil	Menurun	Naik/Turun
Tinakin Laut (BT)	5	5	Stabil	Menurun	Menurun
Monsongan (BT)	5	5	Stabil	Menurun	Menurun
Tolokibit (BT)	5	4	Menurun	Menurun	Menurun
Matanga (BT)	5	5	Stabil	Stabil?	Stabil?
Liang Jembatan(SS)	5	3	Menurun	Menurun	Menurun

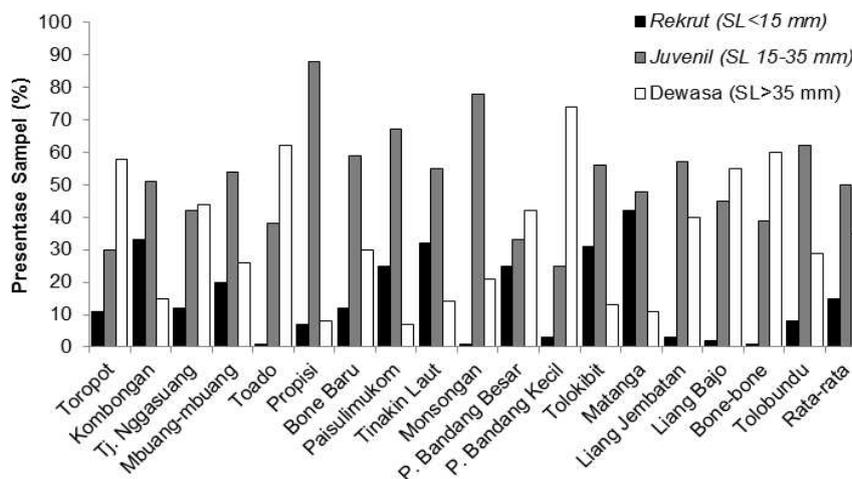
Tabel 8 Beberapa perubahan dalam pemanfaatan *P. Kauderni*

Parameter/Aspek	2000-2004	2011-2012
Volume perdagangan resmi (Karantina Ikan)	Nol atau sangat rendah	Rata-rata ± 12,000 ekor/bulan
Volume perdagangan (rata-rata per bulan)	± 58,000 – 117,000	Tercatat (BRKP/nelayan lokal): ± 20,000-23,000
“Pencurian” ikan hias/ BCF (nelayan Bali/Jawa)	Berskala besar, sering berasosiasi dengan DF	“Pencurian” ikan hias masih terjadi, indikasi kurang BCF
Aturan khusus perdagangan BCF	Tidak ada	Kuota (sejak tahun 2010): 15,000 ekor/bulan
Pola penangkapan	Tidak selektif, termasuk jantan yang mengerami	Selektif – ukuran layak pasar saja (±2.5-4cm SL)
Pola penanganan	Penyimpanan lama, penyortiran dan packing hanya oleh pembeli	Penangkapan semakin berdasarkan pesanan, nelayan dapat melakukan packing
Jalur perdagangan	Pembeli sebagian juga nelayan, umumnya dengan kapal laut dari Tumbak (Sulawesi Utara) atau Bali dan Jawa	Jalur-jalur berubah-ubah, sebagian besar jalur sebelumnya tetap aktif. Jalur baru ke Jawa dan Bali melalui bandara Luwuk
Kelembagaan nelayan dan Lembaga Payung Pengelolaan BCF	Belum ada	Kelompok Nelayan resmi di Bone Baru (2009) Payung: PPBCF/BCFC (SK Bupati 168/2007)
Indikator tingkat pemanfaatan	Hasil tangkapan/tahun ± 29% -58% jumlah total populasi	Analisa stok (FISAT II): mortalitas perikanan (F) = mortalitas alami (Z) (Ndobe <i>et al.</i> , <i>in press</i>)
Permintaan pasar	Tidak diketahui	± 40,000 ekor/bulan (LINI)

