

**REVIEW INDIKATOR DARI INDEK PSA NOAA UNTUK IKAN PELAGIS
KECIL (TEMBANG: *Sardinella* sp.; Famili Clupeidae) DAN IKAN DEMERSAL
(KURISI: *Nemipterus* sp.; Famili Nemipteridae)**

*Indicator Review of NOAA PSA Index for Small Pelagic Fishes (Tembang: *Sardinella* sp.;
Famili Clupeidae) DAN Demersal Fishes (Kurisi: *Nemipterus* sp.; Famili Nemipteridae)*

Oleh:

Yonvitner^{1*}, Isdradjad Setyobudiandi¹, Ahmad Fachrudin¹, Ridwan Affandi¹, Etty Riani¹,
Nur Triramdhani²

¹ Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

² Alumni Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

* Korespondensi: yonvitnr@yahoo.com

Diterima: 07 Februari 2016; Disetujui: 20 September 2017

ABSTRACT

*Fishing activity have been caused change of fish's structure community and stock depletion. In the future, this phenomenon also give impact to disturbance the stock sustainability. The study of vulnerability to be relevant before decide that stock has been depleted. The vulnerability study that has been developing based on productivity indicator, particularly for big pelagic fish. This research was conducted from any sources data that relevant to review indicator performance based on statistic approach with mean and confidence interval. PSA parameter for *Sardinella* and *Nemipterus* differ from others. This data relevant to apply as reference point for tropical small pelagic fish.*

Keywords: demersal, indicator, pelagic, performance, PSA

ABSTRAK

Aktivitas penangkapan terus mendorong terjadinya perubahan struktur komunitas ikan yang dapat menyebabkan penurunan stok dan keberlanjutan. Kajian kerentanan menjadi *relevant* sebelum memutuskan bahwa stok tersebut diambang penurunan. Kajian kerentanan yang dikembangkan selama ini adalah kelompok ikan pelagis besar. Kajian ini dilakukan untuk merevisi indikator produktivitas sehingga bisa adaptif bagi ikan pelagis kecil. Data dikumpulkan dari berbagai sumber data sekunder untuk kemudian diolah secara statistik dengan pendekatan nilai rata-rata (*mean*) dan *confidence interval* untuk menentukan batas atas dan batas bawah. Hasil kajian menunjukkan bahwa parameter PSA untuk ikan tembang secara umum berubah dari kriteria PSA sebelumnya, begitu juga dengan ikan kurisi. Hasil modifikasi ini diharapkan dapat digunakan sebagai *reference point* bagi ikan pelagis kecil dalam analisis PSA yang lebih tepat bagi ikan tropis.

Kata kunci: demersal, indikator, pelagis, performa, PSA

PENDAHULUAN

Tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan sangat masif dan cenderung eksploitatif berisiko menyebabkan kerentanan. Kondisi ini dapat mengancam kelangsungan hidup populasi ikan tersebut. Risiko keterancaman dapat berupa kematian atau kepunahan, sehingga keberlanjutan tidak terjadi. Aktivitas perikanan seperti ini berada dalam kondisi terancam (*risk condition*), termasuk habitat (Cheung *et al.* 2005). Dengan kata lain kerentanan dapat didefinisikan sebagai suatu kondisi dimana sumberdaya ikan mengalami tekanan karena proses penangkapan. Perkembangan studi kerentanan ikan banyak dikembangkan, dan sering dikaitkan dengan kondisi perubahan iklim. Millner (2007) meneliti tentang kerentanan ikan tuna sebagai kelompok pelagis besar dari tuna tropis. Sumaila *et al.* (2012) menggunakan pendekatan kerentanan pada *bluefin* tuna di Mediteranean. Adapun Luna *et al.* (2014) mengkombinasikan kajian kerentanan di Teluk Meksiko.

Kerentanan ini dapat terjadi karena perubahan struktur biologi, terganggunya fungsi ekologisnya dan lingkungan (Navas 2011). Perubahan struktur biologi secara nyata mempengaruhi kemampuan pulih populasi mencapai struktur yang layak untuk eksploitasi, sedangkan gangguan terhadap struktur ekologi selain kemampuan pulih juga indikator sosial masyarakat (Luna *et al.* 2014) yang menggantungkan hidupnya pada aktivitas usaha perikanan.

Berbagai metode analisis risiko beberapa tahun terakhir ini banyak dikembangkan untuk melihat kerentanan sumberdaya ikan juga bersifat multi variabel. Metode ini selalu memadukan berbagai jenis dan bentuk data yang tersedia. Pendekatan analisis multi variabel sesuai dengan kepentingan perikanan Indonesia, karena mencakup berbagai dimensi yang dipertimbangkan dalam mengkaji perikanan.

Adopsi metode kerentanan harus memperhatikan kondisi perikanan dan kepentingan Indonesia. Salah satu metode analisis risiko yang dikembangkan NOAA juga sudah dikembangkan di Indonesia. Pendekatan kerentanan menurut NOAA lebih dominan menggunakan batasan untuk ikan pelagis besar seperti tuna dengan kisaran nilai parameter produktivitas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan ikan pelagis kecil.

Pendekatan kerentanan NOAA disusun berbasis data biologi (*life history*) dengan mempertimbangkan struktur populasi dengan mengkombinasikan berbagai parameter (*integrative approach*) (Peterson 2010). Kemudian disusun batasan batasan dalam skala biologi dan ekologi ikan pelagis besar. Selanjutnya

dilakukan analisis komposit terhadap parameter tersebut. Secara prinsip metode ini dapat diadopsi oleh perikanan Indonesia baik pelagis besar, namun perlu adaptasi dan modifikasi untuk ikan pelagis kecil, karena nilai parameter *life history* yang berbeda.

Modifikasi nilai parameter adalah langkah yang sangat baik dan perlu dilakukan adalah agar lebih adaptif. Modifikasi ini terutama untuk kelompok ikan pelagis kecil, demersal dan ikan karang. Kajian dalam tulisan ini ditekankan pada upaya evaluasi nilai dari batasan *indicator life history* ikan tembang dan ikan kurisi mewakili ikan pelagis kecil dan demersal kecil.

Ikan tembang termasuk kelompok pelagis kecil yang sebagian besar hidup di permukaan perairan, dan ikan kurisi termasuk kelompok ikan demersal karang. Kedua ikan ini termasuk ikan yang memiliki siklus hidup (*life history*) yang lebih pendek dari ikan pelagis besar. Modifikasi mencakup batasan nilai skor dari parameter yang dipakai bagi ikan pelagis kecil dan demersal karang. Batasan ini merupakan hasil telaahan dari setiap parameter *life history* yang menjadi indikator kunci dalam kajian ini. Studi ini membatasi pada dua jenis yaitu *Sardinella* sp. sebagai *species pelagic neritic* (Gerasmio *et al.* 2015) dan *Nemipterus* sp. sebagai representasi *demersal neritic*. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi nilai indikator dan batasan parameter kerentanan menurut NOAA yaitu parameter *productivitas* agar lebih adaptif dengan spesies contoh ikan pelagis kecil dan ikan demersal kecil.

METODE

Pengumpulan data primer dilaksanakan selama Februari-Juni 2014. Evaluasi dilakukan dari data yang dikumpulkan dari Pelabuhan Perikanan Pantai Labuan, Pelabuhan Perikanan Nusantara Karangantu Banten serta beberapa data kajian yang sudah dilakukan. Pengumpulan data dan analisis dilakukan di Laboratorium Basah Manajemen Sumberdaya Perikanan, MSP-FPIK IPB.

Lingkup penelitian ini terdiri dari data biologi, dinamika populasi dan *morfology* ikan tembang dan kurisi. Secara umum beberapa data dasar yang penting dan juga dikumpulkan diantaranya pengukuran data panjang, berat, kuisisioner tentang hasil penangkapan serta praktek-praktek penangkapan.

