

# **Analisis Diagnostik Industri Rumput Laut Sulawesi Selatan**

**Penulis:**

Prof. Nunung Nuryartono, IPB Univesity  
Dr Scott Waldron, The University of Queensland  
Dr Kustiariyah Tarman, IPB University  
Dr Ulfah J. Siregar, IPB University  
Dr Syamsul H. Pasaribu, IPB University  
Dr Alexandra Langford, The University of Queensland  
Dr Muhammad Farid, Universitas Airlangga  
Dr Sulfahri, Universitas Hasanuddin

**Tanggal publikasi:** April 2021

**Perhatian:** Penelitian ini didanai oleh Pemerintah Australia melalui Australia-Indonesia Centre dibawah Program PAIR. Laporan ini disunting oleh Australia-Indonesia Center. Laporan ini berisi gambaran umum dan tidak dimaksudkan untuk memberikan cakupan informasi mendetail. Informasi ini tidak dimaksudkan untuk memberikan jasa kepenasihatannya oleh AIC. Meskipun telah dilakukan kehati-hatian untuk memastikan informasi dalam laporan ini akurat, kami tidak bertanggung jawab atas kerugian yang timbul dari ketergantungan pada informasi atau dari kesalahan dan kelalaian dalam laporan. Kami tidak mendukung organisasi atau aktivitas apa pun yang dirujuk dalam laporan, dan tidak bertanggung jawab atas kerugian yang dialami.

**PAIR:**

Kemitraan Riset Australia-Indonesia (PAIR) adalah sebuah inisiatif dari The Australia-Indonesia Centre yang didukung oleh Pemerintah Australia dan bekerjasama dengan Kementerian Riset dan Teknologi Indonesia, Kementerian Perhubungan Indonesia, Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan dan berbagai organisasi dan tokoh masyarakat di kalangan industri dan komunitas.

**The Australia-Indonesia Centre:**

Australia-Indonesia Centre adalah konsorsium penelitian bilateral yang didukung oleh pemerintah, universitas dan industri terkemuka kedua negara. Didirikan pada tahun 2014, AIC bekerja untuk memajukan hubungan antar-warga dan kelembagaan dalam sains, teknologi, pendidikan, inovasi, dan budaya. AIC merancang dan memfasilitasi program penelitian bilateral untuk menjawab tantangan bersama, dan melakukan aktivitas penjangkauan untuk mempromosikan pemahaman yang lebih baik tentang kedua negara.

Untuk mengetahui lebih lanjut tentang AIC dan programnya, silahkan kunjungi: [ausindcentre.org](http://ausindcentre.org)

**Sitasi:**

Penelitian ini didanai oleh Pemerintah Australia melalui Australia-Indonesia Centre dibawah Program PAIR. Silahkan kunjungi: [ausindcentre.org](http://ausindcentre.org)

Nuryartono N., Waldron S., Tarman K., Siregar U., Pasaribu S., Langford A., Farid M., & Sulfahri, (2021), 'Analisis Diagnostik Industri Rumput Laut Sulawesi Selatan', The Australia-Indonesia Centre

## i

Ringkasan eksekutif.....i

## 1

Pendahuluan.....P5

## 2

Metodologi.....P6

## 3

Analisis dan hasil.....P7

3.1. Tren industri rumput laut .....P7

3.2. Analisis rantai nilai industri  
rumput laut.....P93.3. Mata pencaharian rumput  
laut.....P133.4. Meneliti rumput laut selama  
pandemi COVID-19.....P15

## 4

Kesimpulan dan  
rekomendasi.....P18

4.1. Kesimpulan.....P18

4.2. Rekomendasi.....P19

4.3. Referensi.....P20

Dengan senang hati saya mempersembahkan laporan temuan awal dari Proyek Percontohan Komoditas, Kemitraan Riset Australia-Indonesia (PAIR).

PAIR adalah sebuah program inisiatif pembangunan yang mempertemukan para peneliti, pembuat kebijakan, kalangan bisnis, dan kelompok masyarakat untuk menemukan solusi atas masalah nyata. Kami melakukan penelitian ini secara kolaboratif, terintegrasi, dan berbasis bukti.

Kami melandasi penelitian kami pada sebuah bagian dari jaringan rencana pembangunan rel kereta api Trans-Sulawesi yang ambisius - jalur rel kereta api sepanjang 145 kilometer yang menghubungkan dua kota pelabuhan utama: Makassar dan Parepare.

Jalur kereta api akan menyediakan transportasi yang sangat dibutuhkan untuk angkutan orang dan barang. Namun, pengalaman menunjukkan bahwa pembangunan infrastruktur berbasis konektivitas tidak selalu bermanfaat bagi masyarakat lokal jika pembangunan tersebut tidak berfokus pada manusia (*people-centric*) – disertai upaya untuk membuatnya berkesinambungan, terjangkau, dan mudah diakses. Sebagai contoh, sektor bisnis tidak dapat memperoleh manfaat dari pembangunan transportasi yang tidak melalui perencanaan dan desain infrastruktur yang baik, konektivitas antar moda dan penjadwalan yang buruk, serta tidak adanya dorongan penggunaan transportasi umum di masyarakat. Masyarakat, kemungkinan tidak mendapatkan keuntungan dari pembangunan kereta baru ini jika mereka tidak memiliki cukup pengetahuan dan informasi yang mendukung untuk memanfaatkan peluang ini. Kehidupan mereka pun tidak dapat meningkat tanpa akses terhadap sumber daya seperti pelatihan keterampilan untuk bekerja dan merintis usaha baru.

Kami mengeksplorasi empat bidang penelitian: Komoditas; Transportasi, Logistik dan Rantai Pasok; Kaum Muda dan Pembangunan; dan Kaum Muda, Kesehatan dan Kesejahteraan. Kami berusaha memahami apa makna pembangunan kereta api ini bagi masyarakat lokal, dan bagaimana mereka yang tinggal di sepanjang jalur kereta api dapat menanggapi perubahan dan memanfaatkan peluang baru yang muncul.

Salam hangat,



Dr Eugene Sebastian  
Direktur Program PAIR  
The Australia-Indonesia Centre

## RINGKASAN EKSEKUTIF

## **Industri rumput laut di Indonesia telah berkembang pesat selama 20 tahun terakhir dan saat ini menjadi mata pencaharian untuk lebih dari 35.000 rumah tangga pesisir di Sulawesi Selatan (BPS 2020).**

Pemerintah Indonesia telah memprioritaskan pengembangan industri tersebut, mengingat peran penting yang dimainkannya dalam mengurangi kemiskinan masyarakat di daerah pesisir.

Tapi tidak semuanya kabar baik. Industri ini sangat memerlukan koordinasi yang baik antara petani, pedagang dan pengolah, membatasi pendapatan petani dan menciptakan masalah kualitas bagi pengolah. Dan secara umum sebagaimana dengan sebagian besar industri lain, industri ini telah dipengaruhi oleh pandemi COVID-19.

Proyek percontohan ini menggunakan pendekatan empat tahap untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang industri rumput laut.

Pertama, mengulas tren global industri rumput laut Indonesia. Proyek ini menguraikan bagaimana permintaan global yang meningkat untuk hidrokoloid (sering digunakan sebagai agen pembentuk gel dalam pemrosesan makanan) telah mendorong perluasan budidaya berbagai jenis rumput laut di seluruh kepulauan Indonesia, yang dimungkinkan oleh karakteristik unik rumah tangga petani pesisir.

Kedua, menguraikan rantai nilai industri, mengeksplorasi bagaimana karakteristik phyconomic produksi rumput laut membentuk budidaya dan mata pencaharian yang didukungnya, dan bagaimana hal ini pada gilirannya berinteraksi dengan sistem pemasaran domestik, sektor pengolahan, dan rantai nilai global.

Ketiga, melihat lebih dekat mata pencaharian rumput laut, menggunakan analisis mata pencaharian industri untuk mengidentifikasi kebutuhan utama petani.

Terakhir, proyek ini mempertimbangkan teknik untuk meneliti industri selama COVID-19 dan menunjukkan bagaimana data satelit dapat memberikan wawasan tentang industri dan bagaimana hal itu berubah selama pandemi global.