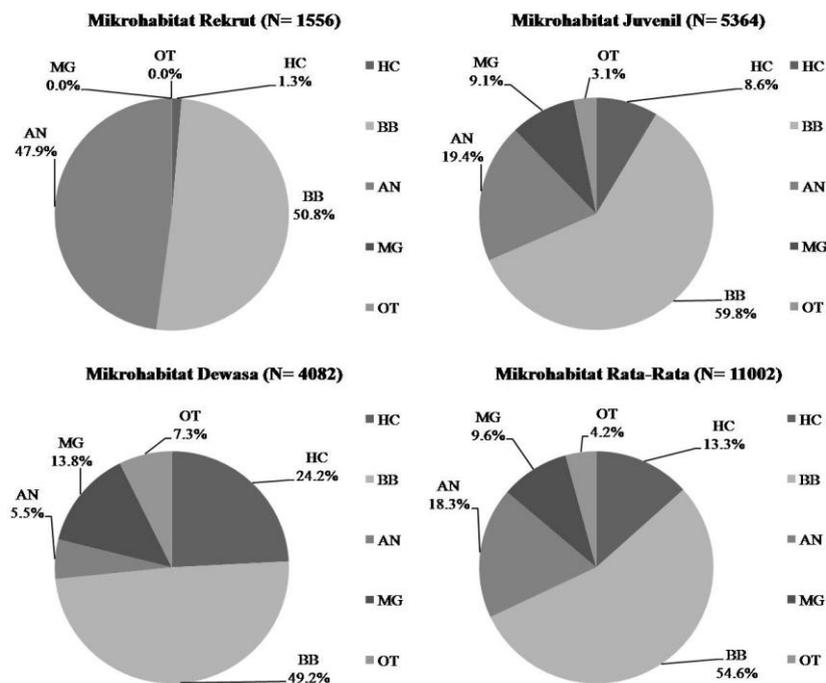
Gambar 2 Penutupan oleh karang keras mikrohabitat *P. Kauderni*



Gambar 3 Ringkasan data kepadatan P. Kauderni 2011-2012



Gambar 4 Komposisi umur/ukuran populasi P. Kauderni per lokasi



Gambar 5 Penggunaan mikrohabitat oleh P. Kauderni (2011-2012)

kan komoditas bernilai tinggi, dan untuk diambil nelayan membongkar/membalikkan terumbu karang dengan tingkat kerusakan setara dengan penggunaan bahan peledak. Bekas pengambilan bambu laut berupa kerusakan ekosistem dan/atau potongan-potongan bekas di rumah-rumah pihak yang terlibat teramat di hampir semua lokasi bagian selatan dan barat Kepulauan Banggai yang dikunjungi. Pengambilan bambu laut telah dilarang melalui SK Gubernur. Beberapa Kepala Desa di Kecamatan Liang mengeluh bahwa dokumen tersebut tidak dapat diperoleh sehingga mereka mengalami kesulitan dalam penerapan larangan tersebut, sedangkan pengambilan bambu laut mengakibatkan kerugian pada masyarakat lain, terutama nelayan.

Di Desa Liang, pada tahun 2004 bulu babi, anemon laut maupun *P. Kauderni* berlimpah di daerah teluk/pelabuhan, sekalipun diantara reruntuhan/ puing-puing bekas jembatan yang rusak akibat bencana gempa bumi tahun 2000. Terkecuali di pulau kecil depan pelabuhan dimana tahun 2004 terumbu karang hampir 100% telah ditambang untuk pembangunan jembatan baru, dan jumlah BCF tersisa 13 ekor; pada tahun 2012 populasi *P. Kauderni* tersebut telah punah.

Pada tahun 2012, jumlah bulu babi di teluk/pelabuhan Liang sangat menurun. Hal ini diakui oleh penduduk yang masih ingat bahwa beberapa tahun sebelumnya dasar laut cenderung berwarna hitam disebabkan kelimpahan bulu babi. Sejak 2004 tidak ada penangkapan BCF di lokasi tersebut, sehingga penurunan populasi *P. Kauderni* di lokasi tersebut tidak disebabkan oleh pemanfaatan sebagai ikan hias, dan kualitas air masih baik. Penurunan populasi *P. Kauderni* berasosiasi dengan penurunan/kehilangan mikrohabitat telah dilaporkan antara lain oleh Ndobe *et al.* (2008) khususnya di Desa Tinakin Laut, saat terjadi pemanfaatan lebih mikrohabitat tersebut oleh masyarakat "gunung" (mata pencaharian utama pertanian/ perkebunan) akibat musim kemarau berkepanjangan, terutama anemon laut yang berlimpah tahun 2004 dan 2006 namun hampir punah di desa tersebut pada tahun 2007. Penurunan berasosiasi dengan konsumsi besar-besaran bulu babi terjadi di Tolokibit pada tahun 2006, dan pada populasi introduksi di Teluk Palu setelah pengambilan anemon laut sebagai hiasan akuarium (Moore *et al.* 2011).

