

ANALISIS JEJARING DAN KONEKTIVITAS SISTEM SOSIAL–EKOLOGI PERIKANAN LOBSTER DI PESISIR KABUPATEN PANGANDARAN

Herry^{1*}, Luky Adrianto^{2,3}, Arif Satria⁴, Bambang Pramudya Noorachmat⁵

¹ Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan lingkungan, IPB University, Bogor 16680

² Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Bogor 16680

³ Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, IPB University, Bogor 16680

⁴ Departemen Sains Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, IPB University, Bogor 16680

⁵ Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknik dan Teknologi, IPB University, Bogor 16680

*Email: herryherry@apps.ipb.ac.id

ABSTRAK

Perairan Kabupaten Pangandaran salah satu wilayah potensial penyebaran lobster. Kegiatan penangkapan lobster yang berlebihan saat ini akan berdampak secara ekologi, sosial dan ekonomi, apabila tidak dikelola dengan baik. Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan analisis jejaring dan konektivitas *Social–Ecological Systems* (SES) perikanan lobster sehingga arah kebijakan pemanfaatan lobster dapat berkelanjutan. Analisis jejaring dan konektivitas dibentuk dengan berbagai pendekatan pengumpulan dan pengolahan data terutama melalui pendekatan *system scoping*, *diagnostic analysis*, dan *social - ecological network analysis*. Ada tiga tahapan dalam analisis jejaring dan konektivitas SES perikanan lobster yang dilakukan, yaitu memetakan domain, kemudian memetakan interaksi serta mengukur konektivitas. Pemetaan domain memberikan pemahaman komprehensif mengenai struktur, interaksi, dan keterkaitan antara komponen sosial dan komponen ekologi. Pemetaan interaksi menghasilkan jejaring tidak begitu padat dengan struktur jejaring yang menunjukkan pola acak. Variabel kunci yang paling mempengaruhi keberlanjutan sumber daya lobster adalah stok lobster, aktivitas penangkapan, kualitas air dan musim penangkapan yang merupakan inti dari jejaring. Berdasarkan *betweenness centrality* yang menjadi perantara utama dalam sebuah jejaring yaitu lobster dengan aktivitas penangkapannya, sedangkan pengepul besar yang merupakan aktor kunci.

Kata kunci: Jejaring, Konektivitas, Lobster, Pangandaran, SES

NETWORK ANALYSIS AND CONNECTIVITY OF SOCIAL-ECOLOGICAL SYSTEMS OF LOBSTER FISHERIES IN THE WATERS OF PANGANDARAN REGENCY

ABSTRACT

Pangandaran Regency waters are one of the potential areas for lobster distribution. Excessive lobster fishing activities will have ecological, social, and economic impacts if not managed properly. Based on these issues, a network and connectivity analysis of the Social-Ecological Systems (SES) of lobster fisheries is necessary to ensure sustainable lobster utilization policies. Network and connectivity analysis is carried out using various data collection and processing approaches, primarily through system scoping, diagnostic analysis, and social-ecological network analysis. There are three stages in the network and connectivity analysis of the SES of lobster fisheries: mapping the domain, then mapping the interactions, and measuring connectivity. Domain mapping provides a comprehensive understanding of the structure, interactions, and interrelationships between social and ecological components. Interaction mapping produces a network that is not very dense with a network structure that shows a random pattern. The key variables that most influence the sustainability of lobster resources are lobster stocks, fishing activities, water quality, and fishing seasons, which are the core of the network. Based on betweenness centrality, the main intermediary in a network is lobsters and their fishing activities, while large collectors are the key actors.

Keywords: Connectivity, Lobster, Networking, Pangandaran, SES

PERNYATAAN KUNCI

- Pengelolaan perikanan lobster di pesisir Kabupaten Pangandaran merupakan sistem yang sangat kompleks dan terdiri atas beberapa komponen sosial, ekologi dan ekonomi yang saling berinteraksi dan tidak dapat dipisahkan satu sama lain.
- Pendekatan sistem sosial–ekologi atau *Social-Ecological Systems* (SES) yang dipadukan dengan analisis jaringan menyediakan kerangka integratif untuk memahami keterkaitan proses sosial dan ekologi dalam pengelolaan lobster berkelanjutan.
- Variabel kunci yang paling mempengaruhi SES lobster pesisir Kabupaten Pangandaran adalah stok lobster, aktivitas penangkapan, kualitas air dan musim penangkapan yang merupakan inti dari jejaring.
- Penghubung utama dalam jejaring SES lobster di pesisir Kabupaten Pangandaran ialah lobster dan aktivitas penangkapan, sedangkan pengepul besar sebagai aktor kunci memiliki peran strategis menghubungkan aliran sumber daya dan interaksi antar komponen sistem.
- Studi ini menegaskan bahwa analisis jejaring sistem sosial-ekologi menjadi pendekatan penting dalam menjawab penurunan hasil tangkapan lobster di Kabupaten Pangandaran, karena pengelolaan yang berkelanjutan memerlukan integrasi antara proses sosial, ekologi, dan ekonomi.

REKOMENDASI KEBIJAKAN

Pengelolaan perikanan lobster di pesisir Kabupaten Pangandaran perlu diarahkan pada pendekatan terpadu berbasis sistem sosial-ekologi dengan memperkuat koordinasi antar aktor, pengendalian aktivitas penangkapan, perlindungan habitat, serta integrasi aspek sosial, ekonomi, dan ekologi dalam pengambilan keputusan. Mengingat kompleksitas interaksi antar komponen sistem, analisis jejaring perlu dijadikan dasar dalam menentukan titik intervensi prioritas agar strategi pengelolaan lebih adaptif, efektif, dan berkelanjutan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kajian SES yang memanfaatkan analisis jaringan dapat menemukan solusi dari suatu permasalahan penurunan produksi lobster dari tahun 2020 (17.644 kg) hingga 2023 (295 kg) di perairan Kabupaten Pangandaran. Pengelolaan lobster

perlu difokuskan pada beberapa hal, antara lain a) pengendalian stok lobster dan aktivitas penangkapan; b) melakukan pembatasan upaya tangkap berbasis musim; c) perlindungan habitat induk lobster; dan d) penguatan pengawasan terhadap intensitas penangkapan.