- Pertama ikan hasil tangkap diidentifikasi dengan cepat (*rapid assessment*), kemudian dilakukan pengambilan contoh secara acak untuk masing-masing spesies ikan berdasarkan ukuran ikan. Jumlah ikan contoh

harus mewakili ukuran ikan yang ada di lokasi tersebut.

- Kemudian masing-masing jenis ikan diukur panjang dan beratnya, Data panjang ikan diukur dimulai dari mulut terdepan ikan hingga pangkal tulang ekor. Data berat ikan diambil dari bobot basah berat tubuh ikan.
- Dari contoh ikan yang telah diukur, maka diambil sekitar 10–20 ekor ikan untuk dibedah dan diambil gonadnya, kemudian gonad tersebut diawetkan dengan menggunakan formalin 4% untuk analisis reproduksi.

Data kuisisioner dikumpulkan melalui wawancara dengan nelayan dan pihak terkait. Pihak tersebut diantaranya pengurus koperasi dan dinas perikanan kelautan setempat. Data yang dikumpulkan meliputi data jenis alat tangkap, jenis kapal, operasi penangkapan, daerah *fishing ground*, harga jual, pendapatan nelayan, jenis ikan lain yang ikut tertangkap. Data yang terkumpul dikelompokkan menurut jenis data untuk kemudian dikaji secara statistik nilai tengah, simpangan dan selang kepercayaannya.

Parameter Produktivitas

Jumlah dan jenis parameter kajian mengacu pada parameter yang sudah dikembangkan oleh NOAA. Parameter yang dikaji dalam penelitian ini adalah produktivitas karena lebih sensitive (Fenner 2014). Parameter produktivitas menurut Patrick *et al.* (2009) dijadikan basis, karena perubahan stabilitasnya dapat terpantau dari dinamika perubahan data setiap jenis ikannya (Miller 2007) seperti disajikan pada Tabel 1.

Skor Atribut NOAA

Kriteria kerentanan yang dikembangkan NOAA Patrick (2009) untuk atribut produktivitas terdiri dari 10 parameter dengan nilai dan rangking skala 3. Ranging terendah bernilai 1

yang menyatakan bahwa nilai parameter tersebut mengindikasikan risiko yang rendah, 2 risiko sedang dan 3 risiko tinggi. Jika rangking besar, maka potensi risiko rentan menjadi tinggi. Indikator ini dipilih karena mudah menentukan batas kritis (*critical threshold*) dari populasi Gilman *et al.* (2014). Hasil penetapan nilai batasan dan skor parameter untuk analisis *Productivity-Susceptibility Analysis* (PSA)-untuk parameter produktivitas ditampilkan pada Tabel 2.

Ikan yang berada di *tropic level* yang tinggi dan cenderung menetap lebih rentan dari yang bermigrasi. Begitu juga yang *tropic level*-nya rendah dan tidak bermigrasi lebih rentan lagi (Sanchez dan Barreiro 2014).

Evaluasi Skor Indikator

Evaluasi skor indikator setiap parameter ikan tembang dan kurisi dilakukan dengan mengumpulkan data yang (primer dan sekunder) dari setiap parameter kajian. Dari setiap parameter tersebut di evaluasi tingkat rata-rata, simpangan baku dan *confidence limit*. Dari proses tersebut, akan didapatkan data batas atas, dan bawah, yang selanjutnya dilakukan pengklasifikasi skor yang baru dengan mengikuti formulasi berikut (Walpole 1992)

Skor Produktivitas = 1, jika; $x < \mu - 0,5 CL$

Skor Produktivitas sedang jika $2 = x = (\mu - 0,5 CL) - (\mu - 0,5CL)$

Skor Produktivitas tinggi jika $3 = x > (\mu > 0,5 CL)$

Simbol X adalah nilai yang diperoleh dari perhitungan, CL adalah selang kepercayaan (*confidence limit*) dari data yang dikumpulkan. Parameter *susceptability* tidak dilakukan review karena lebih adaptif dan cenderung berlaku umum. Atribut produktivitas mencirikan parameter biologi dan dinamika populasi stok. Informasi mengenai produksi tahunan, panjang, berat, makanan, kemampuan reproduksi, dan distribusi makanan memberikan sumbangan dalam analisis produktivitas.

Tabel 1 Parameter Produktivitas

Parameter	Jenis Data	Analysis	Pengumpulan data
<i>R (Intrinsic growth)</i>	<i>length frekuensi</i>	<i>Growth Analysis</i>	<i>In-situ</i>
<i>Max age</i>	<i>length frekuensi</i>	<i>Length frequency analysis</i>	<i>In-situ</i>
<i>Max size</i>	<i>length frekuensi</i>	<i>Length frequency analysis</i>	<i>In-situ</i>
<i>k (Growth Coefficient)</i>	<i>length frekuensi</i>	<i>Von Bartalanfy Plot</i>	<i>In-situ</i>
<i>M (Natural Mortality)</i>	<i>length frekuensi</i>	Persamaan empiris Pauly	<i>In-situ</i>
Fekunditas	Telur ikan	Gravimetrik dan volumetrik	<i>In-situ and Ex-situ</i>
<i>Breeding strategy</i>	Diameter telur	<i>Cohort analysis</i>	<i>In-situ and Ex-situ</i>
<i>Recruitmet pattern</i>	Frekuensi Panjang	<i>Normsep and Gaussian distribution</i>	<i>In-situ</i>
<i>Age at Maturity</i>	Panjang dan Diameter telur	<i>Length frequency analysis</i>	<i>In-situ</i>
<i>Mean Tropic level</i>	Food habit	<i>Niche overlap (Simpson and Jaccard index)</i>	<i>In-situ</i>

Tabel 2 Parameter dan skor parameter produktivitas

Atribut Produktivitas	Rangking		
	Tinggi (3)	Moderat (2)	Rendah (1)
<i>r</i> (pertumbuhan intrinsik)	> 0,5	0,16-0,5	< 0,16
Umur Maksimum	< 10 thn	10-30 thn	> 30 thn
Ukuran Maksimum	< 60 cm	60-150 cm	150 cm
<i>Bartallanfy koefisien (k)</i>	> 0,25	0,15-0,25	< 0,15
Kematian Alami	> 0,4	0,2-0,4	< 0,2
Fekunditas	> 10 ⁴ butir	10 ² -10 ³ butir	< 10 ² butir
Strategi Pemijahan	0	1-3	> 3
Pola Rekrutment	Keberhasilan dari recruitment tinggi (> 75% dari kelas tahunan sukses)	Keberhasilan dari recruitment moderate (10-75% dari kelas ukuran sukses)	Keberhasilan dari recruitment moderate (< 10% dari kelas ukuran sukses)
Umur Kematangan Gonad	< 2 thn	2-4 thn	> 4 thn
Rata-rata <i>tropic level</i>	< 2,5	2,5-3,5	> 3,5

Sumber: Patrick, (2009)