Keempat bagian ini memberikan wawasan tentang industri yang mendukung pengembangan dan implementasi Proyek Terpadu Strategis (SIP) yang diusulkan Kelompok Riset Komoditas untuk tahun 2021-2022.

## 1.0. PENDAHULUAN

Sejak tahun 2000, budidaya rumput laut telah berkembang pesat di seluruh pesisir Indonesia. Meskipun banyak jenis rumput laut dibudidayakan secara komersial, hanya tujuh yang mewakili lebih dari 95 persen nilai tanaman air global (FAO 2020). Dari jumlah tersebut, empat adalah produk makanan bernilai tinggi yang ditanam terutama di Tiongkok, Korea, dan Jepang. Tiga jenis lainnya Gracilaria, Eucheuma dan Kappaphycus - digunakan untuk menghasilkan karagenan dan agar, yang merupakan hidrokoloid yang digunakan sebagai agen pembentuk gel dalam berbagai aplikasi. Indonesia menghasilkan 66 persen dari pasokan global rumput laut hidrokoloid ini (Gambar 2).

Rumput laut hidrokoloid memiliki nilai yang jauh lebih rendah daripada rumput laut pangan, sehingga produksi rumput laut Indonesia dilakukan terutama oleh petani kecil berpenghasilan rendah, terutama di Indonesia bagian timur. Mereka dapat mengatasi perubahan musim dan pasang surut dan memiliki peluang terbatas untuk menghasilkan pendapatan lainnya (Langford et al. 2020a; 2020b; 2021).

Budidaya rumput laut merupakan sumber pendapatan penting bagi lebih dari 267.000 rumah tangga pedesaan di Indonesia (Keputusan Presiden 33-2019, hal. 17), yang memperoleh keuntungan sekitar US \$ 2.000 setiap tahun (Keputusan Presiden 33-2019, hal.16). Petani sering menganggap budidaya rumput laut lebih menguntungkan daripada industri yang lebih mapan seperti kopra, kakao, dan industri kelautan lainnya (Arsyad et al. 2014; Aslan et al. 2018; Mariño et al. 2019; Steenbergen et al. 2017).

Para petani juga melaporkan berbagai manfaat lain dari budidaya rumput laut, seperti

halnya peningkatan kemampuan untuk mengelola pendapatan mereka dan menabung untuk pembelian dalam jumlah besar (Mariño et al. 2019; Steenbergen et al. 2017). Hal ini berdampak dengan berbagai perubahan lingkungan dan sosial lainnya yang terkait dengan industri (Valderrama et al. 2013; Neish 2013; Salayo et al. 2012; Suyo et al. 2020) dan berbagai manfaat bagi komunitas dan anggota rumah tangga yang berbeda (mis. De la Torre-Castro et al. 2017; Henríquez-Antipa & Cárcamo 2019; Larson et al. 2020).

Menyadari semakin pentingnya peran rumput laut dalam mata pencaharian [masyarakat] pesisir, Pemerintah Indonesia telah memprioritaskan pengembangan industri, terakhir dalam Keputusan Presiden Nomor 33-2019 (Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2019 tentang Peta Panduan Pengembangan Industri Rumput Laut Nasional Tahun 2018-2021). Perpres ini memberikan peta jalan untuk pengembangan industri rumput laut dari 2018 hingga 2021 dan menguraikan peluang untuk peningkatan produksi rumput laut dan peningkatan pemrosesan nilai tambah dalam negeri. Upaya peningkatan nilai tambah telah menargetkan produk pangan, produk pakan ternak, pupuk, kosmetik dan bioetanol (mis. Aji et al. 2019; Mantri et al. 2017; Munandar et al. 2019; Nurjana et al. 2016; Rasyid 2017; Sulfahri et al. 2017; Munandar et al. 2019; Nurjana et al. 2016; Rasyid 2017; Sulfahri et al. 2020a; 2020b; Tarman et al. 2020; Yusuf et al. 2020).

Upaya untuk meningkatkan produksi berfokus pada tingkat pertumbuhan dan peningkatan kualitas tetapi industri menghadapi banyak masalah, seperti biaya transportasi dan logistik yang tinggi dan kurangnya pembangunan infrastruktur (Keputusan Presiden 33-2019 hal. 30). Kebutuhan

petani, pedagang dan pengolah kurang dipahami - sehingga membatasi rancangan kebijakan yang efektif. Data yang lebih rinci diperlukan.

Sulawesi Selatan adalah provinsi penghasil rumput laut terbesar di Indonesia, menghasilkan lebih dari sepertiga rumput laut nasional, dan lebih dari 20 persen dari pasokan rumput laut karagenan global. Proyek percontohan ini berupaya memberikan wawasan tentang industri rumput laut yang akan mendukung pengembangan dan implementasi SIP.

### Hasil dari proyek percontohan ini disampaikan dalam empat bagian:

- Bagian 1.4.1 mengulas tren global dalam industri rumput laut Indonesia dan menguraikan bagaimana permintaan global yang meningkat untuk hidrokoloid telah mendorong perluasan budidaya rumput laut di seluruh kepulauan Indonesia. Hal ini penting agar memahami pola produksi dan pemrosesan saat ini, serta untuk mengidentifikasi peluang dan risiko di masa depan dalam industri.
- Bagian 1.4.2 melakukan karakterisasi awal dari rantai nilai rumput laut, melihat phyconomy, budidaya dan mata pencaharian, pemasaran domestik, pemrosesan, rantai nilai global, dan kebijakan dan kelembagaan.
- Bagian 1.4.3 adalah analisis mata pencaharian dari budidaya rumput laut dan memperkenalkan anggaran rumah tangga awal untuk digunakan dalam mengkarakterisasi rumah tangga petani rumput laut.
- Bagian 1.4.4 memperkenalkan pekerjaan awal menggunakan data satelit untuk meneliti industri selama COVID-19.

## 2.0. METODOLOGI

**Karena pembatasan perjalanan dan kerja lapangan yang disebabkan oleh pandemi COVID-19, penelitian ini sangat bergantung pada data sekunder dan kajian literatur.**

**Data sekunder dicari dari sumber yang tersedia untuk umum dan tidak tersedia untuk umum (seperti lembaga pemerintahan).**

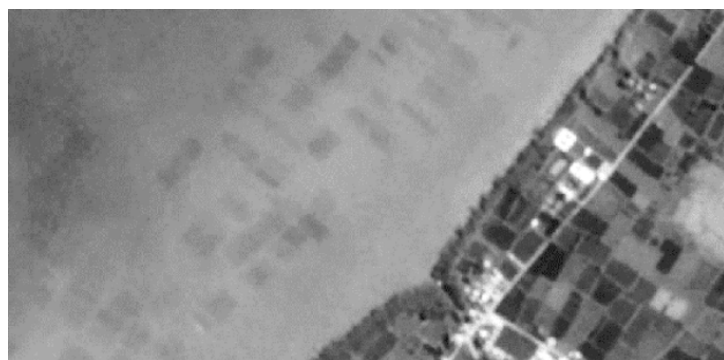
Ini termasuk data bea cukai yang dipilah pada tingkat di luar yang tersedia untuk umum, perkiraan produksi rumput laut triwulanan dari Dinas Perikanan Sulawesi Selatan, perkiraan produksi global dan nasional, catatan curah hujan dan informasi harga. Kami juga menggunakan wawancara jarak jauh dengan petani dan pemangku kepentingan industri untuk menafsirkan dan melengkapi data ini.

Data penginderaan jauh telah digunakan untuk memantau pola produksi rumput laut. Data satelit menyediakan data yang sangat berguna dan berbiaya rendah untuk memantau industri ini. Data ini biasanya beresolusi rendah dan tidak cocok untuk mengidentifikasi situs budidaya rumput laut (Hossain et al. 2016). Namun, mereka terlihat jelas pada citra satelit resolusi tinggi (~ 3m) (Gambar 1) seperti yang tersedia di Google Earth. Data satelit resolusi tinggi dan frekuensi tinggi baru-baru ini tersedia, dan memberikan wawasan terkini yang berpotensi sangat berguna tentang industri rumput laut.