Observasi pada penelitian ini bahwa hampir 50% rekrut dan semua kelompok rekrut yang melebihi 3 ekor berada di anemon laut, meskipun jumlah/kepadatan mikrohabitat tersebut relatif rendah, sejalan dengan hasil kajian terhadap *ontogenetic shift* (Ndobe *et al.*

2008) dan kajian lain terhadap bioekologi *P. Kauderni* (misalnya Moore *et al.* 2011 dan 2012) yang menunjukkan keterkaitan yang erat antar sintasan rekrut (dan oleh karena itu keberhasilan reproduksi) dengan mikrohabitat. Sintasan pada anemon laut jauh lebih tinggi dibanding mikrohabitat lain, sedangkan bulu babi juga memiliki peran penting sebagai mikrohabitat pada semua kelas ukuran, dan sekitar 50% rekrut teramat pada mikrohabitat tersebut pada penelitian ini.

Karang keras dari Genus *Heliofungia* menyerupai anemon laut, dan menyediakan mikrohabitat bagi sebagian ($\pm 1.3\%$) rekrut, dan jenis karang keras dengan struktur yang rumit (bercabang, berdaun, dan lain-lain) penting sebagai mikrohabitat ikan juvenil besar dan ikan dewasa. Selain itu, peran terumbu karang sangat penting dalam melindungi ekosistem dan mikrohabitat *P. Kauderni*. Misalnya di Mbuang-Mbuang dimana terumbu karang pelindung telah hancur, hempasan ombak menjadi ancaman terhadap bulu babi yang merapat sehingga durinya merekat satu dengan lainnya dan membentuk semacam tendah berbentuk kubah untuk bertahan. *P. Kauderni* yang terlindung di antara durinya bulu babi terpaksa mencari perlindungan di bawah tenda tersebut, termasuk rekrut yang biasanya pada bagian bawah duri dimana ikan lebih besar tidak dapat masuk. Hasil pengamatan pada kondisi demikian, bahwa terjadinya kanibalisme dan pemangsa oleh ikan lain terhadap rekrut BCF.

Perubahan dalam *Lifestyle* dan persepsi masyarakat

Konsumsi bulu babi dan anemon laut secara terbatas merupakan bagian dari pola kehidupan tradisional masyarakat Kepulauan Banggai. Namun tingkat konsumsi telah meningkat tajam pada sebagian besar lokasi. Menurut responden dari kalangan nelayan ikan hias maupun masyarakat umum, penyebab utama fenomena tersebut adalah perubahan dalam pola kehidupan masyarakat dimana nelayan yang beralih menjadi pembudidaya rumput laut jarang melaut menangkap ikan. Untuk memenuhi kebutuhan keluarganya mereka mencari sumber protein di perairan dangkal di sekitar lokasi budidaya, termasuk avertebrata bentik dan secara khusus bulu babi dan anemon laut. Masyarakat lain semakin tertarik pula untuk mengonsumsi bulu babi, akibat penyebaran cerita bahwa bulu babi memiliki khasiat sebagai afrodisiak. Selain itu, bulu babi digunakan pula sebagai pakan ikan karang, termasuk kerapu dan ikan napoleon *Cheilinus undulatus*. Pemanfaatan tersebut meningkat seiring dengan pengembangan usaha pembe-

saran ikan laut dalam keramba, terutama untuk pasar ikan hidup (*live reef fish trade*).

Nelayan ikan hias di Bone Baru menyadari pentingnya bulu babi dan anemon bagi populasi BCF yang menjadi salah satu mata pencaharian mereka, dan mengeluh bahwa nelayan dari desa lain berupaya mengambil bulu babi di perairan desa mereka. Upaya mereka untuk melarang pengambilan tersebut mampu mengurangi pengambilan, namun terhambat oleh ketidakadaan dasar hukum, sekalipun di kawasan Daerah Perlindungan Laut (DPL) Bone Baru yang belum memiliki status resmi.

Terindikasi kuat bahwa penyebab utama penurunan dalam jumlah populasi *P. Kauderni* adalah degradasi habitat, termasuk secara khusus peningkatan dalam konsumsi mikrohabitat (bulu babi dan anemon laut). Fenomena tersebut melibatkan banyak pihak yang tidak terlibat dalam pemanfaatan *P. Kauderni*, sebagian besar kemungkinan sama sekali tidak menyadari bahwa perilaku mereka dapat mengancam keberadaan populasi ikan endemik tersebut ataupun mata pencaharian nelayan ikan hias. Melindungi mikrohabitat *P. Kauderni* secara formal sangat tidak mungkin, sedangkan status lindung untuk *P. Kauderni* sendiri ditolak dan jelas bahwa secara keseluruhan populasi bulu babi dan anemon laut di Indonesia belum terancam punah.