PENDAHULUAN

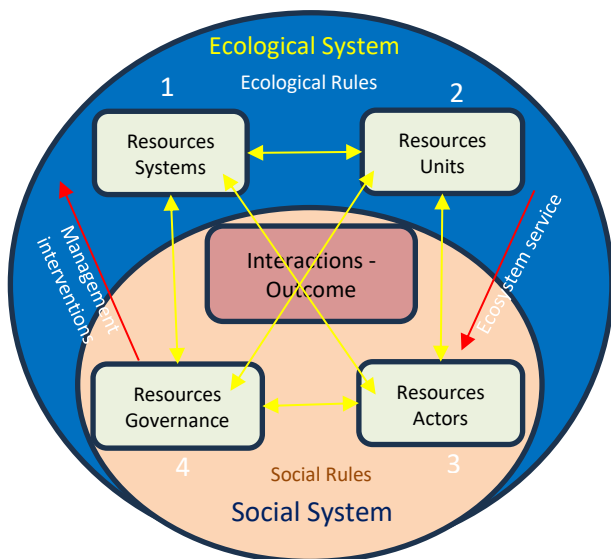
Pengelolaan perikanan lobster dihadapkan pada pengelolaan sebuah sistem yang kompleks (*complex system*) yang paling tidak harus mempertimbangkan dinamika dari 3 sistem yang tidak terpisahkan satu sama lain yaitu (1) sistem sumber daya perikanan dan ekosistemnya; (2) sistem pelaku pemanfaatan sumber daya perikanan dalam konteks kepentingan sosial ekonomi; dan (3) dimensi kebijakan dan manajemen perikanan itu sendiri. Pengelolaan sumber daya perairan konvensional, berdasarkan kebijakan khusus atau diarahkan ke sub-sektor atau spesies unggulan, sering gagal mencapai tujuan kebijakan (Long *et al.* 2015). Oleh karena itu, sistem sosial perikanan tidak dapat dilepaskan dari sistem ekologi perairan karena elemen sistem sosial tersebut bergantung dari dinamika sistem ekologi perairan (Adrianto 2023).

Mengintegrasikan proses lingkungan dan sosio-ekonomi (termasuk kelembagaan, etika dan budaya) dalam tata kelola lobster memerlukan kerangka konseptual tunggal (Christie 2011). Konsep sistem sosial-ekologis/*Social-Ecological Systems* (SES) dalam tata kelola lobster berkelanjutan dapat menyediakan kerangka tersebut.

SES merupakan konsep yang muncul untuk memahami sifat terjalin dari sistem manusia dan alam dengan cara baru, saling berhubungan dan saling bergantung. Konsep SES dikembangkan pada awal hingga pertengahan 1990-an melalui kolaborasi para sarjana yang bekerja di bidang interdisipliner ekonomi ekologis dan sistem sumber daya bersama (Biggs *et al.* 2021). Konsepsi SES dikembangkan untuk menyeimbangkan dominasi alam sebagai faktor yang mengatur interaksi manusia, dan dominasi manusia sebagai faktor pendorong dinamika ekosistem (Schoon dan van der Leeuw 2015). SES merupakan sistem terpadu yang kohesif yang dicirikan oleh hubungan dan umpan balik yang kuat di dalam dan di antara komponen sosial dan ekologi yang menentukan dinamika keseluruhan dalam sistem (Folke *et al.* 2010).

Kerangka kerja SES Ostrom merupakan kerangka kerja utama yang digunakan dalam studi *common-pool resource management*, kerangka kerja seperti ini dapat mengacu pada beragam perspektif dan komitmen teoretis, seringkali berasal dari berbagai disiplin ilmu yang berbeda (McGinnis 2011). Unit analisis utama dalam kerangka kerja Ostrom adalah situasi tindakan, yang merupakan konteks interaksi sosial, di mana pengguna sumber daya berinteraksi satu sama lain untuk menghasilkan suatu capaian (interaksi dan hasil) yang dimungkinkan dapat dibatasi oleh aturan, pengaturan ekologis, dan atribut komunitas (Biggs *et al.* 2021).

Adrianto (2023) menjelaskan tentang kerangka kerja SES yang disebut “*Russian doll framework*”, yang merupakan tipologi ketujuh dengan menegaskan integrasi sistem sosial ke dalam sistem ekologi sesuai dengan karakteristik sistem perikanan. *Russian doll framework* menggambarkan sistem sosial perikanan tidak dapat dilepaskan dari sistem ekologi perairan karena elemen sistem sosial tersebut bergantung dari dinamika sistem ekologi perairan. Tidak ada sumber daya ikan maka tidak ada nelayan. Sementara nelayan tidak mudah untuk melakukan transformasi ke non-perikanan. Gambar 1 berikut ini menyajikan kerangka kerja Russian-Doll untuk SES Perikanan yang mengaitkan 4R dalam SES yaitu *resources systems*, *resources units*, *resources actors* dan *resources governance* dalam konteks *ecological systems* dan *social systems* (Adrianto 2023).



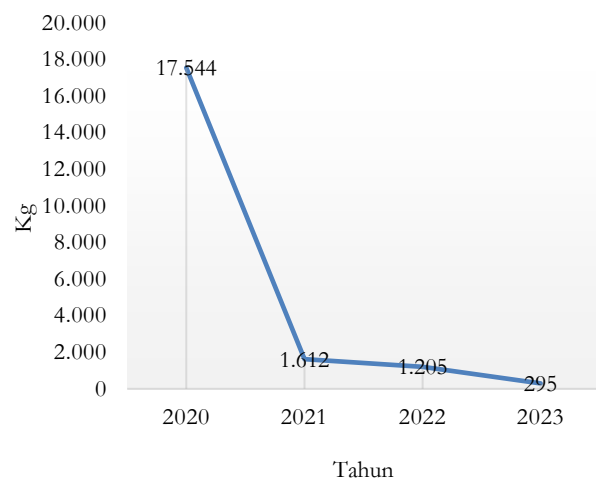
Gambar 1. *Russian-doll framework of SES*

SES menjadi kajian yang makin berkembang ketika adanya inisiatif global untuk menyelesaikan masalah pembangunan yang tidak adaptif dengan keberlanjutan sumber daya alam,

seperti halnya ‘*sustainable development of the Biosphere*’, *Sustainable Development Goals*, dan *Future Earth* (Herrero-Jáuregui *et al.* 2018). Penelitian SES dapat difokuskan pada isu-isu pembangunan keberlanjutan yang mendesak seperti perubahan iklim, hilangnya keanekaragaman hayati, mata pencaharian, kemiskinan, kebijakan, perubahan penggunaan lahan, air, dan keadilan sosial dan lingkungan (de Vos *et al.* 2019). Kajian SES yang memanfaatkan analisis jaringan juga memungkinkan untuk menemukan solusi atau transformasi dari suatu sistem (Horcea-Milcu *et al.* 2020).

SITUASI TERKINI

Wilayah perairan Kabupaten Pangandaran merupakan salah satu wilayah potensial dalam penyebaran lobster di perairan Pantai Selatan Jawa (Romdon *et al.* 2016). Potensi lobster yang cukup baik tidak menjamin produksinya selalu meningkat. Menurut data Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pangandaran dari tahun 2020 sampai tahun 2023, telah terjadinya penurunan produksi lobster di Pangandaran secara signifikan (Gambar 2).