Parameter	Satuan	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rataan
SFP	mm	6	156.1	141.4	128.2	144.6	150.2	162.8							147.20
Lmax	mm	6	200.0	185.0	165.0	170.0	154.0	178.0							175.33
K	tahun	10	0.5	0.4	0.6	0.6	0.3	0.3	1.5	1.6	1.1	0.7			0.75
<i>t₀</i>		6	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4							-0.31
<i>L_{0e}</i>	mm	8	189.1	191.7	183.2	190.5	181.9	170.2	204.3	237.6					193.56
<i>b</i>		11	3.3	2.3	2.9	2.7	2.1	3.0	3.0	2.6	2.2	2.6	2.8		2.68
<i>M</i>		7	0.6	0.5	0.7	1.1	2.0	1.6	0.9						1.05
<i>F</i>		7	1.0	0.8	0.4	7.4	4.6	2.9	0.7						2.53
umur max	tahun	5	0.6	0.5	1.1	0.9	1.7								0.96
Fekunditas	butir	8	9691.0	173335.0	1848.0	13506.0	8251.0	294500.0	1580.0	11947.0					64332.25
<i>L_m</i>	mm	12	161.0	170.0	150.0	168.3	155.0	179,4	192,4	163.0	155.0	116.0	133.0	144.0	151.53
pertumbuhan intrinsik	kg/tahun	3	2.3	3.0	10.5										5.25
rekrutmen	%	4	29.2	16.8	18.5	14.4									19.71
F/M		7	1.7	1.6	0.5	6.4	2.3	1.8	0.8						2.18

HASIL

Parameter Productivitas Ikan Tembang

Evaluasi atribut produktivitas dari ikan tembang meliputi evaluasi parameter rata-rata sebaran frekuensi panjang (SFP), panjang maksimum, koefisien pertumbuhan, *t₀*, panjang tak hingga, koefisien panjang berat, mortalitas, *fishing* teknologi, umur maksimum, fekunditas, panjang matang gonad, pertumbuhan intrinsik vulnerability (Cheung 2008), *persen recruitment*, rasio F/M. Kerentanan ekologi dan biologi dapat direduksi dengan pembatasan alat penangkapan, hasil tangkap dan peningkatan efektivitas pengelolaan Schulte *et al.* (2015). Evaluasi dari 11 data riset terkait ikan tembang disajikan pada Tabel 3.

Nilai dari setiap parameter tersebut, kemudian dianalisis nilai tengah dan *confidence interval*. Dalam upaya melakukan evaluasi, maka indikator nilai minimum, maksimum, dan nilai tengah penting untuk ditampilkan sebagai dasar perhitungan. Hasil perhitungan nilai setiap para-

meter tersebut disajikan pada Tabel 4.

Nilai Indikator Ikan Kurisi

Pengelompokkan data ikan kurisi dilakukan setelah melakukan pengkajian dari data ikan kurisi yang diperoleh dari Labuan dan Karangantu. Ikan demersal memiliki keunikan sebagai biota yang tidak melakukan migrasi dalam jarak yang jauh. Ikan ini umum tergolong kelompok ikan demersal kecil memiliki habitat pada karang. Namun demikian risiko dari tingginya permintaan akan berdampak pada peningkatan produksi dan penggunaan alat tangkap yang berada. Hasil dari evaluasi data terhadap nilai atribut produktivitas kelompok ikan yang diperlukan disajikan pada Tabel 5.

Parameter produktivitas ikan kurisi yang dianalisis sebanyak 11 parameter, dengan jumlah data yang tersedia antara 3-17 data. Semua data ditentukan nilai minimum, nilai maksimum, nilai tengah dan *confidence interval*nya. Data tersebut disajikan pada Tabel 6.

Tabel 3 Data setiap parameter yang dianalisis ikan tembang

Parameter	Satuan	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rataan
SFP	Mm	6	156,12	141,38	128,16	144,56	150,19	167,78							147,19
Lmax	Mm	6	200	185	165	170	154	178							175,33
K	tahun	10	0,48	0,39	0,59	0,55	0,26	0,33	1,48	1,6	1,07	0,71			0,74
to		6	-0,203	-0,25	-0,32	-0,31	-0,38	-0,4							-0,310
L _∞	mm	8	189,07	191,65	183,22	190,45	181,94	170,23	204,3	237,6					193,55
b		11	3,34	2,28	2,92	2,66	2,09	2,99	2,97	2,55	2,22	2,63	2,75		2,67
M	/tahun	7	0,55	0,48	0,73	1,146	1,995	1,58	0,89						1,0
F	/tahun	7	0,96	0,79	0,36	7,376	4,634	2,86	0,7362						2,53
umur max	tahun	5	0,57	0,53	1,08	0,92	1,7								0,96
Fekunditas	butir	8	9691	173335	1848	13506	8251	294500	1580	11947					64332
Lm	mm	12	161	170	150	168,3	155	179,4	192,4	163	155	116	133	144	151,53
pertumbuhan intrinsik	kg/tahun	3	2,29	2,99	10,46										5,24
rekrutmen	%	4	29,19	16,83	18,46	14,36									19,71
F/M		7	1,74	1,64	0,49	6,43	2,32	1,81	0,82						2,18

Keterangan: SFP=sebaran frekuensi panjang; Lmax =panjang maksimum; k = koefisien pertumbuhan panjang; to=panjang waktu umur nol; L_∞=panjang tak hingga; b= koefisien pertumbuhan panjang bobot; M=mortalitas alami; F=mortalitas fishing; Lm=panjang saat matang gonad; F/M=rasio mortalitas fishing terhadap mortalitas alami; n= jumlah data yang dianalisis dengan nomor 1-12. Rataan= adalah rata-rata dari nilai setiap parameter.

Tabel 4 Range nilai produktivitas ikan tembang

Parameter	Satuan	Min	Max	Rataan
SFP	mm	128,2	162,78	147,2±12,1
Lmax	mm	154,0	200,00	175,3±16,12
K	tahun	0,3	1,60	0,7±0,48
To		-0,4	-0,20	-0,3±0,07
L _∞	mm	170,2	237,60	193,6±20,26
B		2,1	3,34	2,7±0,38
M		0,5	2,00	1,1±0,56
F		0,4	7,38	2,5±2,63
umur max	tahun	0,5	1,70	1,0±0,47 ¹⁾
Fekunditas	butir	1580,0	294500,00	64332,3±109648,28
Lm	mm	116,0	170,00	1515±16,77
Pertumbuhan intrinsik	kg/tahun	2,3	10,46	5,2±4,53 ¹⁾
rekrutmen	%	14,4	29,19	19,7±6,54
F/M		0,5	6,44	2,2±1,96

Keterangan : SFP = selang frekuensi panjang; L_∞ = panjang infinity ; to = umur ikan pada waktu panjang nol; F = mortalitas penangkapan ; M = mortalitas alami; K = koefisien pertumbuhan ; CL = confidence limit (pada SK 95%). ¹⁾= www. Fishbase.

Tabel 5 Data setiap parameter yang dianalisis

Parameter	SFP	Lmax	K	to	L _∞ (mm)	b	M	F	Fekunditas	Lm	F/M
Satuan	mm	mm	Per tahun	mm	Per tahun		Per tahun	Per tahun	butir	mm	%
n	17	17	10	8	8	6	8	8	4	3	8
1	141,3	172,2	0,1	-0,7	224,9	2,2	0,2	0,3	25,1	213,0	1,1
2	132,9	139,5	0,2	-0,5	211,9	2,3	0,3	0,3	170,9	233,0	1,0
3	158,2	164,0	0,5	-1,9	217,5	1,8	0,5	0,7	1139,0	170,0	1,3
4	152,4	168,6	0,3	-1,1	282,1	1,8	0,2	1,1	63727,0		4,4
5	160,0	235,9	0,4	-0,2	334,3	2,8	0,3	0,7			2,2
6	124,4	151,3	0,2	-0,5	493,4	2,9	0,4	2,0			4,6
7	159,0	129,4	0,2	-2,5	323,0		0,9	1,7			1,9
8	138,7	182,0	0,3	-1,7	319,8		0,7	0,6			0,8
9	149,9	181,3	0,8								
10	182,1	237,1	0,6								
11	131,3	279,5									
12	133,0	221,8									
13	148,2	287,5									
14	215,5	322,5									
15	1539	152,5									
16	165,7	173,4									
17	105,7	205,9									
Rataan	175,19	243,00	0,36	-1,14	300,86	2,29	0,45	0,90	16265,49	205,33	2,16

Keterangan: SFP=Standar frekuensi panjang; Lmax =panjang maksimum; k = koefisien pertumbuhan panjang; t_0 =panjang waktu umur nol; L_∞ =panjang tak hingga; b= koefisien pertumbuhan panjang bobot; M=mortalitas alami; F=mortalitas fishing; L_m =panjang maksimum; F/M=rasio mortalitas fishing terhadap mortalitas alami.