Peta dasar adalah mosaik gambar yang diambil sepanjang bulan dan

disatukan untuk memperhitungkan tutupan awan. Data satelit ini tersedia setiap bulan dari PlanetLabs sehingga memungkinkan pembuatan analisis langsung tentang perubahan dalam industri. Kami menggunakannya untuk mengidentifikasi plot rumput laut yang dibudidayakan di Kabupaten Pangkep. Shapefile dibuat di ArcGIS Pro menggunakan persegi panjang untuk mewakili setiap plot rumput laut, dan peta dibuat untuk menunjukkan area produksi rumput laut di setiap bulan. Luas persegi panjang ini digabungkan untuk menghitung luas total produksi rumput laut di setiap bulan. Data satelit ini ditriangulasi dengan data curah hujan (diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), catatan layanan data online dari Stasiun Klimatologi Maros), data harga (diperoleh dari JaSuDa, portal informasi industri yang dikelola oleh Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian/Kemenko Ekonomi), dan data wawancara informal.

Karena itu, kami telah mengusulkan pengembangan metodologi ini di SIP. Kami juga telah membagikan hasil awal dari studi ini dengan DKP Sulawesi Selatan, yang telah menyatakan minatnya untuk mengakses versi yang diperluas dari kumpulan data ini, dan bekerja bersama kami untuk menafsirkan data ini dan menyempurnakan sistem untuk mengumpulkan data produksi.



*Gambar 1 Petak-petak budidaya rumput laut terlihat di peta dasar PlanetLabs untuk Mei 2020. 119.5683687°E 4.5996097°S*

3.0. ANALISIS AND HASIL

Proyek percontohan ini melibatkan empat bidang studi utama, yang hasilnya disajikan di bawah ini.

3.1. TREN INDUSTRI RUMPUT LAUT

Rumput laut kaya akan nutrisi dan telah digunakan sebagai sumber makanan selama berabad-abad. Semakin banyak, rumput laut digunakan untuk memproduksi hidrokoloid - bahan pembentuk gel yang banyak digunakan dalam pembuatan makanan serta kosmetik dan industri farmasi.

Produksi rumput laut global

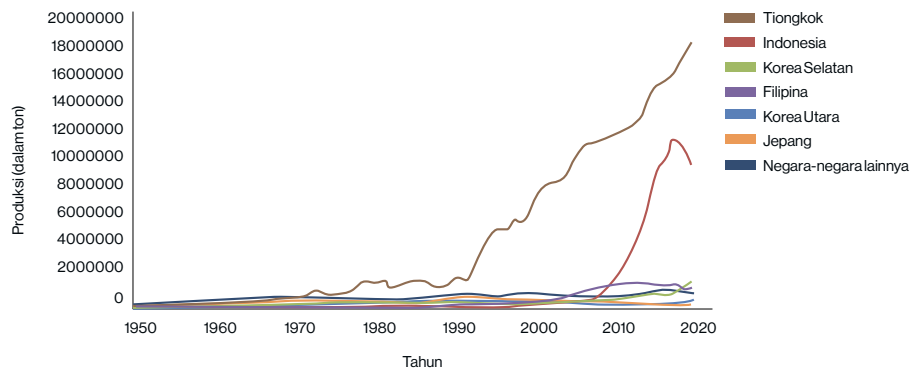
Pada 2017, hanya enam negara yang menghasilkan 96 persen tanaman air dunia (kebanyakan rumput laut). Tiongkok dan Indonesia adalah produsen terbesar, masing-masing memproduksi 54 persen dan 30 persen dari pasokan dunia (Gambar 2).

Rumput laut diklasifikasikan menjadi tiga kelompok - merah, coklat dan hijau. Ada 221 jenis rumput laut yang diproduksi secara komersial, tetapi hanya tujuh di antaranya (Tabel 1) yang mencakup 95 persen dari nilai global tanaman air (Gambar 3). Dari ketujuh jenis ini, empat diantaranya dikonsumsi sebagai produk makanan, sementara tiga lainnya digunakan terutama untuk memproduksi hidrokoloid karagenan dan agar. Indonesia, Tiongkok, dan Filipina menghasilkan sebagian besar rumput laut hidrokoloid dunia, sedangkan Tiongkok, Korea Utara, Korea Selatan, dan Jepang memproduksi seluruh pasokan rumput laut yang dapat dimakan di dunia.

Rumput laut sebagai makanan

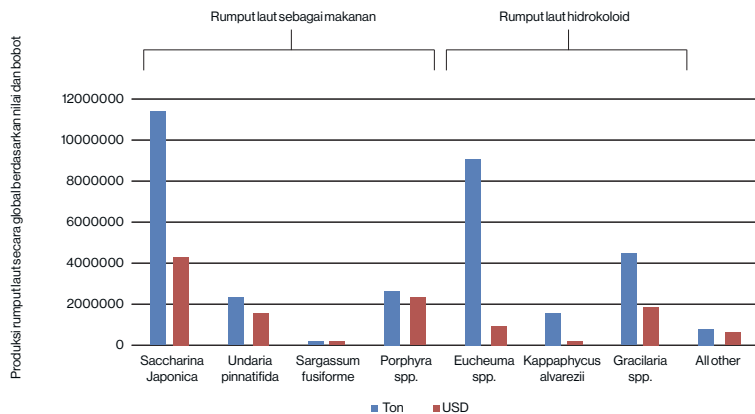
Jenis makanan *Saccharina japonica*, *Undaria pinnatifida*, *Sargassum fusiforme* dan *Porphyra spp* diproduksi secara eksklusif oleh Tiongkok, Jepang, Korea Utara, dan Korea Selatan. Sekitar 62 persen di antaranya adalah *Saccharina japonica* yang diproduksi Tiongkok. *Saccharina japonica* juga digunakan untuk memproduksi hidrokoloid alginat, tetapi produksi alginat bersaing dengan penggunaan nilai yang lebih tinggi dari *Saccharina japonica* yang dapat dikonsumsi secara langsung dengan pemrosesan minimal.

Gambar 2 Produksi tanaman air global berdasarkan negara (Sumber: FAO stats)



Jenis	Spesies	Produk	USD/kg	Produsen Utama
Rumput laut coklat	<i>Saccharina Japonica</i> <sup>4</sup>	Makanan olahan – kombu, alginate	\$373	China, Korea Selatan, Korea Utara
	<i>Undaria Pinnatifida</i> <sup>5</sup>	Makanan olahan – wakame	\$667	China, Korea Selatan, Jepang
	<i>Sargassum Fusiforme</i> <sup>6</sup>	Makanan olahan – hiziki	\$759	China, Korea Selatan
Rumput laut merah	<i>Porphyra spp.</i> <sup>7</sup>	Makanan olahan – nori	\$905	China, Jepang, Korea Selatan
	<i>Euचेuma spp.</i> <sup>8</sup>	Karagenan	\$108	Indonesia, Filipina
	<i>Kappaphycus alvarezii</i> <sup>9</sup>	Karagenan	\$110	Indonesia, Filipina
	<i>Gracilaria spp.</i> <sup>10</sup>	Agar	\$420	Indonesia, China

Tabel 1 Rumput laut komersial yang dibudidayakan secara intensif



Gambar 3 Produksi tanaman air global berdasarkan jenis<sup>9</sup> (Sumber: FAO Stats)

- Berdasarkan laporan FAO tahun 2017 tentang nilai dan bobot tiap jenis rumput laut.
- Saccharina japonica* (Japanese kelp). Sebelumnya dikenal sebagai *Laminaria japonica*
- Undaria pinnatifida* (wakame)
- Sargassum fusiforme* (*Fusiform sargassum*)
- Porphyra spp* includes *Porphyra tenera* (*Laver (Nori)*), *Porphyra spp* (*Nori nei*) Tidak termasuk *Porphyra columbina* karena tidak diproduksi disini
- Euचेuma spp* – termasuk *Euचेuma spp* (*Euचेuma spp Nnei*) dan *Euचेuma denticulatum* (*spiny Euचेuma*) sebelumnya dikenal sebagai *Euचेuma spinosum*
- Kappaphycus alvarezii* (*Elkhorn sea moss*) sebelumnya dikenal sebagai *Euचेuma cottoni*
- Gracilaria spp* termasuk *Gracilaria verrucosa* (*warty Gracilaria*), *Gracilaria gracilis* (*slender wart weed*), *Gracilaria spp* (*Gracilaria seaweeds*)
- Euचेuma spp* dan *Kappaphycus alvarezii* dimasukkan ke kategori rumput laut karagenan. *Kappaphycus alvarezii* dulu dikenal sebagai *Euचेuma cottoni* nampak dicatat sebagai *Euचेuma spp* di beberapa database nasional, termasuk di Indonesia.