Gambar 2. Data Tangkapan Lobster di Perairan Kabupaten Pangandaran

Pemanfaatan sumber daya perikanan lobster secara berlebihan, tanpa menerapkan prinsip perikanan berkelanjutan, akan mengakibatkan rusaknya habitat dan ekosistem sehingga mengancam keberadaan sumber daya lobster serta keberlangsungan hidup masyarakat nelayan. Pada saat ini sumber daya lobster masih banyak dilakukan penangkapan secara berlebihan di semua wilayah kabupaten Pangandaran, meskipun hal itu bertujuan untuk memberikan akses besar terhadap nelayan, namun dengan

jumlah nelayan yang signifikan akan menimbulkan degradasi ekosistem laut sehingga mengancam keberlangsungan hidup lobster dalam rantai makanan di dalam ekosistem.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada periode waktu Juli 2023 hingga Juni 2024. Lokasi penelitian berada kawasan perairan Kabupaten Pangandaran yang menjadi sentra perikanan laut sekaligus daerah penangkapan lobster. Ada tiga lokasi penelitian yang dikaji, yaitu Kecamatan Kalipucang, Kecamatan Pangandaran, dan Kecamatan Cimerak. Lokasi penelitian ditandai dengan lingkaran hitam – kuning (Gambar 3).



Gambar 3. Lokasi Penelitian

Tabel 1. Parameter, Teknik Pengumpulan, Metode Analisis, dan Sumber Data

No.	Parameter	Teknik Pengumpulan	Metode Analisis	Sumber Data
1.	Kebijakan kelautan dan perikanan nasional terkait sumberdaya perikanan lobster	Telaah dokumen	<i>Policy scoping</i> (Anderies dan Janssen 2013; Orach dan Schlüter 2016)	Data sekunder dari berbagai dokumen kebijakan nasional dan daerah terkait perikanan lobster.
2.	Kondisi perubahan sumberdaya perikanan lobster	Wawancara mendalam, <i>primary investigation</i>	<i>Oral history and semi-structured interviews</i> (Abu <i>et al.</i> 2020; Ritchie <i>et al.</i> 2013)	Data Primer hasil wawancara dengan informan .
3.	Perkembangan pengelolaan lobster	Telaah dokumen dalam pendekatan sejarah	<i>Thematic analysis</i> (Braun dan Clarke 2006)	Data sekunder dari berbagai dokumen kebijakan nasional dan daerah serta hasil survei dan pendataan berbasis waktu.
4.	Pengelompokkan SES lobster	Telaah dokumen, wawancara mendalam, dan sintesis SES	<i>Diagnostic analysis</i> (Ostrom 2007), <i>Key informant interviews</i> (Newing <i>et al.</i> 2010)	Data primer hasil pengelolaan SES. Data Primer hasil wawancara dengan informan kunci. Data sekunder dari berbagai dokumen kebijakan nasional dan daerah.
5.	Jejaring dan konektivitas SES lobster	Telaah dokumen dan sintesis SES	<i>Social-Ecological Network Analysis, R analysis</i> (Ostrom 2007; Butt 2020; Wang <i>et al.</i> 2020; Munawar 2021)	Data sekunder dari berbagai dokumen kebijakan nasional dan daerah serta hasil survei dan pendataan berbasis waktu. Data primer hasil pengelolaan SES.

Dinamika yang diamati dalam penelitian ini dipusatkan kepada upaya untuk menjawab interaksi sistem sosial-ekologi sehingga didapatkan “pola jejaring dan konektivitas” SES lobster berkelanjutan di perairan Kabupaten Pangandaran. “Pola jejaring dan konektivitas” dibentuk dengan berbagai pendekatan dalam kerangka SES yang memuat berbagai pendekatan pengumpulan dan analisis data. Adapun jenis dan sumber data analisis disajikan pada Tabel 1.

Ada tiga tahapan SES yang dilakukan, antara lain:

- 1) Memetakan domain SES lobster di perairan Kabupaten Pangandaran menghasilkan identifikasi dan pemetaan sistem sumber daya/*Resources Systems* (RS), unit sumber daya/*Resources Units* (RU), aktor sumber daya/*Resources Actors* (RA) dan tata kelola sumber daya/*Resources Governance* (RG).
- 2) Memetakan interaksi SES lobster di perairan Kabupaten Pangandaran menghasilkan jejaring sosial-ekologi perikanan lobster menggunakan aplikasi *Social-Ecological Network Analysis* (SENA).
- 3) Mengukur konektivitas SES lobster di perairan Kabupaten Pangandaran menghasilkan besaran (*magnitude*) jejaring sosial-ekologi SES lobster menggunakan aplikasi R.

**ANALISIS DAN ALTERNATIF SOLUSI/
PENANGANAN**

Memetakan Domain SES Lobster di Perairan Kabupaten Pangandaran Menghasilkan Identifikasi dan Pemetaan RS, RU, RA dan RG

a. Sistem sumber daya (*Resources System/RS*)

Secara umum, 6 dari 10 kecamatan dari wilayah Kabupaten Pangandaran memiliki pesisir laut (Gambar 3). Posisi paling timur terdapat Kecamatan Kalipucang yang berbatasan dengan Kabupaten Cilacap, dan posisi paling barat terdapat Kecamatan Cimerak yang berbatasan dengan Kabupaten Tasikmalaya serta di tengah Kecamatan Pangandaran.

Kecamatan Kalipucang dan Cimerak didominasi oleh perbukitan karst dengan tebing-tebing yang curam dan secara langsung menghadap ke laut lepas (Samudra Hindia). Sedangkan Kecamatan Pangandaran memiliki karakteristik pantai yang landai dan arusnya yang kuat. Selain itu, di Kecamatan Kalipucang, dan Cimerak terdapat ekosistem terumbu karang yang dikelola dengan baik oleh nelayan. Menurut Madduppa *et al.* (2016) menyatakan bahwa terumbu karang yang hidup pada kualitas lingkungan perairan yang baik akan lebih mudah dikelola. Keberadaan terumbu karang yang baik dapat meningkatkan kelangsungan hidup dan perkembangbiakan lobster.