Tabel 6 Range nilai produktivitas ikan kurisi

Kriteria	Satuan	Min	Max	Rataan
SFP	mm	105,7	215,49	150,12±24,48
Lmax	mm	129,4	322,50	200,26±55,84
K	tahun	0,1	0,77	0,36±0,21
t_0		-2,5	-0,22	-1,14±0,81
L_∞	mm	211,9	493,36	300,86±92,59
b		1,8	2,88	2,29±0,45
M		0,2	0,89	0,45±0,23
F		0,3	1,99	0,90±0,63
Fekunditas	butir	25,1	63727,00	16265,49±31644,8
L_m	mm	170,0	233,00	205,33±32,19 ²⁾
F/M		0,8	4,64	2,16±1,52

Keterangan; SFP = selang frekuensi panjang; L_∞ = panjang infinity; t_0 = umur ikan pada waktu panjang nol; F = mortalitas penangkapan; M = mortalitas alami; K = koefisien pertumbuhan; CL = confidences limit (SK 95%); 2 = Brojo, 2002.

PEMBAHASAN

Evaluasi Ikan Tembang

Sardinella sp. dijadikan sebagai salah satu spesies kajian karena dominan (Hofstede and Collas 2006), dikonsumsi dan juga mudah dimonitor (Khlebovich 1997) aspek biologinya. Ikan kecil dan berinteraksi dengan habitat pesisir, biasanya mudah mengalami kerentanan (Franca et al. 2012). Hasil monitor parameter biologi ikan tembang yang lebih tinggi dari standar nilai NOAA yaitu parameter pertumbuhan intrinsik, laju pertumbuhan populasi, mortalitas alami. Sedangkan parameter umur maksimum, ukuran maksimum, *recruitment*, umur matang gonad dan *mean tropic level* lebih rendah nilainya. Batasan skor parameter biologi ikan tembang setelah evaluasi sehingga diperoleh nilai batasan yang baru dari yang ditetapkan oleh NOAA adalah seperti Tabel 7. Analisis indikator berbasis ukuran erat kaitannya dengan kerentanan (Probst et al. 2013). Parameter laju tumbuh ikan *Sardinella fimbriata* tinggi, namun masih lebih rendah dari jenis *Sardinella madarensis* mencapai 0,48-1,26/tahun (Gabchea and Hockey 1995) atau *S aurita* ($k=1,2/year$) di barat Afrika (Fur dan Simon 2009). Pertumbuhan yang cepat karena habitat yang sesuai (Brehmer et al. 2013) mempercepat pertambahan panjang. Panjang *S. fimbriata* lebih merata dengan panjang maksimum mencapai 18 cm yang lebih rendah dari panjang maksimum jenis *S. aurita* dari pantai Senegal dengan rata-rata 30,6 cm (Diop et al. 2016) dan

S. madarensis ((Gabche and Hockey 1995). Jenis *S. madarensis* mampu mencapai panjang *infinite* 27,25 cm/tahun (Gabche and Hockey 1995). Fur dan Simon (2009), mendapatkan panjang infinity *S aurita* L_∞ adalah 30,63 cm yang lebih tinggi dari *S fimbriata* yang hanya 20 cm. Umur saat panjang nol dari *S aurita* yaitu (-0,062) yang lebih rendah dari *S fimbriata* di Labuan.

S fimbriata lebih awal mencapai matang gonad (L_m 14,6-15,6 cm), dibandingkan *S madarensis* yang matang gonad mencapai 19,1 cm jantan dan 17,43 untuk betina (Gabche and Hockey 1995). *S aurita* di pantai barat Afrika pertama kali matang pada ukuran 21 cm, dan mengalami 4 masa reproduksi 4 kali setahun. Tingkat fekunditas *S fimbriata* maksimum 102.320 butir lebih tinggi dari *S aurita* yang mencapai 45.197 Fur dan Simon (2009). Selanjutnya proses pemijahan *S aurita* mulai awal *summer* di Mediteranea (Somarakis et al. 2002). Proses reproduksi *S aurita* dan *S maderensis* di pantai Maroko biasanya terjadi saat *autum* ke *winter* atau saat bulan Juli dari Juni (Ettahiri et al. 2003). Keberhasilan pemijahan dengan kombinasi *temperature* mempercepat proses kerentanan (Sirot et al. 2015).

Keberhasilan dan perkembangan telur dan larva Brazilian sardine dipengaruhi oleh kuat *tempreature* (Moraes et al. 2012). Aktivitas angin, pencampuran air dan kondisi air yang relatif homogen secara vertikal juga memberikan pengaruh terhadap kesuksesan

pemijahan dan rekrutmen (Palomera *et al.* 2007 dan chlorophyll-a (Sartimbul *et al.* 2010) serta ketersediaan makanan (Pitchaikani and Lipton 2015).

Tingkat survival dan rekrutmen dari *Sardinella brasiliensis* berkisar antara 14-70% dalam setahun (Dias *et al.* 2014) yang lebih tinggi dari *S. fimbriata* di Labuan. Artinya *S. fimbriata* tingkat survival nya rendah dan tidak mampu bertahan dan tumbuh menjadi individu dewasa. Populasi *S. fimbriata* memerlukan kondisi oceanography yang baik (Zeeberg *et al.* 2008). Keberhasilan *recruitment* ditentukan oleh jumlah telur yang besar, dan tingkat kelangsungan hidupnya, yang juga tergantung pada kondisi *oceanography*, *adaptive capacity* (Jacinto *et al.* 2015) serta lamanya transport larva (Sabates *et al.* 2013). Perubahan musim penangkapan sepuluh tahun terakhir yang makin efisien harusnya dapat meningkatkan rekrutmen (Braham *et al.* 2014).

Survival yang rendah dapat terjadi karena mortalitas dan penangkapan yang tinggi. Mortalitas alami *S. fimbriata* mencapai 0,85/thn dan mortalitas penangkapan 3,5/thn. Mortalitas ini tergolong tinggi jika dibandingkan dengan *S. madarensis* yang 0,74/thn dan mortalitas fishing 0,1/thn (Gabche and Hockey 1995) dan hampir sama dengan mortalitas *S. aurita* antara 0,4-0,9/thn (Fur and Simon 2009). Mortalitas alami jenis *S. albella* dapat meningkatkan karena parasit (Printrakoon and Purivirojkul 2011). Mortalitas penangkapan *S. aurita* yang tinggi akan meningkatkan laju pertumbuhan produksi (*intrinsic growth*). Laju dari nilai pertumbuhan intrinsik terjadi karena produksi yang cenderung tinggi dengan peningkatan upaya (Wang *et al.* 2014) dan alat tangkap yang bersifat menangkap multi spesies (Stelzenmuller *et al.* 2010).