## Rumput laut karagenan

Rumput laut karagenan *Eucheuma denticulatum* (sebelumnya dikenal sebagai *Eucheuma spinosum*) dan *Kappaphycus alvarezii* (sebelumnya dikenal sebagai *Eucheuma cottoni*) diproduksi terutama di Indonesia dan Filipina, yang masing-masing menyumbang 82 persen dan 14 persen dari pasokan global (Gambar 4). Rumput laut karagenan ini memiliki nilai yang jauh lebih rendah daripada jenis lain (Tabel 1, Gambar 3).

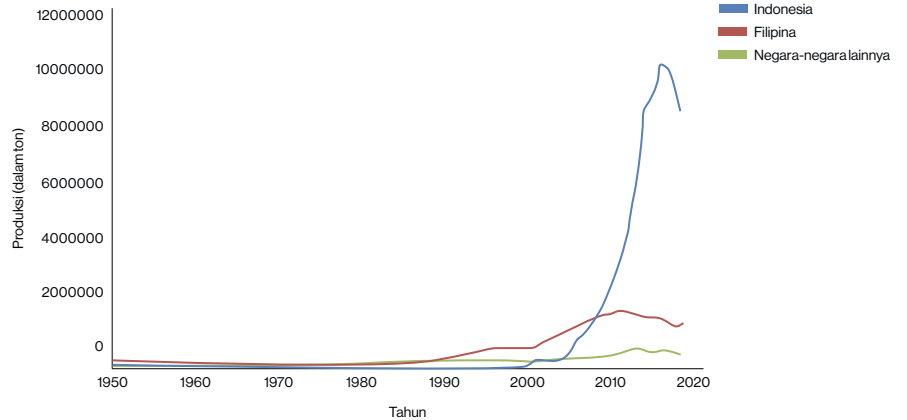
Permintaan untuk karagenan meningkat seiring dengan permintaan makanan olahan. Pada akhir 1960-an, ditemukan bahwa rumput laut *Eucheuma* di Filipina dapat menghasilkan karagenan berkualitas tinggi. Peternakan rumput laut *Eucheuma* pertama di sana didirikan pada tahun 1969, dan berkembang pesat karena biaya tenaga kerja yang rendah. Upaya untuk membangun pertanian bergaya perkebunan di Filipina gagal: petani kecil bernasib lebih baik karena biaya masuk yang rendah dan kebutuhan akan tenaga kerja yang sangat fleksibel yang dapat bekerja sesuai dengan waktu bulan dan pasang. Rumput laut karagenan segera diperkenalkan ke Indonesia, yang kini menjadi produsen terbesar di dunia. (Gambar 4).

## Rumput laut agar

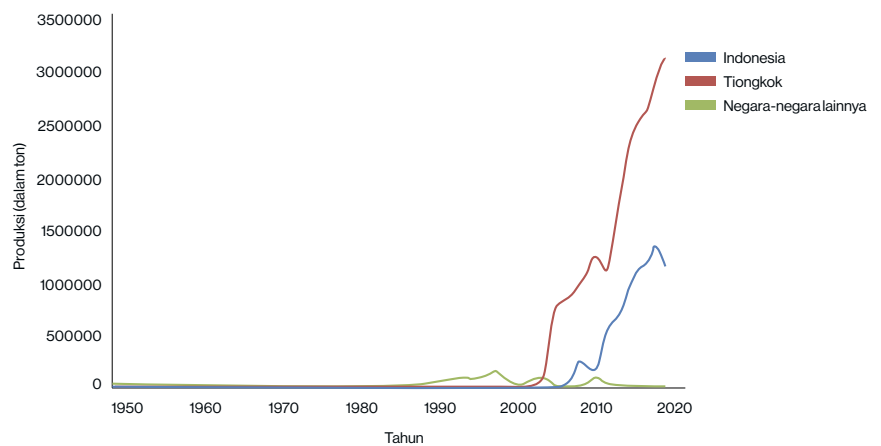
*Gracilaria spp* banyak digunakan untuk memproduksi agar-agar, koloid penting lainnya dalam pembuatan makanan. Bersama-sama, Tiongkok dan Indonesia memproduksi hampir semua *Gracilaria* dunia (masing-masing 72 persen dan 28 persen dari pasokan global) (Gambar 5). Kelompok *Gracilaria spp*, asli Tiongkok, mencakup lebih dari 100 jenis. Budidaya *Gracilaria* secara komersial dimulai di Tiongkok pada akhir 1950-an, dan pada 1980-an budidaya di alur gantung dikembangkan. Produksi berkembang pesat di awal tahun 2000-an, sebagian besar dengan *Gracilaria verrucosa*. Produksi *Gracilaria* saat ini sangat terkonsentrasi di Indonesia dan Tiongkok, dan permintaan terus meningkat seiring dengan permintaan makanan olahan.

## Produksi rumput laut Indonesia

Indonesia utamanya memproduksi rumput laut karagenan (87 persen dari produksi nasional), tetapi juga varietas penghasil agar-agar *Gracilaria verrucosa* (12 persen dari produksi nasional) dan sejumlah kecil jenis rumput laut merah lainnya (Gambar 6 & 7).



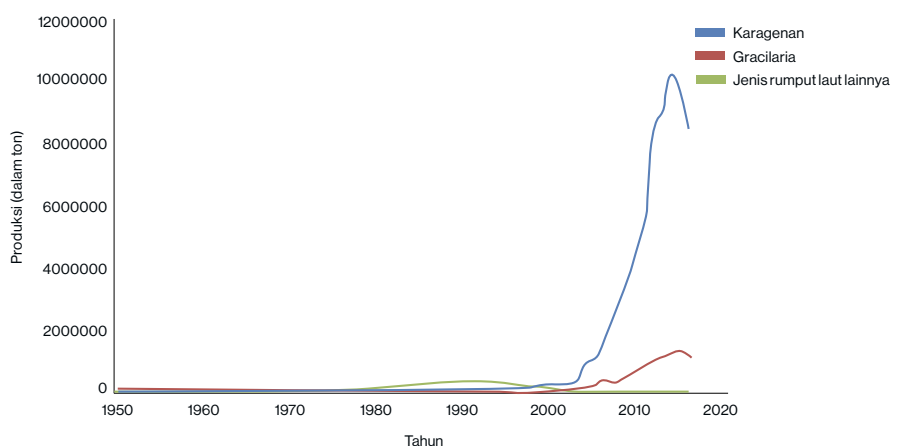
Gambar 4 Produksi rumput laut karagenan secara global (Sumber: FAO Stats)



Gambar 5 Produksi rumput laut *Gracilaria spp* secara global (Sumber: FAO stats)



Gambar 6 Jenis [rumput laut] di Indonesia yang dibudidayakan secara luas



Gambar 7 Produksi rumput laut Indonesia berdasarkan jenis (Sumber: FAO stats)

Produksi terkonsentrasi di Indonesia Timur, khususnya di Sulawesi, NTB dan NTT (Gambar 8). Sulawesi Selatan sendiri menghasilkan 3,66 juta ton rumput laut per tahun - lebih dari sepertiga dari total pasokan rumput laut Indonesia dan 11 persen dari pasokan global. Sulawesi Selatan telah ditetapkan sebagai wilayah prioritas untuk pengembangan budidaya rumput laut, dengan kemungkinan lahan pertanian mencapai 250.000 ha (Keputusan Presiden 33-2019). Produksi rumput laut di Sulawesi Selatan terkonsentrasi di sepanjang garis pantai Tenggara, meskipun Kabupaten Pangkep memiliki produksi lebih dari dua kali lipat dalam lima tahun terakhir (Gambar 9).