Tipe terumbu karang yang terdapat di Kecamatan Kalipucang dan Cimerak adalah terumbu karang tepi (*fringing reef*). Keberadaan *fringing reef* ditandai dengan adanya karang yang tumbuh mulai dari tepian pantai membentuk paparan terumbu (*reef flat*). Paparan terumbu ini

menjadi salah satu habitat yang disukai oleh lobster untuk daerah *nursery*, *feeding*, dan *spawning ground*. Kondisi pesisir Kecamatan Kalipucang dan Pangandaran secara umum disajikan pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Karakteristik Pantai di Kecamatan Kalipucang



Gambar 5. Karakteristik Pantai di Kecamatan Pangandaran

Hasil analisa kualitas air di tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Kalipucang, Kecamatan Pangandaran, dan Kecamatan Cimerak dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kualitas Air di Tiga Kecamatan Kabupaten Pangandaran

Parameter	Standar Kualitas Air Lobster	Kec. Cimerak	Kec. Pangandaran	Kec. Kalipucang
Temperatur (°C)	25-32 (optimal 28-30)	31,1	28,3	29,8
pH	7,5-8,5	7,57	8,38	7,21
Amonia (mg/L)	<0,3	ttd	1,1	ttd
Nitrit (mg/L)	<5	ttd	ttd	0,147
Oksigen Terlarut (mg/L)	>4	7,3	9,3	9,7
Alkalinitas (mg/L)	5-100	109	107	95

Berdasarkan hasil kualitas air di Kecamatan Cimerak, Pangandaran dan Kalipucang menunjukkan bahwa hampir semua parameter standar kehidupan lobster dapat dipenuhi. Untuk Kecamatan Cimerak hanya parameter alkalinitas yang nilainya sedikit lebih tinggi. Sedangkan Kecamatan Pangandaran terdapat kandungan

nitrit yang cukup tinggi, hal ini mungkin disebabkan oleh adanya kontaminasi dari tambak udang vaname yang memang banyak terdapat di sekitar Kecamatan Pangandaran. Berdasarkan parameter pH, hanya Kecamatan Cimerak yang mendapatkan nilai sedikit lebih kecil dari persyaratan standar kualitas air untuk lobster. Hal

ini menunjukkan bahwa kualitas air di Kabupaten Pangandaran sangat cocok untuk kehidupan lobster.

b. Unit sumber daya (*Resources Unit/RU*)

Sumber daya lobster (*Panulirus spp.*) di perairan Kabupaten Pangandaran dikelompokkan sebagai unit sumber daya (RU). Berdasarkan data DKPKP Kabupaten Pangandaran hasil tangkapan lobster konsumsi dari tahun 2020 hingga 2023 mengalami penurunan yang disebabkan oleh penangkapan yang berlebihan dan tidak sesuai ukuran yang ditetapkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan. Aktivitas penangkapan lobster oleh nelayan di Kecamatan Kalipucang, Kecamatan Pangandaran, dan Kecamatan Cimerak dilakukan dengan menggunakan alat tangkap jaring pingkur dan jaring sirang (Gambar 6 dan 7).



Gambar 6. Alat Tangkap Lobster Jaring Pingkur di Kabupaten Pangandaran.
Sumber: Suhana (2015)



Gambar 7. Alat Tangkap Lobster Jaring Sirang di Kabupaten Pangandaran

Alat tangkap pingkur dioperasikan pada pantai yang landai atau pada tebing pantai yang curam dengan cara meletakkan di batu karang, biasanya nelayan menggunakan sarana pelampung ban mobil atau berjalan kaki untuk meletakkan jaring pingkur yang telah diberi umpan tersebut ke batu karang. Sedangkan, untuk jaring sirang di pasang di dekat karang pantai bertebing membutuhkan tali yang cukup panjang sebagai alat bantu untuk meletakkan jaring sirang di dalam air. Ada beberapa tahapan dalam pengoperasian jaring sirang, pertama yaitu tahap persiapan pengoperasian, pemasangan jaring sirang, perendaman selama 20-24 jam dan pengangkatan jaring sirang. Jaring sirang dipasang pada siang hari dan hasil tangkapan diangkat pada keesokan harinya. Selain itu, alat tangkap jaring sirang ini menghasilkan tangkapan sampingan (*by-catch*) yang meliputi rajungan, kepiting, ikan layur, ikan ekor kuning dan ikan kakap.

Armada yang dioperasikan untuk kegiatan penangkapan lobster yaitu perahu yang tergolong ke dalam jenis perahu motor tempel berbahan fiber dengan dimensi ukuran panjang perahu kurang dari 20-22 m dan lebar kurang dari 1,5 m dengan tonnage kurang dari 5 *gross tonnage* (GT) memiliki kekuatan mesin 15 hingga 30 PK dengan masa pakai mesin mulai dari 5 hingga 10 tahun dengan merek Yamaha atau Suzuki. Setiap perahu dioperasikan oleh dua hingga tiga orang.

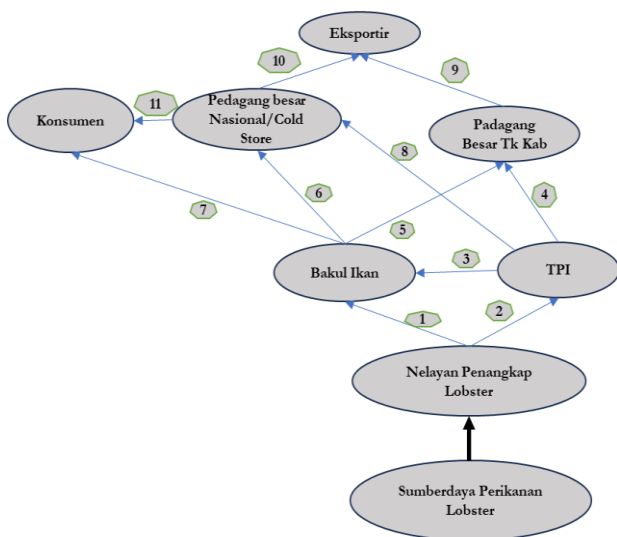
Berdasarkan informasi yang diperoleh dari nelayan dan pengepul, bahwa lobster yang tertangkap di pesisir Kabupaten Pangandaran selain diekspor, dijual juga kepada restoran atau wisatawan dalam kondisi hidup atau dibekukan. Lobster yang mati atau cacat di Kabupaten Pangandaran hanya dihargai setengah dari harga lobster hidup. Kisaran harga jual lobster yang diperjualbelikan oleh nelayan di pesisir Kabupaten Pangandaran cukup bervariasi, tergantung pada jenis dan ukurannya. Kisaran harga jenis lobster yang tertangkap di pesisir Kabupaten Pangandaran disajikan pada Tabel 3.

c. Pengguna sumber daya (*Resources Actor/RA*)

Kabupaten Pangandaran terdiri dari nelayan penangkap lobster, bakul/pengepul kecil, pengepul besar/pedagang besar tingkat kabupaten, tempat pelelangan ikan (TPI), pedagang besar nasional, eksportir, restoran, dan konsumen. Berikut pola perdagangan lobster yang ada di Kabupaten Pangandaran (Gambar 8).