Pertumbuhan *S. fimbriata* yang tergolong cepat juga karena pengaruh dari faktor lingkungan dan makanan. Pertumbuhan dan distribusi larva *S. aurita* sangat terkait dengan distribusi dan komposisi plankton di NW Mediteranean (Morote *et al.* 2008). Perubahan ukuran juga mempengaruhi perubahan struktur makanan. *S. aurita* yang berukuran besar dari 17,28 cm memakan makanan yang lebih besar dan berada pada *tropic level* lebih atas (Campo *et al.* 2006). Dalam hubungan dengan *tropic level*, hubungan makan dan dimakan (*predator-prey*) juga mempengaruhi kerentanan selain kelompok spesies, *geography (landscape)* (Alessa *et al.* 2008), tipe ekosistem (Chessman 2013) termasuk habitat (Cinner *et al.* 2012).

Evaluasi Ikan Kurisi

Parameter produktivitas ikan kurisi yang memiliki nilai lebih rendah dari nilai yang ditetapkan NOAA adalah umur maksimum, ukuran maksimum, rekrutmen, umur matang gonad dan *mean tropic level*. Parameter pertumbuhan *intrinsic*, laju pertumbuhan populasi, dan mortalitas alami lebih besar dari nilai yang ditetapkan NOAA. Penggunaan parameter *life history* di Mediteranean juga telah berkembang sejak lama (Osie *et al.* 2015). Hasil penetapan skor dari nilai tersebut disajikan pada Tabel 8.

Ikan kurisi merupakan ikan demersal yang dapat ditemukan dari kedalaman 10 m sampai 115 meter (Garces *et al.* 2006). Kelompok ikan Nemipteridae, termasuk ikan yang berkualitas baik dan banyak dimanfaatkan sebagai produk olahan (Oujifard *et al.* 2012). Akibatnya ikan ini menjadi salah satu target utama penangkapan (Tobin *et al.* 2013). Laju tangkapan ikan kurisi (*Nemipterus japonicus*) di NW Red Sea lebih tinggi siang hari daripada malam hari (Yousif 2003). Ukuran ikan yang tertangkap dengan panjang total 12 cm siang, dan 22 cm malam hari dengan rata-rata $15,4 \pm 2,387$ cm siang dan $16,0 \pm 2,949$ cm. Secara umum ikan *Nemipterus* sp yang kecil lebih aktif siang hari dan ukuran besar lebih dominan aktif siang hari.

Kelompok Nemipteridae di Western Australia tertangkap dengan ukuran 5-20 cm (Wakefield *et al.* 2007) dan panjang kelompok dominan tertangkap di NE Mediteranean yaitu 8,5, 14 dan 20 cm (Özbilgin *et al.* 2015). Ukuran ini hampir sama dengan tangkapan *Nemipterus* sp. di Labuan dengan rata-rata 15,8 cm dengan panjang maksimum 20 cm. Panjang total ikan *N. japonicus* di Red Sea antara 9,9-23,2 cm ElHaweet (2013)

Laju pertumbuhan ikan kurisi di Labuan antara 0,2-0,4 tergolong cepat dibandingkan *N. japonicus* dari Red Sea yang mencapai ($k=0,18$) ElHaweet (2013) koefisien panjang berat antara 2,1 sampai 2,7 yang menunjukkan ikan relatif kurus juga rendah dari *Nemipterus japonicus* di Red Sea dengan koefisien hubungan panjang berat 3,206 ElHaweet (2013). Termasuk ikan yang lambat tumbuh dengan panjang awal waktu umur nol tahun sebesar (-0,55) ElHaweet (2013). Ikan yang lambat tumbuh dan ukuran kecil sangat rentan terhadap penangkapan (Fromentin and Fonteneau 2001).

Ikan kurisi mulai matang gonad pada ukuran 18 cm, dan maksimal pada ukuran 22,3

cm. Sebagai kelompok ikan demersal *N japonicas*, dominan didaerah pesisir yang erat kaitannya dengan produktivitas biologi (Seixas *et al.* 2015). Mulai banyak tertangkap selama Januari sampai April dan juga Oktober sampai Desember (MPEDA 1994) in Jeevanandam *et al.* (2001). Biasanya nelayan mulai mengarahkan penangkapan pada kelompok ikan ini yang menyebabkan *mortalitas fishing* meningkat.

Mortalitas penangkapan ikan kurisi di Labuhan antara 0,6-1,2/tahun tergolong tinggi, sementara mortalitas alami hanya 0,5/tahun. Jika dibandingkan dengan mortalitas alami *Nemipterus sp* dari Western Australia sebesar ($M = 2,58$ /tahun) (Wakefield *et al.* 2007), maka sesungguhnya ikan di Labuan lebih mampu *survive* dengan baik. Tingkat mortalitas dan reproduksi lebih signifikan dipengaruhi oleh panjang ikan dari ukuran (Catalano and Allen 2013).

Peningkatan produksi kurisi karena peningkatan permintaan dari jenis ini terutama di Thailand sampai tahun 2012 yang mencapai 100.000 MT per tahun untuk kebutuhan surimi (Wiryaphan 2015) dan gelatin (Koli *et al.* 2012). Rasio eksploitasi ikan *Nemipterus sp* di Thailand, Malaysia dan Philipina sejak tahun 1971 sampai tahun 1995 terus menunjukkan peningkatan bahkan lebih dari 90% yang tergolong *over* eksploitasi (Stobutzki *et al.* 2006). Namun efek ekonomi secara tidak langsung berdampak terhadap status stok (Agundez 2014).

Dari parameter produktivitas di atas, tingkat nilai dari parameter ikan tembang dan kurisi secara bersamaan berbeda. Ukuran maksimum ikan tembang dan kurisi jauh lebih rendah dari ikan pelagis besar yan ditetapkan NOAA dalam Patrick (2009). Begitu juga umur

maksimum dan panjang saat matang gonad. Untuk parameter laju tumbuh, mortalitas, *intrinsic growth* dan rekrutmen ikan pelagis dan demersal lebih tinggi dari batasan NOAA seperti tampilan gambar berikut.

Menurut Sadovy (2003) kelompok ikan kecil (pelagis dan demersal) termasuk yang rentan terhadap tekanan, dan mudah mengalami penurunan biomass dan kelimpahan (Fenner 2014). Ikan pelagis besar cenderung melakukan migrasi dengan cepat dalam rentang *ecology* yang luas dan cepat mendapatkan makanan "*food supply*" (Millner 2007), sehingga dapat tumbuh lebih lama.

Sebagai kelompok ikan yang secara morfologi, biologi berbeda dengan pelagis besar, evaluasi ini penting untuk menentukan batasan tingkat kerentanan yang lebih tepat. Dengan batasan yang ditetapkan oleh NOAA (2009) kelompok ikan kecil (pelagis dan demersal) tergolong tidak rentan, karena selalu berada pada selang indikator minimum. Padahal pada prakteknya sudah terjadi kondisi biologi dan teknologi *over fishing* dan penurunan ukuran produksi. Menurut Yonvitner *et al.* (2013) sebagian besar ikan kecil (pelagis dan demersal) terlihat tidak pernah dalam kondisi rentan dengan pendekatan NOAA. Selain itu juga diperlukan pengembangan dari indikator spesies seperti laju tangkap, proporsi hasil tangkapan, mortalitas alami, dan nilai maksimum tangkap lestari (Pitcher 2014). Pengelolaan perikanan harus hati-hati dalam menginterpretasikan perubahan nilai PSA ketika stok akan dievaluasi (Ormset and Spencer 2011). Pendugaan terhadap kerentanan diutamakan untuk mengembangkan aksi pengelolaan pada level spesies (Manauag *et al.* 2013) dan menjaga keseimbangan konservasi dan *explotasi* (Kalokoski *et al.* 2010) sehingga berkelanjutan.