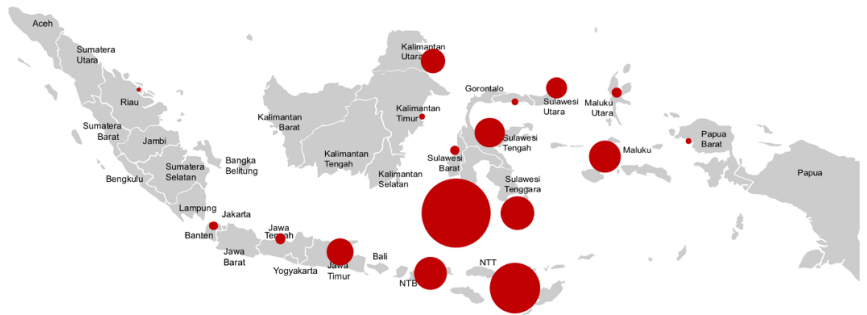
Faktor-faktor ini menunjukkan bagaimana permintaan global untuk hidrokoloid telah mendorong perkembangan industri yang telah menjadi industri yang sangat signifikan.

**3.2. ANALISIS RANTAI NILAI INDUSTRI RUMPUT LAUT**

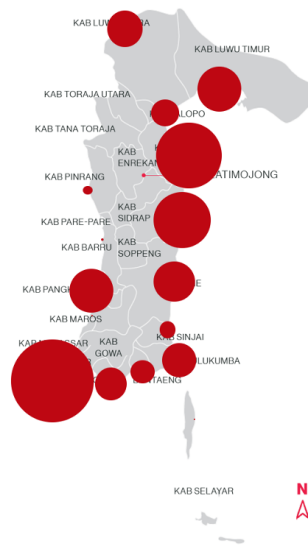
Analisis rantai nilai dapat menghasilkan berbagai wawasan tentang industri rumput laut untuk mendukung pengembangan kebijakan yang lebih kuat (lihat Neish 2013b; 2015; Mulyati 2015; Mulyati & Geldermann 2017; Teniwut et al. 2017; Teniwut 2019; Suadi & Kusano 2019; Ramirez, Narvaz & Santos-Ramirez 2010; Puspita & Azis 2019; Cuaton 2019; Nor et al. 2019). Pada bagian ini kami mengkaji rantai nilai dalam enam bagian: phyconomy, budidaya dan mata pencaharian; pemasaran dalam negeri; pengolahan; pemasaran dan kebijakan serta institusi internasional.

**3.2.1. PHYCONOMY**

Phyconomy adalah pertanian komersial alga laut (Hurtado, Neish & Critchley 2019). Tiga jenis utama rumput laut ditanam di Indonesia. Dua digunakan untuk memproduksi karagenan (*Euचेuma denticulatum*, dulu dikenal sebagai *Euचेuma spinosum*, dan *Kappaphycus alvarezii*, dulu dikenal sebagai *Euचेuma cottoni*), sedangkan satu digunakan untuk memproduksi agar (*Gracilaria spp*).



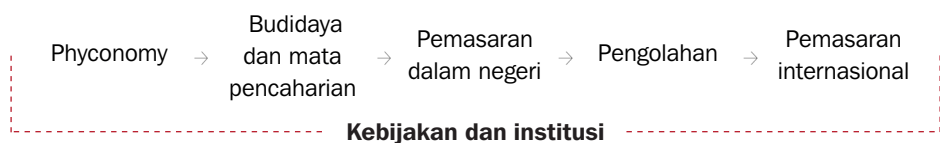
Gambar 8 Distribusi Produksi Rumput Laut di Indonesia 2017 menurut jumlahnya. Sumber – data produksi 2017



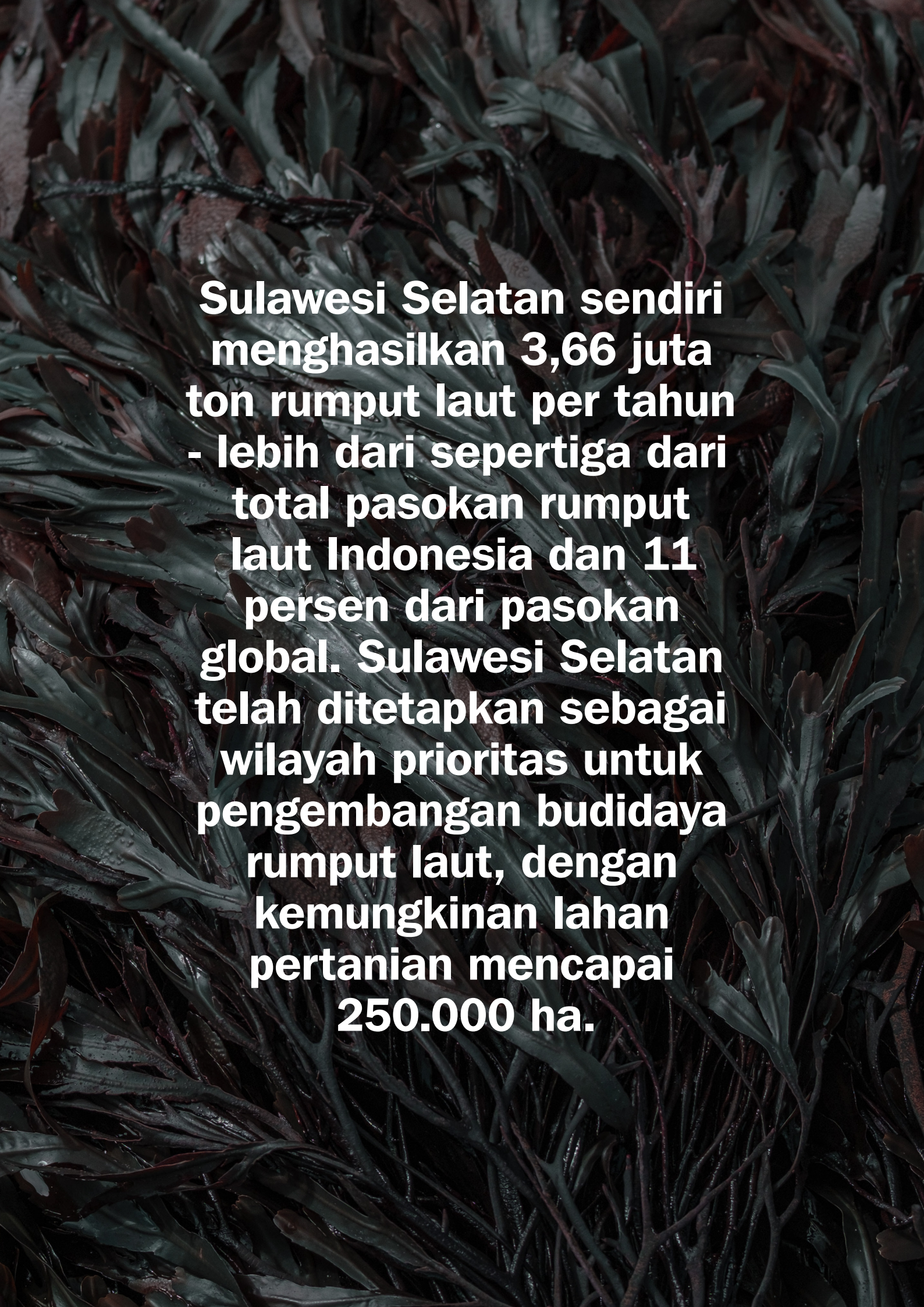
Gambar 9 Produksi rumput laut di Sulawesi Selatan. Sumber – data produksi 2017

Kemajuan signifikan telah dibuat dalam teknik pertanian (Hurtado et al. 2013; Hurtado, Neish & Critchley 2015). Banyak faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan rumput laut, antara lain suhu air, radiasi, salinitas, nutrisi, PH, ukuran benih dan materi genetik, tingkat sedimentasi, kadar oksigen air, pengembalaan ikan, pertumbuhan epifit, dan infeksi penyakit (Ateweberhan, Rougier & Rakotomahazo 2015; Azanza & Tanyakan 2017).