Tabel 3. Kisaran Harga Lobster di Kabupaten Pangandaran

No.	Jenis Lobster	Ukuran (g)	Kisaran harga Jual (Rp)/kg
1	Lobster Mutiara (<i>P. ornatus</i>)	Super (>200)	410.000
		LS Besar (151–200)	340.000
		LS Kecil (101–150)	150.000
		LK (<100)	120.000
2	Lobster Pasir (<i>P. Homarus</i>)	Super (>200)	380.000
		LS Besar (151–200)	300.000
		LS Kecil (101–150)	150.000
		LK (<100)	120.000
3	Lobster Batik (<i>P. Longipes</i>)	Super (>200)	270.000
		LS Besar (151–200)	180.000
		LS Kecil (101–150)	130.000
		LK (<100)	100.000



Gambar 8. Pola Perdagangan Lobster di Kabupaten Pangandaran

Keterangan:

- 1) Lobster yang dijual nelayan ke bakul biasanya terkait utang/piutang atau pembiayaan ketika melaut. Lobster yang dijual nelayan ke bakul bisa juga terkait ukuran lobster yang tidak sesuai, biasanya di bawah 150 g (sesuai aturan KKP);
- 2) Lobster yang dijual oleh nelayan mandiri tidak terkait utang-piutang atau pembiayaan usaha. Lobster yang dijual sesuai ukuran yang diizinkan (Permen KKP);
- 3) Pihak bakul melakukan pembelian langsung ke TPI melalui lelang;
- 4) Pihak TPI menjual lobster ke pedagang besar tingkat kabupaten melalui lelang;
- 5) Pihak pedagang besar tingkat kabupaten dapat membeli lobster melalui bakul dengan kesepakatan harga;
- 6) Pihak bakul juga menjual lobster ke pedagang besar untuk ukuran di atas 150 g;
- 7) Pihak baku menjual lobster langsung ke konsumen/restoran biasanya untuk lobster berukuran di bawah 150 g;
- 8) Pihak Pedagang besar nasional melakukan pembelian ke TPI melalui lelang untuk lobster berukuran di atas 300 g;

- 9) Pihak pedagang besar Tk kabupaten melakukan pembelian ke TPI melalui lelang untuk lobster sedang dan besar di atas 150 g keatas;
- 10) Pedagang besar Tk kabupaten dan nasional menjual lobsternya ke eksportir;
- 11) Pedagang besar Tk kabupaten dan Nasional menjual lobsternya ke restoran/konsumen.

Masing-masing kecamatan yang menjadi lokasi pendaratan lobster, umumnya terdapat fasilitas TPI sebagai sarana pelelangan ikan (lobster). Menurut (Solihin *et al.* 2016), TPI merupakan lembaga pemasaran yang menjamin stabilitas harga, sehingga peran dan fungsinya harus dikuatkan dengan cara pemberian pelatihan terhadap staf pengelola TPI, dan penataan sistem yang berkeadilan dan berkelanjutan.

Terdapat dua tipe nelayan penangkap lobster di pesisir Kabupaten Pangandaran yaitu nelayan perahu dan nelayan ban (non perahu). Nelayan ban biasanya melakukan penangkapan dari atas tebing-tebing di sepanjang pesisir dan lebih banyak ditemukan di Kecamatan Kalipucang dan Kecamatan Cimerak.

Rata-rata nelayan lobster di pesisir Kabupaten Pangandaran mempunyai jumlah anggota keluarga dua sampai lima orang. Hal ini secara tidak langsung akan berpengaruh pada tingkat kesejahteraan nelayan tersebut, karena dengan banyaknya jumlah anggota keluarga maka pengeluaran kebutuhan hidup pun semakin bertambah. Selain itu, nelayan pesisir Kabupaten Pangandaran diketahui sudah memiliki cukup banyak pengalaman melaut (intensitas melaut tinggi) hingga mencapai 15-30 tahunan, sehingga nelayan dinilai memiliki keterampilan dan pengetahuan lokal yang baik dalam mendeteksi *fishing ground* berdasarkan tanda-tanda alam seperti pola cuaca, arus, pasang surut dan kondisi dasar

perairan. Hal ini tentunya lebih baik dari nelayan dengan pengalaman melaut yang lebih sedikit.

Usia menjadi salah satu faktor yang tidak kalah pentingnya selain pengalaman melaut dalam menekuni aktivitas penangkapan lobster. Kisaran umur nelayan lobster berada pada rentang usia 18 hingga 65 tahun. Umur nelayan dalam hal ini juga turut mempengaruhi pendapatan yang dihasilkan dari melaut. Nelayan pada usia yang lebih muda

relatif lebih dinamis dan gesit dalam menggunakan teknologi dibandingkan nelayan yang lebih tua. Oleh karenanya, guna menunjang keberhasilan usaha penangkapan lobster, diperlukan adanya dukungan baik sarana maupun prasarana dari RG yang dapat memfasilitasi RA dalam memenuhi tujuan dan kebutuhan. Adapun kebutuhan dari masing-masing pengguna sumber daya tersebut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengguna (Aktor) dan Kebutuhannya dalam Pengembangan Perikanan Lobster di Kabupaten Pangandaran

No.	Pengguna	Kebutuhan
1	Nelayan Lobster (n=120)	- Peningkatan kemampuan dan keterampilan penangkapan lobster - Peningkatan pendapatan dan kesejahteraan - Penyuluh perikanan
2	Pengepul lobster (n=5)	- Ketersediaan lobster dalam jumlah yang cukup - Kualitas lobster yang baik - Keuntungan usaha (<i>profit</i>)
3	Restoran (n=8)	- Ketersediaan lobster dengan kualitas yang baik - Lokasi usaha yang strategis - Keuntungan usaha (<i>profit</i>) - Peningkatan sarana dan infrastruktur pengolahan lobster
4	Konsumen (n=18)	- Kualitas lobster yang baik - Harga lobster yang terjangkau
5	Tempat pelelangan ikan (TPI)	- Peningkatan sarana - Ketersediaan lobster yang sesuai ukuran - Pelayanan yang baik - Retribusi lelang hasil tangkapan

Sumber: wawancara dengan pelaku pemanfaat sumberdaya lobster di Kabupaten Pangandaran (2024)

d. Sistem tata kelola (*Resources Governance*/RG)

Sistem tata kelola sumber daya adalah pihak yang memiliki wewenang sebagai pengambil keputusan atau kebijakan, yang terdiri unsur pemerintahan maupun masyarakat. Menurut Suhana (2015), keterlibatan aktif dari seluruh pemangku kepentingan sangat diperlukan guna memperbaiki kinerja sektor perikanan di masa depan.