Tabel 7 Hasil Evaluasi nilai parameter produktivitas ikan tembang tiap kategori

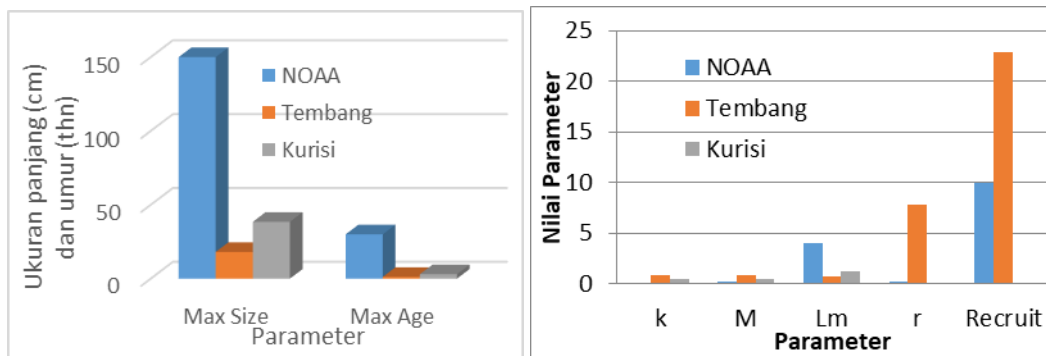
Atribute	Satuan	Rangking		
		Rendah (1)	Moderate (2)	Tinggi (3)
SFP	mm	142,35	142,35 < x < 152,05	152,05
L_{max}	mm ^{a)}	168,88	168,88 < x < 181,78	181,78
K	/tahun ^{b)}	0,60	0,60 < x < 0,89	0,89
t_0		-0,34	-0,34 < x < -0,28	-0,28
L_{∞}	mm	186,54	186,54 < x < 200,58	200,58
B		2,57	2,57 < x < 2,79	2,79
M	/tahun ^{b)}	1,26	0,85 < x < 1,26	0,85
F	/tahun ^{b)}	3,50	1,56 < x < 3,50	1,56
Umur max	tahun ^{a)}	0,75	0,75 < x < 1,17	1,17
Fekunditas	butir ^{a)}	26341,76	26341,76 < x < 102322,74	102322,74
Lm	mm	146,78	146,78 < x < 156,28	156,28
Pertumbuhan intrinsic (r)	kg/tahun ^{b)}	2,69	2,69 < x < 7,81	7,81
Rekrutmen	%	16,51	16,51 < x < 22,91	22,91
F/M		2,91	1,46 < x < 2,91	1,45

Ket: ^{a)} berwarna hijau lebih rendah dari batasan nilai NOAA; ^{b)} Berwarna merah yang berarti lebih tinggi dari batasan nilai NOAA.

Tabel 8 Hasil Evaluasi nilai parameter produktivitas ikan kurisi tiap kategori

Kriteria	Satuan	Rangking		
		Rendah (1)	Moderate (2)	Tinggi (3)
SFP	Mm	166,87	166,87 < x < 183,51	183,51
L_{max}	mm ^{a)}	100,57	100,57 < x < 385,45	385,43
K	Tahun ^{b)}	0,30	0,30 < x < 0,42	0,42
t_0	Mm	-1,42	-1,42 < x < -0,86	-0,86
L_{∞}	Mm	268,77	268,77 < x < 332,94	332,94
b		2,11	2,11 < x < 2,47	2,47
M	/tahun ^{b)}	0,37	0,37 < x < 0,53	0,53
F	/tahun ^{b)}	0,68	0,68 < x < 1,12	1,12
Fekunditas	Butir ^{a)}	75979	759,79 < x < 31771,19	31771,19
L_{mature}	Mm ^{a)}	187,12	187,12 < x < 223,55	223,55
F/M		1,63	1,63 < x < 2,69	2,69

Ket: ^{a)} berwarna hijau lebih rendah dari batasan nilai NOAA; ^{b)} Berwarna merah yang berarti lebih tinggi dari batasan nilai NOAA.



Gambar 1 Perbandingan atribut produktivitas pelagis besar (NOAA dalam Patrick, 2009) dengan produktivitas pelagis kecil (penelitian ini)

KESIMPULAN

Parameter yang diperbandingkan antara pelagis besar dan pelagis kecil yaitu ikan tembang setidaknya terdapat 6 parameter yang tidak sesuai, dan ikan demersal yaitu ikan kurisi sebanyak 5 parameter yang tidak sesuai dengan batasan NOAA dan akan selalu berada di kisaran nilai tidak berisiko.

Evaluasi beberapa parameter produktivitas ikan pelagis kecil menunjukkan nilai batasan yang lebih sempit dibandingkan dengan ikan pelagis besar, sehingga diperoleh batasan nilai kisaran yang juga sempit. Kondisi ini juga menjadi petunjuk bahwa kondisi ikan pelagis kecil dan demersal kecil berpeluang dan rentan terhadap penangkapan.

Penggunaan statistik setidaknya membantu memberikan opsi nilai batasan yang lebih tepat dari data data yang tersedia untuk kelompok ikan pelagis dan demersal.

SARAN

Dengan memperhatikan syarat minimum evaluasi nilai rata-rata dan nilai tengah akan lebih baik jika jumlah data setiap parameter jumlahnya sama. Kondisi ini tentu dapat ditutupi dengan penelitian yang sama dalam rentang waktu yang lebih panjang. Kemudian basis data yang digunakan adalah data spesies, maka sebaiknya penggunaan bagi spesies yang baik dari genus, family atau karakter yang sama sehingga lebih adaptif jika diaplikasikan dalam kelompok yang lebih umum seperti dalam satuan genus atau family.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada tim WWF-Indonesia yang telah memberikan kepercayaan untuk melakukan penelitian ini pada kelompok pelagis besar, sehingga dapat memahami adanya perbedaan dengan ikan pelagis kecil. Selanjutnya kepada Dr Isdradjad Setyobudiandi, Dr Achmad Fachrudin, Dr Ridwan Affandi, Dr Etty Riani, dan pihak lainnya. Selanjutnya juga menyam-