Salinitas tampak sangat penting. Salinitas optimal untuk pertumbuhan *Kappaphycus spp.* dan *Kappaphycus alvarezii* masing-masing 30-33 dan 25-35 psu (Azanza & Ask 2017). Air laut memiliki salinitas 35 psu, sehingga berkurangnya salinitas akibat curah hujan pada musim tertentu dapat meningkatkan produksi rumput laut secara signifikan. Laju pertumbuhan dan produksi karagenan rumput laut saling terkait, sehingga perbedaan musim di keduanya signifikan (Wakibia et al.2006; de Góes & Reis 2012; Hayashi et al.2007; 2011; 2017).



Gambar 10 Rantai nilai industri rumput laut

The background of the image is a dense field of seaweed, likely a type of brown seaweed, with long, narrow, dark green to blackish leaves. The seaweed is growing in a natural, somewhat chaotic pattern, filling the entire frame. The lighting is somewhat dim, giving the seaweed a dark, almost blackish-green appearance in some areas, while other parts catch the light, showing more detail of the leaf structure.

**Sulawesi Selatan sendiri  
menghasilkan 3,66 juta  
ton rumput laut per tahun  
- lebih dari sepertiga dari  
total pasokan rumput  
laut Indonesia dan 11  
persen dari pasokan  
global. Sulawesi Selatan  
telah ditetapkan sebagai  
wilayah prioritas untuk  
pengembangan budidaya  
rumput laut, dengan  
kemungkinan lahan  
pertanian mencapai  
250.000 ha.**

Pupuk nitrogen yang mengalir dari curah hujan di darat merupakan faktor lain. Tingkat nutrisi mempengaruhi laju pertumbuhan rumput laut dan tampaknya ketidakcukupan nitrogen dapat membatasi laju pertumbuhan (Li, Li & Wu 1990) atau menyebabkan peningkatan substansial (Nursidi et al. 2017; Forero 2017).

Kondisi air laut yang asam (Zitta et al. 2012) dan jarak tanam (Febriyanti et al. 2019) juga mempengaruhi laju pertumbuhan. Memahami lebih jauh tentang faktor-faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan rumput laut dan produksi karagenan dapat meningkatkan produktivitas, dan juga dapat membantu dalam perencanaan lokasi budidaya rumput laut (Teniwut, Marimin & Djatna 2018; Utama & Handayani 2018).

Rumput laut diperbanyak secara klonal menggunakan stek dan karena musim yang pendek dan penggunaan kembali bibit, kualitas materi genetik menurun dengan cepat, menyebabkan hasil dan kualitas yang lebih rendah serta lebih banyak penyakit (Hurtado, Magdugo & Critchley 2020). Beberapa proyek telah berupaya untuk meningkatkan budidaya rumput laut melalui pendistribusian materi genetik yang ditingkatkan (mis. Galon 2019; Halling et al. 2013). Mempertahankan dan meningkatkan kualitas materi genetik merupakan tantangan utama bagi industri (Hurtado, Magdugo & Critchley 2020).

Kelestarian lingkungan industri mempengaruhi produktivitas secara lokal, serta memiliki dampak yang lebih luas. Budidaya rumput laut dapat mengubah kumpulan ikan dan proses ekologi di daerah sekitarnya (Chacin et al. 2020) dan secara negatif mempengaruhi keanekaragaman hayati jenis asli (Tano et al. 2015). Dampak lingkungan sangat bervariasi menurut lokasi (Castelar et al. 2015). Selain itu,

hama dan penyakit merupakan tantangan utama (Pang et al. 2015). Dan meskipun perubahan iklim tampaknya meningkatkan kawasan yang cocok untuk budidaya rumput laut karagenan, hal itu juga menciptakan suhu air laut permukaan yang lebih tinggi dan mungkin memiliki efek negatif pada reproduksi rumput laut (Msuya & Porter 2014; Largo et al. 2017).

Ini semua menunjukkan perlunya studi terapan lebih lanjut tentang laju pertumbuhan rumput laut, hasil karagenan, dan dampak lingkungan. Studi ini harus didasarkan pada konteks geografis tertentu, seperti Sulawesi Selatan, dan dipetakan terhadap tanggapan petani terhadap lingkungan yang berubah untuk memahami interaksi proses biologis, sosial dan ekonomi.

### 3.2.2. BUDIDAYA DAN MATA PENCAHARIAN

Petani biasanya membeli benih dari petani lain atau dari pemerintah, dan kemudian mengikat benih rumput laut ke tali yang digantung di laut selama sekitar 40 hari. Mereka kemudian memanen dan mengeringkan rumput laut sebelum dijual ke pedagang.

Di Sulawesi Selatan, petani rumput laut biasanya juga menghasilkan produk lain (Aslan et al. 2015). Masyarakat pesisir sering melaporkan pendapatan yang lebih tinggi dari budidaya rumput laut dibandingkan aktivitas lainnya (Aslan et al. 2018; Poeloengasih et al. 2014; Sitompul & Matasik 2019; Sunadji & Lusiana 2019), meskipun profitabilitas sistem yang berbeda bervariasi secara signifikan (FAO 2013; Valderrama et al. 2015; Dos Santos et al. 2018).

Beberapa penelitian membahas manfaat diversifikasi pendapatan melalui budidaya rumput laut (misalnya FAO 2013; Salayo et al. 2012; Yarish et al. 2014; Shanmugam et al. 2017), tetapi

banyak petani yang terus hidup di bawah garis kemiskinan (Aslan et al. 2018). Seringkali rendahnya penerapan teknologi baru membatasi produktivitas dan pendapatan (misalnya Yusuf, Arsyad & Nuddin 2018). Petani dapat kekurangan akses ke informasi tentang teknologi dan peluang pemasaran (Nuryadi et al. 2019). Biaya modal rendah, tetapi waktu pembayaran kembali masih menjadi pertimbangan penting - satu studi di Filipina menunjukkan bahwa enam hingga sembilan bulan adalah hal biasa (Samonte 2017).

Manfaat ekonomi dari budidaya rumput laut mungkin lebih diprioritaskan daripada masalah lingkungan (Akrim, Dirawan & Rauf 2019), dan transisi mata pencaharian yang cepat bisa jadi tidak berkelanjutan (misalnya Steenbergen, Marlessy & Holle 2017). Selain itu, peralihan ke budidaya rumput laut dapat menghasilkan perubahan sosial (Rahim 2019; Mariño et al. 2019; Mirera et al. 2020). Di desa budidaya rumput laut, mekanisme dukungan internal (seperti keluarga) sangatlah penting (Suyo et al. 2020).

Perempuan mendominasi budidaya rumput laut di beberapa daerah (Mirera et al. 2020); hal ini dapat menjadi sumber pendapatan penting bagi perempuan pedesaan (Periyasamy, Anantharaman & Balasubramanian 2014; Cuaton 2019). Pada umumnya perempuan terlibat dalam setiap tahap dari persiapan, pertanian, pemrosesan, dan aktivitas pemasaran (Msuya & Hurtado 2017; Ramirez, Narvaez & Santos-Ramirez 2020). Namun, perempuan mungkin mengalami kekurangan akses ke dukungan eksternal (Suyo et al. 2020).

Pendapatan yang relatif tinggi tetapi tidak menentu yang diperoleh dari budidaya rumput laut, ketergantungan pada input modal dan akses ke wilayah laut, kebutuhan tenaga kerja yang berbeda dan pola pengembalian

pendapatan yang berbeda semuanya membentuk aktivitas sehari-hari dan hubungan sosial mereka yang ada di industri. Misalnya, petani sering menggunakan pendapatan kecil yang sering mereka peroleh dari penangkapan ikan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, dan pembayaran yang lebih besar dan jarang dari rumput laut untuk mendanai kebutuhan seperti biaya sekolah anak-anak (Aslan et al. 2018). Perhatian yang cermat diperlukan tentang bagaimana keterlibatannya dalam tanaman perdagangan ini membentuk hubungan sosial.