Komponen tata kelola sumber daya beserta masing-masing peranannya di Kabupaten Pangandaran terdiri dari instansi pemerintah seperti Kementerian Kelautan dan Perikanan, Dinas Kelautan, Perikanan dan Ketahanan Pangan Kabupaten Pangandaran, Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Barat, akademisi atau peneliti, lembaga swadaya masyarakat dan komunitas penyuluh perikanan. Peraturan menteri yang terkait dengan pengelolaan lobster telah mengalami perubahan hingga lima kali dari tahun 2015 hingga 2024, yaitu Peraturan Menteri (Permen) No. 1 Tahun 2015, Permen No. 56

Tahun 2026, Permen No. 12 Tahun 2020, Permen No. 17 Tahun 2021, Permen No. 16 Tahun 2022 dan Permen No. 07 Tahun 2024. Dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 7 Tahun 2024, tentang Pengelolaan Lobster (*Panulirus* spp.), Kepiting (*Scylla* spp.), dan Rajungan (*Portunus* spp.), pengeluaran atau penangkapan lobster hanya boleh dijalankan dengan ketentuan tidak dalam kondisi bertelur, yang terlihat pada abdomen luar, ukuran panjang karapas di atas delapan cm, dan berat di atas 150 g untuk jenis lobster pasir, lobster batu, lobster batik, lobster bambu, dan lobster pakistan atau berat di atas 200 g untuk jenis lobster lainnya. Peraturan tersebut juga mengatur tentang penangkapan Benih Bening Lobster (BBL). Penangkapan BBL diperbolehkan, namun hanya untuk keperluan budidaya, dengan ketentuan budidaya dilakukan di lokasi yang sama dengan lokasi penangkapan BBL. Adapun sanksi yang diberlakukan kepada nelayan yang melanggar kesepakatan ini adalah dengan mengedepankan

cara-cara persuasif dan melibatkan aparat yang berwenang. Pelanggaran terhadap ketentuan tersebut dapat dipidana dengan denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah) sebagaimana diatur dalam UU Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perikanan.

Dalam rangka penyesuaian terhadap ketentuan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 7 Tahun 2024, pemerintah Kabupaten Pangandaran mengeluarkan Surat Edaran Nomor 500.5.6/2470/DKPKP/2025 Tentang Kegiatan Penangkapan dan Pengeluaran Benih Bening Lobster (BBL). Surat Edaran Bupati Kabupaten Pangandaran tersebut ditujukan kepada seluruh pihak, pelaku penangkapan BBL, budidaya lobster, nelayan serta instansi terkait, agar mengikuti sesuai dengan Permen KKP Nomor 7 tahun 2024, dengan tetap memperhatikan prinsip keberlanjutan sumber daya dan kelestarian ekosistem perairan.

Pemerintah Kabupaten Pangandaran melalui Dinas KKP akan terus melakukan pendampingan dan fasilitasi terhadap masyarakat dalam memahami dan melaksanakan ketentuan dimaksud. Sedangkan komunitas penyuluh perikanan dan LSM melakukan sosialisasi terkait peraturan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 7 Tahun 2024 dan Surat Edaran Bupati Pangandaran Nomor 500.5.6 tahun 2025 kepada para pelaku usaha perikanan lobster dan nelayan penangkap lobster.

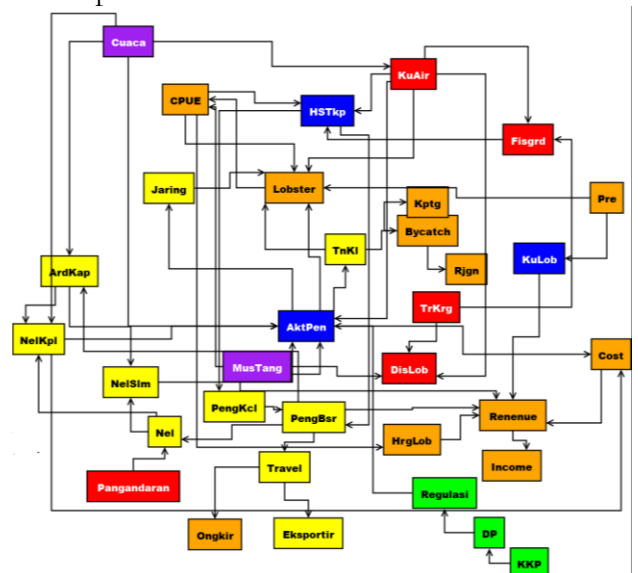
Memetakan Interaksi SES Lobster di Kabupaten Pangandaran Menghasilkan Jejaring Sosial-Ekologi Perikanan Lobster

Menurut Adrianto (2023), konsep SES hadir atas dasar bahwa sistem ekologi dan sistem sosial saling terkait secara erat. Berdasarkan hasil identifikasi dan memetakan interaksi SES lobster di Kabupaten Pangandaran terdapat sub-sistem SES terdiri atas: RS, RU, RA, RG, interaksi antar elemen sistem ekologi dan sistem sosial (I), serta adanya pengaruh dari luar (*external*) terhadap sumber daya.

Pada analisis ini, komponen sub-sistem RS adalah Kabupaten Pangandaran (Pangandaran), *fishing ground* (Fisgrd), kualitas air (KuAir), distribusi lobster (DisLob), terumbu karang (TrKrg). Komponen subsitem RU adalah lobster (Lobster), *by catch* (By-catch), kepiting (Kptg), rajungan (Rjgn), pemangsa lobster (Pre), biaya operasional (*Cost*) harga lobster (HrgLob), CPUE (CPUE), pendapatan (*Revenue*), penghasilan (*Income*), ongkos kirim (Ongkir). Komponen

subsistem RA adalah Nelayan secara keseluruhan (Nel), Nelayan dengan armada kapal (NelKpl), nelayan selam (NelSlm), armada kapal (ArdKap), alat tangkap pingkur (Tnkl), alat tangkap jaring sirang (Jaring), pengepul kecil (PengKcl), pengepul besar (Pengbsr), travel untuk distribusi lobster keluar provinsi (Travel), eksportir (Eksportir). Komponen subsistem RG adalah Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), Dinas Kelautan, Perikanan dan Ketahanan Pangan (DP), Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2024 (Regulasi). Komponen Interaktion berupa aktivitas penangkapan (AktPen), kualitas lobster (Kulob) dan hasil tangkapan (HsTkp) serta pengaruh eksternal adalah cuaca (Cuaca) dan musim penangkapan (MusTang). Masing-masing komponen sub-sistem divisualisasikan hubungannya berdasarkan hasil observasi di lapangan.

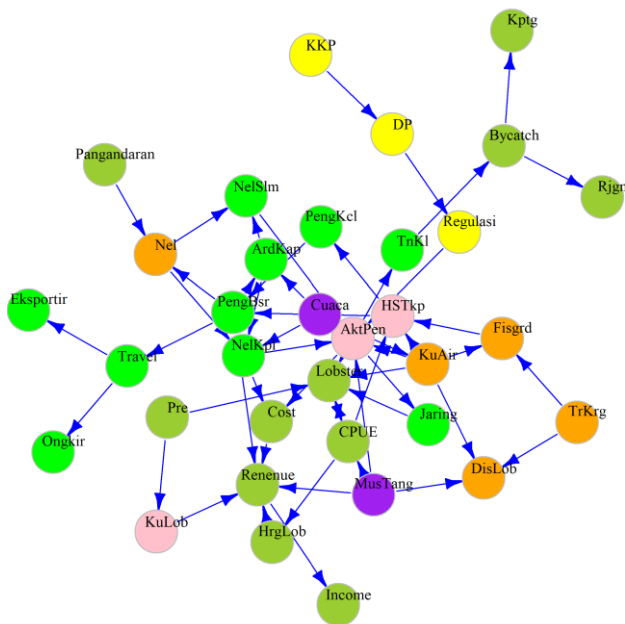
Setiap komponen saling terkoneksi dengan komponen lainnya sehingga menghasilkan sebuah jejaring (*network*) SES lobster di Kabupaten Pangandaran. Hasil visualisasi pada Gambar 9 terdapat tanda panah menunjukkan hubungan sebab-akibat atau pengaruh, misalnya cuaca mempengaruhi aktivitas nelayan melaut serta mempengaruhi CPUE dan pendapatan nelayan. Regulasi mempengaruhi aktivitas penangkapan dan stok lobster. Diagram jejaring interaksi SES lobster tersebut menunjukkan bahwa perikanan lobster bukan sistem tunggal, tetapi hasil interaksi beberapa sub-sistem.