paikan terima kasih kepada tim riset Labuan dan Karangantu Simarmata, Megawati, Sari AP, Conny PL, Syakila, Shelvinawati, Purnamawati, Wagiantoro, Cresidanto, Oktaviani, Rahayu ES dan Gumilar atas kerjasamanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agundez JAP, E Yimam, P Raux, HR Vallete, S Girard. 2014. Modelling Economic Vulnerability. As Applied to Microbiological Contaminant on the Thau Lagoon Shellfish Farming Industri. *Marine Policy Journal, Elsevier*. 46: 143–151.
- Brojo M, Sari RP. 2002. Biologi Reproduksi Ikan Kurisi (*Nemipterus tambuloides* Blkr. yang Didaratkan di Tempat Pelelangan Ikan Labuan, Pandeglang. *Jurnal iktiologi Indonesia*. 2(1): 17-21.
- Braham CB, P Fréon, A Laurec, H Demarcq, N Bez. 2014. New insights in the Spatial Dynamics of *Sardinella* Stocks Off Mauritania (North-West Africa) Based on Logbook Data Analysis. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 154(2014): 195–204.
- Brehmer T, T Laugier, J Kantoussan, F Galgani, D. Mouillot. 2013. Does Coastal Lagoon Habitat Quality Affect fish Growth Rate and Their Recruitment? Insights from Fishing and Acoustic Surveys. *Estuarine, Coastal and Shelf Science Journal, Elsevier*. 126(2013): 1-6.
- Catalano MJ, and MS Allen. 2013. A Size and Age-Structured Model to Estimate fish Recruitment, Growth, Mortality, and Gear Selectivity. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 105(2013): 38–45.
- Campo D, E Mostarda, L Castriota, MP Scarabello, F Andaloro. 2006. Feeding Habits of the Atlantic Bonito, *Sarda sarda* (Bloch, 1793) in the Southern Tyrrhenian Sea. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 81(2006): 169–175.
- Cheung WWL, TJ Pitcher, D Pauly. 2005. A Fuzzy Logic Expert System to Estimate Intrinsic Extinction Vulnerability of Marine Fishes to Fishing. *Biological Conservation Journal, Elsevier*. 124(2005): 97-111.
- Cheung WWL, TJ Pitcher. 2008. Evaluating the Status of Exploited Taxa in the Northern South Chian Sea Using Intrinsic Vulnerability and Spatial Explicit Catch Per Unit Effort Data. *Fisheries Research, Elsevier*. 92(2008): 28-40.
- Chessman BC. 2013. Identifying Species at Risk from Climate Change: Traits Predict the Drought Vulnerability of Freshwater Fishes. *Biological Conservation Journal, Elsevier*. 160(2013): 40-49.
- Cinner JF, TR Mc Clanahan, NAJ Graham, TM Daw, J Maina, SM Stead. A Wamukota, K Brown, O Bodin. 2012. Vulnerability of Coastal Community to Key Impact of Climate Change on Coral Reef Fisheries. *Global Environmental Change Journal, Elsevier*. 22(2013): 12-20.
- Diop M, M Howsam, C Diopb, F Cazier, JF Goossens, A Diouf, R Amaraa. 2016. Spatial and Seasonal Variations of Trace Elements Concentrations in Liver and Muscle of Round Sardinelle (*Sardinella aurita*) and Senegalese Sole (*Solea senegalensis*) Along the Senegalese Coast. *Chemosphere Journal, Elsevier*. 144(2016): 758–766.
- Dias DF, LP Pezzi, DFM Gherardi, R Camargo. 2014. Modeling the Spawning Strategies and Larval Survival of the Brazilian Sardine (*Sardinella brasiliensis*). *Progress in Oceanography Journal, Elsevier*. 123(2014): 38–53.
- EIHaweet, AEA, 2013. Biological Studies of the Invasive Species *Nemipterus japonicus* (Bloch, 1791) as a Red Sea Immigrant into the Mediterranean. *Egyptian Journal of Aquatic Research, Elsevier*. (2013)39: 267–274.
- Ettahiri O, Am Berraho, G Vidy, M Ramdani, T Dochi. 2003. Observation on the Spawning of *Sardina* and *Sardinella* off the South Moroccan Atlantic Coast (21–26°N). *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 60(2003): 207–222.
- Fenner D. 2014. Fishing Down the Largest Coral Reef fish Species. *Marine Pollution Bulletin Journal, Elsevier*. 84(2014): 9–16.
- Franca S, RP Va Vasconcelos, PR Santos, VF Fonseca, MJ Costa, HN Cabral. 2012. Vulnerability of Portuguese Estuary Habitat, to Human Impact and Relationship with Strucutural and Fungsional. Properties of the Fish Community. *Ecological Indicator Journal, Elsevier*. 18(2012): 11-19.
- Fur JL, P Simon. 2009. A New Hypothesis Concerning the Nature of Small Pelagic fish Clusters an Individual-Based

- Modelling Study of *Sardinella aurita* Dynamics Off West Africa. *Ecological Modelling Journal, Elsevier*. 220(2009): 1291–1304.
- Gabchea CE, Hockey UP. 1995. Growth, Mortality and Reproduction of *Sardinella maderensis* (Lowe, 1841). In the Artisanal Fisheries Off Kribi, Cameroon. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 24(1995): 331-344.
- Gerasmio IRP, AB Agmata, MD Santos. 2015. Genetic Diversity, Population Genetic Structure, and Demographic History of *Auxis thazard* (Perciformes), *Selar crumenophthalmus* (Perciformes), *Rastrelliger kanagurta* (Perciformes) and *Sardinella lemuru* (Clupeiformes) in Sulu-Celebes Sea Inferred by Mitochondrial DNA Sequences. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 162(2015): 64–74.
- Gilman E, M Owens, T Kafft. 2014. Ecological Risk Assesent of the Marshall Island Longline Tuna Fishery. *Marin Policy Journal, Elsevier*. 44(2014): 239-255.
- Garces LR, I Stobutzki, M Alias, W Campos, N Koongchai, L-Alino, G Mustafa, S Nurhakim, M Srinath, G Silvestre. 2006. Spatial Structure of Demersal fish Assemblages in South and Southeast Asia and Implications for fisheries Management. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 78(2006): 143–157.
- Hofstede R, MD Collas. 2006. An Investigation of Seasonal and Annual Catches and Discards of the Dutch Pelagic Freezer-Trawlers in Mauritania, Northwest Africa. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 77(2006): 184–191.
- Jeevanandam K, A Kakatkar, SN Doke, DR Bongirwar, V Venugopal. 2001. Influence of Salting and Gamma Irradiation on the Shelf-Life Extension of Threadfin Bream in Ice. *Food Research International Journal, Elsevier*. 34(2001): 739–746.
- Jacinto MR, AJG Sangcuan, GV Yip, MD Santos. 2015. Development and Application of the Fisheries Vulnerability Assesement Tool (Fish Tool) to Tuna and Sardine Sector in the Philipines. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 161(2015): 174-181.
- Kalikoski DC, PQ Neto, T Almudi. 2010. Building Adaptive Capacity to Climate Variability: The Case of Artisanal Fisheries in the Estuary of the Patos Lagoon, Brazil. *Marine Policy Journal, Elsevier*. 34(2010): 742–751.
- Koli, JM, S Basu, BB. Nayak, SB. Patange, A U Pagarkar, V Gudipati. 2012. Functional Characteristics of Gelatin Extracted from Skin and Bone of Tiger-Toothed Croaker (*Otolithes ruber*) and Pink Perch (*Nemipterus japonicus*). *Food and Bioproducts Processing Journal, Elsevier*. 90(2012): 555–562.
- Khlebovich VV. 1997. Selection and Criteria for Biological Indicator Species for Arctic Monitoring. *Marine Pollution Bull, tm, Elsevier*. 35(7): 381-383.
- Luna HNM, PT-Boyer, MM Baez. 2014. Social Indicator of Vulnerability for Fishing Community in the Northern Gulf of California. Mexico. Implication for Climate Change. *Marine Policy Journal, Elsevier*. 45(2014): 192-193.
- Manauag SS, PM Alino, RTS Martinez, RN Mualil, MVA Doctor, EC Dizon, RC Geranimo, FM Pang, RB Cabral. 2013. A Framework for Vulnerability Assesement of Coastal Fisheries Ecosystem to Climate Change Tool for Understanding Resilience of Fisheries (VA-NRF). *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 147(2013): 381-393.
- Morote E, MP Olivar, F Villate, I Uriarte. 2008. Diet of Round *Sardinella aurita* Larvae in Relation to Plankton Availability in the NW Mediterranean. *Plankton Research Journal*. 309(7): 807–816.
- Moraes LES, DFM Gherardi, M Katsuragawa, ET Paes, 2012. Brazilian Sardine (*Sardinella brasiliensis* Steindachner, 1879) Spawning and Nursery Habitat: Spatial–Scale Partitioning and Multiscale Relationship with Thermohaline Descriptor. *ICES Journal of Marine Science*. 69(6): 939–952.
- Millner KA. 2007. Climate Variability and Tropical Tuna: Management Challenges for Highly Migratory Fish Stocks. *Marine Policy Journal, Elsevier*. 31(2007): 56–70.
- Navas JM, TC Telfen, LG Ross. 2011. Spatial Modelling of Environmental Vulnerability of Marine Finfish Aquaculture using GIS-Based Neuro Fuzzy Technique. *Marine pollution bulletin, Elsevier*. 62(2011): 1786-1799.