### 3.2.3. PEMASARAN DOMESTIK

Pedagang [berperan] penting dalam industri rumput laut (Mulyati 2015; Sutinah et al. 2018) tetapi profitabilitas mereka bervariasi (Sutinah et al. 2018). Beberapa di antaranya adalah pedagang tingkat lokal yang menjual ke pedagang atau pengolah yang lebih besar; yang lain beroperasi secara regional untuk mengemas ulang rumput laut dan menjualnya kembali ke eksportir atau pengolah. Seringkali terdapat beberapa saluran pemasaran dengan proporsi keuntungan yang berbeda untuk petani, pedagang skala kecil dan pedagang regional (Tumiwa et al. 2017; Sutinah et al. 2018). Di tingkat desa, pedagang seringkali menjadi satu-satunya sumber informasi pemasaran bagi petani (Nor 2016) dan dapat menetapkan harga lokal karena mereka menyediakan layanan lain seperti kredit informal dan transportasi (Nor 2016). Koperasi petani mungkin bermanfaat (Nor et al. 2016; 2017), dan pusat informasi rumput laut serta program penyuluhan dapat memberikan dukungan penting bagi petani (Teniwut 2019).

Kualitas rumput laut kering mentah (RDS) yang buruk merupakan tantangan utama

bagi para pedagang. Pengerinan merupakan masalah khusus: hal ini mempengaruhi kualitas bagi pedagang (Katili, Dali & Yusuf 2019; Vairappan et al. 2014), sementara petani sering kesulitan untuk mengeringkan rumput lautnya di musim hujan. Rumput laut dikeringkan dengan cara digantung atau dihampar di atas terpal atau di tanah hingga seminggu untuk mengurangi kadar air hingga optimal 35 persen. Metode pengeringan mempengaruhi kadar air, serta adanya kontaminan seperti garam, kotoran dan pasir. RDS dengan kadar air, pasir dan garam yang tinggi lebih murah bagi pedagang, karena RDS dapat menyusut (karena semakin mengering dalam perjalanan) atau dibersihkan oleh pembeli. Oleh karena itu, pengeringan rumput laut merupakan kunci untuk meningkatkan rantai nilai. Penggunaan pengeringan surya 'rumah kaca' merupakan perkembangan penting (Hurtado et al. 2013; Pangan, Ampo & Barredo 2020) meskipun belum diadopsi secara luas dan bergantung pada fluktuasi cuaca.

Kota Makassar menangani rumput laut dari Sulawesi Selatan dan sekitar Indonesia bagian timur (Sutinah et al. 2018). Ada kebutuhan untuk memetakan pekerjaan pedagang lokal dan margin keuntungan di seluruh rantai nilai, dan menargetkan masalah pengeringan rumput laut.

### 3.2.4. PEMROSESAN

Industri pengolahan rumput laut Indonesia terutama difokuskan pada pembuatan produk karagenan, yang digunakan dalam pengolahan makanan (lihat Pereira 2016; Loureiro et al. 2017). Harga karagenan global biasanya mengikuti harga di Indonesia karena Indonesia mendominasi pasokan dunia (Campbell & Hotchkiss 2017), sementara permintaan untuk makanan olahan dan pengoperasian

BLG pengolah karagenan utama Tiongkok memengaruhi harga secara signifikan. Namun, relatif sedikit RDS Indonesia yang diolah menjadi produk bernilai tambah seperti karagenan, dan industri pengolahan dalam negeri umumnya kesulitan untuk bersaing dengan pengolah Tiongkok, sebagian karena pemrosesan bergantung pada impor bahan kimia dari Tiongkok (Centre for the Promotion of Imports from Developing Countries, 2019). Perpres 33-2019 menekankan pentingnya pengembangan produk bernilai tambah baru dari rumput laut seperti pangan, pakan ternak, pupuk, kosmetik, dan bioetanol. Banyak proyek penelitian kini menargetkan tujuan ini (misalnya Aji et al. 2019; Mantri et al. 2017; Munandar et al. 2019; Nurjana et al. 2016; Rasyid 2017; Sulfahri et al. 2020a; 2020b; Tarman et al, 2020; Yusuf et al. 2020).

Upaya sedang dilakukan untuk memperluas rangkaian produk dari rumput laut (Álvarez et al. 2019) dan untuk mengurangi limbah (Ortiz-Tena, Schieder & Sieber 2017). Upaya untuk mengembangkan biofuel berbasis makroalga cukup menjanjikan (Meinita et al. 2015; Gao 2020, dan lihat keluaran PAIR Sulfahri et al. 2020a; 2020b). Rumput laut merah Indonesia menjanjikan pengembangan produk kosmetik atau farmasi (Khatulistiwa et al. 2020; Puspita et al. 2020). Riset tentang produk makanan memang populer, tetapi ada kekhawatiran tentang kontaminasi logam berat (Afiah, Supartono & Suwondo 2019).

Secara realistis, industri kemungkinan akan tetap berpusat di sekitar produksi karagenan untuk beberapa waktu. Pasar Eropa semakin menuntut campuran karagenan berkualitas tinggi dengan atribut tertentu (Centre for the Promotion of Imports from Developing Countries, 2019). Berbagai faktor, yang ditentukan sebelumnya dalam rantai pasokan, memengaruhi kualitas. Dengan demikian, integrasi yang lebih baik

antara petani rumput laut dan pengolah dapat secara signifikan meningkatkan kualitas masukan ke dalam industri pengolahan, sehingga menguntungkan bersama.

Aliran limbah dari produksi karagenan merupakan bahaya lingkungan utama (Mulyati 2015). Ini adalah area prioritas untuk penelitian di masa depan.

Proses Multi-Stream Zero Effluent (MUZE) menjanjikan (Neish 2013 a; 2013b; 2015; Neish & Suryanarayan 2017) - ini bertujuan untuk meningkatkan rangkaian produk rumput laut dan meningkatkan efisiensi dengan melewati pengeringan dan menggunakan jus rumput laut mentah sebagai masukan. Namun, kebutuhan untuk pengangkutan cepat jus yang mudah rusak akan membutuhkan reorganisasi rantai pasokan. Itu mungkin tidak dapat dilakukan di beberapa lokasi.

### 3.2.5. PERDAGANGAN INTERNASIONAL

Kami menggunakan Revealed Comparative Advantage (RCA) dan analisis masukan-keluaran untuk menganalisis pentingnya rumput laut Indonesia di pasar global.

Produksi rumput laut di Indonesia meningkat dari 6,5 juta ton pada tahun 2012 menjadi 10,5 juta ton pada tahun 2017, dan menyumbang rata-rata 69 persen dari total budidaya perikanan di Indonesia dari tahun 2012-2017 (Statistik KKP 2019). Lebih dari 139.500 rumah tangga terlibat dalam budidaya rumput laut di Indonesia pada tahun 2016 dan ekspor rumput laut Indonesia meningkat dari US \$ 134 juta pada tahun 2012 menjadi US \$ 219 juta pada tahun 2019 (UN Comtrade 2020). Dengan menggunakan skor RCA rata-rata untuk menguji daya saing ekspor dari tahun 2012 hingga 2019, ditemukan bahwa Indonesia menduduki peringkat kedua setelah

Republik Korea sebagai pengeksport rumput laut ke pasar global untuk "rumput laut dan alga lainnya; layak untuk konsumsi manusia" (Kode HS: 121221) dan kedua setelah Chile untuk "rumput laut dan ganggang lainnya; tidak layak untuk dikonsumsi manusia" (Kode HS: 121229). Analisis masukan-keluaran kami yang dilakukan menggunakan database IO pada tahun 2010 menemukan bahwa 61 persen produksi rumput laut Indonesia digunakan untuk permintaan input / intermediate untuk sektor produksi lain, sementara hanya 39 persen digunakan untuk permintaan akhir, seperti konsumsi rumah tangga dan ekspor. Lebih lanjut, jika dibandingkan dengan produk akuatik lainnya seperti ikan, udang, krustasea lainnya dan biota perairan lainnya, rumput laut memiliki kinerja tertinggi dalam total keterkaitan ke depan sebesar 1.775, dibandingkan dengan ikan misalnya sebesar 1.630, yang mencerminkan penambahan nilai substansial yang terjadi. Untuk keluaran dan pendapatan, rumput laut menghasilkan pengganda masing-masing sebesar 1,167 dan 0,123 pada tahun 2010. Berdasarkan hasil awal kami, kami menyimpulkan bahwa sektor rumput laut akan menjadi lebih penting bagi perekonomian Indonesia.