Gambar 9. Jejaring Interaksi SES Lobster di Kabupaten Pangandaran.

Analisis jejaring yang dihasilkan dari interaksi SES lobster di Kabupaten Pangandaran diketahui sangat kompleks. Kompleksitas ini

terbentuk karena tingginya ketergantungan hubungan antara sistem sosial dan sistem sumber daya yang terjadi (Gambar 10). Variabel kunci (*node*) yang paling mempengaruhi SES lobster di pesisir Kabupaten Pangandaran adalah stok lobster, aktivitas penangkapan, kualitas air dan musim penangkapan yang merupakan inti dari jejaring dasar (*the core of network*) dalam analisis jejaring dan konektivitas SES perikanan lobster di Kabupaten Pangandaran.



Gambar 10. Jejaring dasar SES lobster di Kabupaten Pangandaran

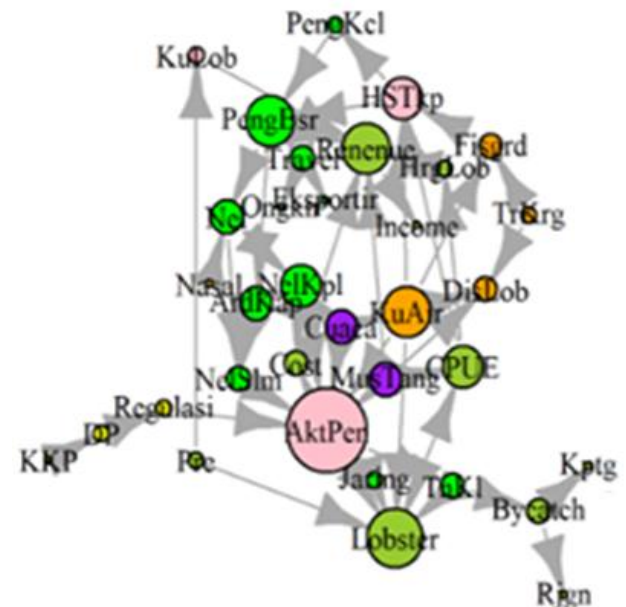
Pada jejaring dasar SES lobster memperlihatkan bahwa lobster terhubung langsung dengan banyak variabel seperti: CPUE, *cost*, jaring, kualitas air, aktivitas penangkapan dan cuaca. Struktur jaringan SES lobster menunjukkan bahwa keberlanjutan lobster ditentukan oleh keterhubungan erat antara faktor biosfisik, aktivitas penangkapan, ekonomi dan regulasi yang berlaku. Posisi sentral *node* lobster menunjukkan bahwa gangguan pada *node* tersebut akan mempengaruhi seluruh sistem dengan densitas jejaring tidak begitu padat (nilai densitas 0,049) dan struktur jejaring menunjukkan pola acak (nilai modularitas 0,370).

Mengukur konektivitas SES Lobster di Kabupaten Pangandaran Menghasilkan Besaran (*Magnitude*) Jejaring Sosial-Ekologi SES Lobster.

Nilai derajat (*degree*) dapat menentukan seberapa banyak *node* yang satu memiliki hubungan (*link*) dengan *node* lainnya dalam sebuah tingkatan konektivitas. Besar kecilnya *node*

didasarkan pada seberapa banyak jumlah keterhubungannya dengan *node-node* lain. Konsep ini menunjukkan bahwa nilai derajat sebuah variabel atau *node* semakin besar maka variabel tersebut semakin penting keberadaannya di dalam sebuah sistem jaringan yang menjadi konektivitas antar variabel lainnya. Dalam sebuah sistem setidaknya terdapat satu atau dua variabel penting (*the core of the network*) yang menjadi kunci pengendali terhadap variabel lain.

Ukuran *node* berdasarkan nilai *degree* dapat dilihat pada Gambar 11. Terdapat dua bentuk hubungan dalam jejaring SES, yaitu *out degree* (banyaknya anak panah yang mengarah keluar) dan *in degree* (banyaknya anak panah yang mengarah masuk). Besaran *node* di skala ditentukan berdasarkan nilai total *degree* (jumlah panah *in* dan *out*), besaran huruf di skala berdasarkan nilai *out degree* sedangkan warna yang semakin gelap menunjukkan nilai *in degree* yang semakin besar. Variabel utama (*nodes*) yang menjadi inti konektivitas pada perikanan lobster di Kabupaten Pangandaran adalah lobster sebagai unit sumber daya dan aktivitas penangkapan lobster merupakan sebuah bentuk interaksi dari sistem ekologi dan sistem sosial.



Gambar 11. Konektivitas SES Lobster berdasarkan Nilai *degree*

Node Aktifitas penangkapan memiliki nilai *degree* paling tinggi dalam jejaring yaitu sebesar 10 menunjukkan bahwa aktivitas penangkapan menjadi pusat interaksi utama dan penghubung aspek ekologi, sosial, ekonomi dan teknis. Perubahan pada aktivitas penangkapan dapat cepat menyebar ke seluruh sistem. Nilai *degree* kedua tertinggi berikutnya terdapat pada *node*