- Ormseth OA, PP Spencer. 2011. An Assessment of Vulnerability in Alaska groundfish. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 112(2011): 127-133.
- Osie GC, A Orio, CP Miller. 2015. Assessing the Vulnerability of the Mediterranean Demersal Stock and Predicting Exploitation Status of Unassessed Stock. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 405(2015): 7-12.
- Özbilgin H, AR Eryasar, G Gökc, e, Y D Özbilgin, AS Bozaoglu, E Kalecik, B Herrmann. 2015. Size Selectivity of Hand and Machine Woven Codends and Short Term Commercial Loss in the Northeastern Mediterranean. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 164(2015): 73-85.
- Oujifard A, S Benjakul, M Ahmad, J Seyfabadi. 2014. Effect of Bambara Groundnut Protein Isolate on Autolysis and Gel Properties of Surimi from Threadfin Bream (*Nemipterus bleekeri*). *LWT- Food Science and Technology Journal, Elsevier*. 47(2012): 261-266.
- Patrick WS, P Spencer, O Ormseth, J Cope, J Field, D Kobayashi, T Gedamke, E Cortes, K Bigelow, W Overholtz, J Link, and P Lawson. 2009. Use of Produktivity and Suceptability Indices to Determina Stock Vulnerability, with Example Application to six US Fisheries. NOAA, Technical Memorandum NMFS-F/SPO-1-1.
- Palomera I, MP Olivar, J. Salat, A. Sabate, M. Coll, A. Garci, B. Morales-Nin. 2007. Small Pelagic Fish in the NW Mediterranean Sea: An Ecological Review. *Progress in Oceanography Journal, Elsevier*. 74(2007): 377-396.
- Pitchaikani SJ and AP Lipton. 2015. Seasonal Variation of Zooplankton and Pelagic Fish Catch in the fishing Grounds Off Tiruchendur Coast, Gulf of Mannar, India. *Ecohydrology & Hydrobiology Journal*. 15(2015): 89-100.
- Pitcher, CR. 2014. Quantitative Indicators of Environmental Sustainability Risk for a Tropical Shelf Trawl fishery. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 151(2014): 136-147.
- Printrakoon C, W Purivirojkul. 2011. Prevalence of *Nerocila Depressa* (Isopoda, Cymothoidae) on *Sardinella albella* from a Thai Estuary. *Journal of Sea Research, Elsevier*. 65(2011): 322-326.
- Probst NK, V Stellzenmuller, G Kraus. 2013. A Simulaton-Approach to Asses the Size Structure of Commerially Exploited Fish Population within the Europena Marine Strategy Frame Work Direction. *Ecological Indicator Journal, Elsevier*. 24(2013): 621-632.
- Sadovy, Y., Kulbicki, M., Labrosse, P., Letourneur, Y., Lokani, P., Donaldson, T.J., 2003. The Humphead Wrasse, *Cheilinus undulatus*: Synopsis of a Threatened and Poorly Known Giant Coral Reef fish. *Rev. Fish Biol. Fish, Elsevier*. 13(2003): 327-364.
- Sabatés A, J Salat, V Raya, M Emelianov. 2013. Role of Mesoscale Eddies in Shaping the Spatial Distribution of the Coexisting *Engraulis encrasicolus* and *Sardinella aurita* Larvae in the Northwestern Mediterranean. *Journal of Marine Systems, Elsevier*. 111-112(2013): 108-119.
- Sanchez FA, TMR Barreiro. 2014. Approaching a Functional Measure of Vulnerability in Marine Ecosystem. *Biological indicator, Elsevier*. 45(2014): 130-138.
- Sartimbul A, H Nakata, E Rohadi, B Yusuf, HP Kadarisman. 2010. Variations in Chlorophyll-a Concentration and the Impact on *Sardinella lemuru* Catches in Bali Strait, Indonesia. *Progress in Oceanography Journal, Elsevier*. 87(2010): 168-174.
- Schulte DF, P Gorris, W Baitoningsih, DS Adhuri, SCA Ferse. 2015. Coastal Livelihood Vulnerability to Marine Resources Degradation: A Review of the Indonesia National Coastal and Marine Policy Framework. *Marine Policy Journal, Elsevier*. 52(2015): 163-171.
- Seixas, TG, I Moreira, HA Kehrig. 2015. Mercury and Selenium in Seston, Marine Plankton and Fish (*Sardinella brasiliensis*) as a Tool for Understanding a Tropical Food Web. *Marine Pollution Bulletin*. 101(2015): 366-369.
- Sirot C, S Villegier, D Mouillot, AM Darnaude, JR Miranda, DF Hernandez, J Pantili. 2015. Combination of Biological Atribut Predict Temporal Dynamic of Fish Species in Respons to Environmental Change. *Ecological Indicator Journal, Elsevier*. 45(2015): 147-156.

- Somarakis S, P Drakopoulos, V Fillipou. 2002. Distribution and Abundance of Larva Fish in the Northern Aegean Sea-Eastern Mediterranean in Relation to Early Summer Oceanographic Condition. *Journal of Plankton Research*. 24(4): 339-357.
- Stobutzki IC, GT Silvestre, AA Talib, A Krongprom, M Supongpan, P Khemakorn, N Armada, LR Garces. 2006. Decline of Demersal Coastal fisheries Resources in Three Developing Asian Countries. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 78(2006): 130–142.
- Sumaila UR and L Huang. 2012. Managing Bluefin Tuna in the Mediterranean Sea. *Marine Policy*. 36(2012): 502-511.
- Tobin A, L Currey. C Simphe. 2013. Informing the Vulnerability of Species to Spawning Aggregation Fishing using Commercial Data Catch. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 14: 143-152.
- Yonvitner, CP Lestari, A Fachrudin. 2013. Vulnerability of Purple-Spotted Bigeye, *Priacanthus tayenus*; Japanese Threadfin Bream, *Nemipterus japonicus*, Goldband Goatfish, *Upeneus molucensis*; Fringscale Sardinella, *Sardinella fimbriata*, and Indian Mackerel, *Rastrellisumailager kanagurta* were Captured from Sunda Strait. *Jurnal Aqua Hayati (Jurnal Biosains Perairan, Perikanan dan Kelautan)*. 9(2): 167-176.
- Wang Y, J Hu, H Pan, S Li, P Failler. 2014. An Integrated Model for Marine Fishery Management in the Pearl River Estuary: Linking Socio-Economic Systems and Ecosystems. *Marine Policy Journal, Elsevier*. 64(2014): 135–147.
- Wakefield CB, MJ Moran, NE Tapp, G Jackson. 2007. Catchability and Selectivity of Juvenile Snapper (*Pagrus auratus*, Sparidae) and Western Butterfish (*Pentapodus vitta*, Nemipteridae) from Prawn Trawling in a Large Marine Embayment in Western Australia. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 85(2007): 37–48.
- Wiriayaphan C, H Xiao, EA Decker, J Yongsawatdigul. 2015. Chemical and Cellular Antioxidative Properties of Threadfin Bream (*Nemipterus* spp.) Surimi by Product Hydrolysates Fractionated by Ultrafiltration. *Food Chemistry Journal, Elsevier*. 167(2015): 7–15.
- Walpole, RE. 1992. *Pengantar statistik, edisi ke-3*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 515 hal.
- Yousif A. 2003. Diel Variability of Size and Catch Rate of Three fish Species and Three Penaeid Prawns in the NW Red Sea Trawl fishery. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 63(2003): 265–274.
- Zeeberg JJ, A Corten, P Tjoe-Awie, J Coca, B Hamady. 2008. Climate Modulates the Effects of *Sardinella aurita* Fisheries Off Northwest Africa. *Fisheries Research Journal, Elsevier*. 89(2008): 65–75.