Konsep Pengelolaan Berbasis Ekosistem

Pendekatan pengelolaan berbasis ekosistem (*Ecosystem-based Management*, EBM) dikembangkan antara lain oleh WWF (Ward *et al.* 2002). Pada pendekatan tersebut, keseimbangan diantara semua komponen menjadi fokus perhatian, dengan melibatkan masyarakat secara luas (Berkes 2012). Selain penerapan berskala regional (misalnya pada Sulu Sulawesi Marine Ecosystem, SSME, yang melibatkan 3 negara), EBM telah diterapkan pada pengelolaan pesisir dan perikanan skala kecil, misalnya di Filipina (Pomeroy *et al.* 2010). Thrush dan Dayton (2010) menekankan peran penting habitat ikan dan peluang penggunaan EBM untuk mengatasi permasalahan pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut yang semakin rumit, dengan memperhatikan aspek sosio-ekonomi maupun ekologi. Dinilai bahwa pendekatan tersebut dapat diadaptasi pada kasus Banggai *cardinalfish*, dengan berbagai isu bio-ekologi dan sosio-ekonomi yang kompleks.

KESIMPULAN

Berdasarkan data kajian 2011-2012, meskipun terjadi banyak perubahan positif

dalam perikanan ikan hias *P. Kauderni* (BCF), sangat nyata bahwa belum terwujud pengelolaan lestari spesies tersebut ataupun sebuah percontohan *sustainable ornamental fishery*. Upaya-upaya lanjutan masih diperlukan berkaitan dengan segala aspek pengelolaan, termasuk penataan pola pemanfaatan maupun peng-efektifan konservasi pada tingkat ekosistem, spesies dan genetika.

Apabila daya dukung alam (stok dan ekosistem) dapat dikelola dengan baik, tingkat pemanfaatan sesuai aturan yang telah disepakati seharusnya *sustainable*. Akan tetapi hasil kajian mengindikasikan bahwa tingkat pemanfaatan (0.5) telah pada atau melebihi batas maksimal lestari. Populasi endemik menunjukkan penurunan tajam dalam dekade terakhir dan diduga tidak pada kondisi *steady state*. Terindikasi kuat bahwa penyebab utama penurunan tersebut adalah degradasi habitat, antara lain akibat pemanfaatan lebih mikrohabitat (bulu babi dan anemon laut). Tanpa solusi efektif untuk melestarikan ekosistem pendukung, ancaman yang dapat menyebabkan kepunahan *P. Kauderni* akan semakin nyata, dengan atau tanpa adanya penangkapan.

Kasus BCF menunjukkan pentingnya perhatian terhadap ekosistem dalam kebijakan dan manajemen perikanan tangkap. Pendekatan *ecosystem-based approach* telah mulai diterapkan di Indonesia, dan dinilai sebagai pendekatan yang tepat dalam kasus pengelolaan *P. Kauderni* dan habitatnya.

Disarankan sebuah pilot project EBM berskala kecil di Kepulauan Banggai, dengan fokus pada *P. Kauderni* (sebagai *flag-ship species*) dan habitat/mikrohabitatnya. Sebuah pendekatan tersebut seharusnya dapat berperan positif dalam upaya pelestarian BCF sebagai jenis endemik dan terancam punah, dan secara lebih luas dalam pengelolaan lestari dan terpadu wilayah pesisir (*coastal zone*) dengan segala sumberdaya dan jasa ekosistemnya serta *stakeholders* yang beragam, dari hulu ke hilir (*crest to reef*).

DAFTAR PUSTAKA

- Allen GR, Donaldson TJ. 2007. *Pterapogon kauderni*. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 11 July 2009.
- Berkes F. 2012. Implementing ecosystem-based management: evolution or revolution?. *Fish and Fisheries*. 13: 465–476.
- Bruins EBA, Moreau MA, Lunn KE, Vagelli AA, Hall H. 2004. 10 Years after redis-