- Indigenous Knowledge Systems and Understand Long-Term Change in the Saskatchewan River Delta, Canada. *Int J Water Resour Dev.* 36(5): 757–776. <http://doi.org/10.1080/07900627.2018.1558050>.
- Adrianto L. 2023. Dekonstruksi Teoretik dan Empirik Pengelolaan Sumberdaya Perikanan di Indonesia: Sebuah Pendekatan Social-Ecological System (SES). Orasi Ilmiah Guru Besar IPB. Bogor: IPB University.
- Anderies JM, Janssen MA. 2013. Robustness of Social-Ecological Systems. *Policy Stud J* 41: 513-536. <https://doi.org/10.1111/psj.12027>.
- Biggs R, Vos A de, Preiser R, Clements H, Maciejewski K, Schlüter M. 2021. The Routledge Handbook of Research Methods for Social-Ecological Systems. Routledge. New York.
- Braun V, Clarke V. 2006. Using thematic analysis in psychology. *Qual Res Psychol.* 3(2):77–101. <http://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>.
- Butt CT. 2020. Package 'SNA' Tools for Social Network Analysis.
- Christie P. 2011. Creating Space for Interdisciplinary Marine and Coastal Research: Five Dilemmas and Suggested Resolutions. *Environmental Conservation* 38: 172–186. <http://doi.org/10.1017/S0376892911000129>.
- de Vos A, Biggs R, Preiser R. 2019. Methods for Understanding Social-Ecological Systems: A Review of Place-Based Studies. *Ecology and Society.* 24(4): 1–24. <http://doi.org/10.5751/ES-11236-240416>.
- Folke C, Carpenter SR, Walker B, Scheffer M, Chapin T, Rockström J. 2010. Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. *Ecology and Society* 15(4). <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20/>.
- Herrero-Jáuregui C, Arnaiz-Schmitz C, Reyes MF, Telesnicki M, Agramonte I, Easdale MH, Schmitz MF, Aguiar M, Gómez-Sal A, Montes C. 2018. What Do We Talk about When We Talk About Social-Ecological Systems? A Literature Review. *Sustainability (Switzerland)* 10(8): 2950. <http://doi.org/10.3390/su10082950>.
- Horcea-Milcu AI, Martín-López B, Lam DPM, Lang DJ. 2020. Research Pathways to Foster Transformation: Linking Sustainability Science and Social-Ecological Systems Research. *Ecology and Society* 25(1): 13. <http://doi.org/10.5751/ES-11332-250113>
- Latupeirissa A, Sedyono E, Iriani A. 2019. Pemanfaatan social network analysis untuk menganalisis kolaborasi komunikasi pada balai perikanan budidaya laut Ambon. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis* 9(2):121-132. <http://doi.org/10.21456/vol9iss2pp121-132>.
- Long RD, Charles A, Stephenson RL. 2015. Key Principles of Marine Ecosystem-Based Management. *Marine Policy* 57: 53–60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2015.01.013>.
- Madduppa H, Subhan B, Arafat D, Zamani NP, 2016. Riset dan Inovasi Terumbu Karawang dan Proses Pemilihan Teknik Rehabilitasi: Sebuah Usulan Menghadapi Gangguan Alami dan Antropogenik Kasus di Kepulauan Seribu. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan* 3(2): 130-139. <https://dx.doi.org/10.20957/jkebijakan.v3i2.15513>.
- McGinnis MD. 2011. An Introduction to IAD and the Language of the Ostrom Workshop: A Simple Guide to a Complex Framework. *Policy Studies Journal* 39(1): 169-183.
- Munawar. 2021. Kajian Sistem Sosial-Ekologi Untuk Pengelolaan Teluk Berkelanjutan (Studi Kasus: Teluk Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat). Disertation. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Newing H, Eagle CM, Puri RK, Watson CW. 2010. Conducting Research in Conservation: Social Science Methods and Practice. Routledge. New York.
- Orach K, Schlüter M. 2016. Uncovering The Political Dimension of Social-Ecological Systems: Contributions from Policy Process Frameworks. *Global Environmental Change.* 40: 13–25. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.06.002>
- Ostrom E. 2007. A Diagnostic Approach for Going Beyond Panaceas. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 104(39): 15181-15187. <https://doi.org/10.1073/pnas.0702288104>

- Ritchie JB, Lewis J, Nicholls CM, Ormston R. 2013. *Qualitative Research Practice: A Guide for Social Science Students and Researchers*. Sage. London.
- Romdon S, Sumindar, Kuslani Hendra. 2016. Tata Cara Penandaan Udang Lobster Pasir (*Panulirus homarus*) di Pantai Pangandaran, Jawa Barat. *Buletin Teknik Litkayasa* 14(2): 97-98.
- Schoon M, van der Leeuw S. 2015. The Shift Toward Social-Ecological Systems Perspectives: Insights into The Human-Nature Relationship. *Natures Sciences Societes*. 23(2): 16–174. <http://doi.org/10.1051/nss/2015034>.
- Solihin A, Alamin MA, Isdahartatie. 2016. Penguatan Kelembagaan TPI dalam Mewujudkan Perikanan Berkelanjutan dan Berkeadilan. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan* 3(3): 205–215. <https://doi.org/10.20957/jkebijakan.v3i3.16253>.
- Suhana. 2015. Kebijakan Kelautan dan Perikanan dan Implikasinya Terhadap Kelestarian Sumberdaya Ikan dan Ekonomi Perikanan Indonesia. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan* 1(1): 70–76.
- Wang Y, Thangasamy VK, Hou Z, Tiong RLK, Zhang L. 2020. Collaborative Relationship Discovery in BIM Project Delivery: A Social Network Analysis Approach. *Autom Constr* 114. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103147>.
- [DKPKP] Dinas Kelautan, Perikanan dan Ketahanan Pangan. 2025. Surat Edaran Nomor: 500.5.6/2470/DKPKP/2005 Tentang Penyesuaian Kegiatan Penangkapan dan Pengeluaran Benih Bening Lobster (BBL) Berdasar Permen KP Nomor 7 Tahun 2020 Tentang Pengelolaan Lobster (*Panulirus* spp.), Kepiting (*Scylla* spp.), dan Rajungan (*Portunus* spp.).
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2015. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 11 Tahun 2015 Tentang Penangkapan Lobster (*Panulirus spp.*), Kepiting (*Scylla spp.*), dan Rajungan (*Portunus spp.*). KKP. Jakarta.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2016. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 56 Tahun 2016 Tentang Larangan Penangkapan dan/atau Pengeluaran Lobster (*Panulirus* spp.), Kepiting (*Scylla* spp.), dan Rajungan (*Portunus* spp.) dari Wilayah Negara. KKP. Jakarta.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2020. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Pengelolaan Lobster (*Panulirus* spp.), Kepiting (*Scylla* spp.), dan Rajungan (*Portunus* spp.) di Wilayah Negara Republik Indonesia. KKP. Jakarta.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2021. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 17 Tahun 2021 Tentang Pengelolaan Lobster (*Panulirus* spp.), Kepiting (*Scylla* spp.), dan Rajungan (*Portunus* spp.) di Wilayah Negara Republik Indonesia. KKP. Jakarta.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2022. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 16 Tahun 2022 Tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 17 Tahun 2021 Tentang Pengelolaan Lobster (*Panulirus* spp.), Kepiting (*Scylla* spp.), dan Rajungan (*Portunus* spp.) di Wilayah Negara Republik Indonesia. KKP. Jakarta.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2024. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 7 Tahun 2020 Tentang Pengelolaan Lobster (*Panulirus* spp.), Kepiting (*Scylla* spp.), dan Rajungan (*Portunus* spp.). KKP. Jakarta.