- covering the Banggai *Cardinalfish*. Musée Océanographique, Monaco. *Bulletin de l'Institut Océanographique*. 77(1446): 71-81
- Cadima EL. 2003. Fish stock assessment manual. FAO Fisheries Technical Paper. No. 393. FAO, Rome, Italy. 161hal.
- Hill J, Wilkinson C. 2004. Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs, Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia. 117 hal.
- Hoffman EA, Kolm N, Berglund A, Arguello JR, Jones AG. 2005. Genetic structure in the coral-reef-associated Banggai cardinalfish, *Pterapogon kauderni*. Black-well Publishing Ltd. *Molecular Ecology*. 14: 1367–1375.
- Kolm N, Berglund A. 2003. Wild Populations of a Reef Fish Suffer from "Non-Destructive" Aquarium Trade Fishery. *Conservation Biology*. 17(3): 910-914.
- Kolm N, Hoffman EA, Olsson J, Berglund A, Jones AG. 2005. Group stability and homing behavior but no kin group structures in a coral reef fish. *Behavioral Ecology*. 16: 521–527.
- Lunn KE, Moreau AM. 2004. Unmonitored trade in Marine Ornamental Fishes: the Case of Indonesia's Banggai *Cardinalfish* (*Pterapogon kauderni*). *Coral Reefs*. 23: 344-341.
- Moore A, Ndobe S. 2007. The Banggai Cardinalfish and CITES – a local perspective. *Reef Encounters*. 38: 15-17.
- Moore A, Ndobe S, Zamrud M. 2011. Monitoring the Banggai *Cardinalfish*, an Endangered Restricted Range Endemic Species. *Journal of Indonesian Coral Reef (JICoR)*. 1(2): 99-113.
- Moore A, Ndobe S, Salanggon AI, Ederyan, Rahman A. 2012. Banggai *Cardinalfish* Ornamental Fishery: The Importance of Microhabitat. Proceedings of the 12th International Coral Reef Symposium, Cairns, Australia, 9-13 July 2012, 13C-1:1-5. http://www.icrs2012.com/proceedings/manuscripts/ICRS2012_13C_1.pdf
- Ndobe S, Moore A. (2005). Potensi dan Pentingnya Pengembangan Budidaya In-situ *Pterapogon kauderni* (Banggai *Cardinalfish*). *InfoMAI*. 4(2): 9-14.
- Ndobe S, Madinawati, Moore A. (2008) Pengkajian Ontogenetic Shift pada Ikan Endemik *Pterapogon kauderni*. *Jurnal Mitra Bahari*. 2(2):32-55.
- Ndobe S, Setyohadi D, Herawati EH, Soemarno, Moore A, Palomares MLD, Pauly D. 2013. The Life History of Banggai *Cardinalfish* in Banggai Islands and Palu Bay, Indonesia. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*. *in press*. Submitted April 2013.
- NRC. 1998. Improving Fish Stock Assessments. Committee on Fish Stock Assessment Methods, National Research Council. National Academies Press, USA. 194 hal. <http://www.nap.edu/catalog/5951.html>.
- Palumbi SR. 2003. Population Genetics, Demographic Connectivity, and the Design of Marine Reserves. *Ecological Applications*. 13(1): S146–S158.
- Pomeroy R, Garces L, Pido M, Silvestre G. 2010. Ecosystem-based fisheries management in small-scale tropical marine fisheries: Emerging models of governance arrangements in the Philippines. *Marine Policy*. 34(2): 298–308.
- Thrush SF, Dayton PK. 2010. What Can Ecology Contribute to Ecosystem-Based Management? *Annual Review of Marine Science*, 2010(2): 419–441. doi: 10.1146/annurev-marine-120308-081129.
- Vagelli AA. 2005. Reproductive Biology, Geographic Distribution and Ecology of the Banggai *Cardinalfish* *Pterapogon kauderni* Koumans, 1933 (Perciformes, Apogonidae), with Considerations on the Conservation Status of this Species on its Natural Habitat. Ph.D. Thesis. University of Buenos Aires. 276 hal.
- Vagelli AA. 2008. The unfortunate journey of *Pterapogon kauderni*: A remarkable apogonid endangered by the international ornamental fish trade, and its case in CITES. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin*. 18: 17-28.
- Vagelli AA, Burford M, Bernardi G. 2009. Fine scale dispersal in Banggai *Cardinalfish*, *Pterapogon kauderni*, a coral reef species lacking a pelagic larval phase. *Marine Genomics*. 1: 129–134.
- Ward T, Tarte D, Hegerl E, Short K. 2002. Policy Proposals and Operational Guidance for Ecosystem-Based Management of Marine Capture Fisheries. World Wide Fund For Nature Australia, Australia. 83 hal.