Indonesia sedang mencari cara untuk meningkatkan rantai nilai global menuju "titik pendorong" dari rantai di mana lebih banyak nilai dapat diperoleh. Seperti dibahas di atas (1.4.2.4), hal ini terutama melalui pemrosesan lebih lanjut menjadi rumput laut semi-penyulingan dan produk akhir di Indonesia, termasuk Sulawesi Selatan. Hal ini menimbulkan tuntutan yang tinggi pada modal, teknologi dan kapasitas manajemen. Salah satu pendekatan untuk ini adalah melalui investasi asing di Indonesia, terutama pembangunan fasilitas pemrosesan utama oleh BLG produsen karagenan Tiongkok. Pembuat kebijakan dan industri Indonesia harus mengembangkan strategi yang layak di tempat

yang paling menguntungkan bagi Indonesia dan Sulawesi Selatan dalam rantai nilai rumput laut global, yang dapat disertai dengan kebijakan dan langkah-langkah teknologi yang tepat.

### 3.2.6. INSTITUSI DAN KEBIJAKAN

Kebijakan perdagangan internasional berdampak penting pada daya saing rantai nilai rumput laut (Tombolotutu et al. 2019) dan pembebasan Pajak Pertambahan Nilai dirancang untuk mendukung industri (Anugrahayu, Darwanto, & Jamhari 2017). Distribusi kegiatan pengumpulan dan pemrosesan yang lebih strategis dapat mengurangi risiko dalam rantai pasokan (Mulyati 2015; Mulyati & Geldermann 2017). Studi tentang organisasi budidaya rumput laut mendukung perencanaan pengelolaan zona pesisir (Rameshkumar & Rajaram 2018), sementara mengembangkan undang-undang ketahanan hayati yang sesuai merupakan tantangan (Campbell et al. 2019; Kambey et al. 2020 Mateo 2020). Dampak lembaga publik Indonesia terhadap industri rumput laut bervariasi, dan penelitian untuk mendukung integrasi yang erat antara pembuat kebijakan, pemangku kepentingan industri, dan petani dapat meningkatkan hasil.

Tantangan ini dapat didekati melalui penelitian interdisipliner yang strategis dan bertarget, sebagaimana diuraikan dalam Bagian 4.2.

### 3.3. MATA PENCAHARIAN RUMPUT LAUT

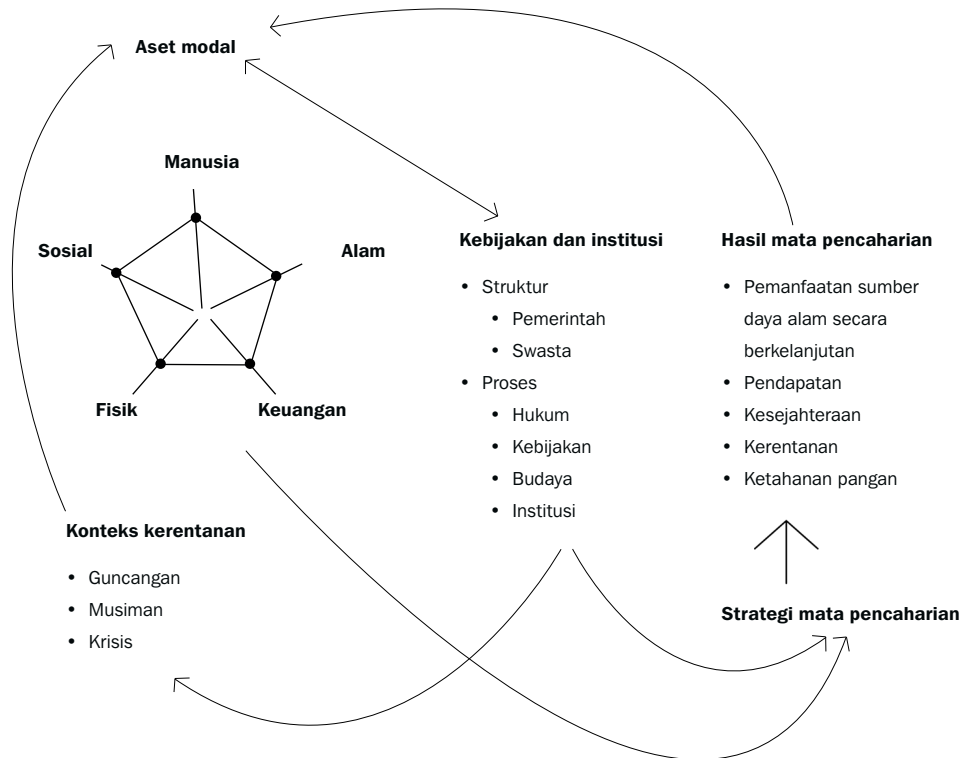
Pendekatan mata pencaharian berkelanjutan untuk meneliti industri rumput laut mempertimbangkan interaksi antara aset modal petani rumput laut, konteks kerentanan, kebijakan dan kelembagaan,

strategi mata pencaharian dan hasil mata pencaharian (Gambar 3.3.1.). Kerangka kerja ini akan digunakan untuk membuat konsep dan melakukan penelitian di SIP.

Karena COVID-19, sebagian besar pendekatan kami berfokus pada analisis desktop, dan pengembangan anggaran rumput laut rumah tangga yang dijelaskan di sini. Model ini terutama berfokus pada ekonomi budidaya rumput laut, termasuk pendapatan tunai dan penggunaan tenaga kerja (berdasarkan gender), yang merupakan inti dari mata pencaharian rumah tangga, tetapi juga menggabungkan sebagian besar dimensi yang diidentifikasi oleh Serrat (2017) di atas.

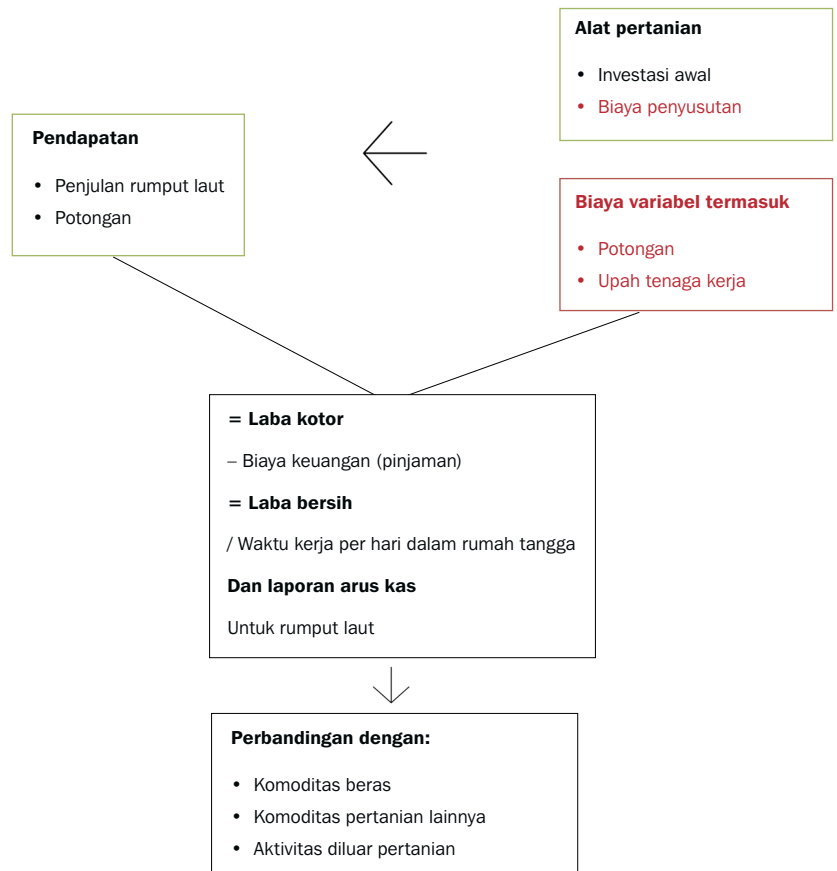
Model bio-ekonomi rumah tangga rumput laut dirancang untuk mensimulasikan sistem produksi rumput laut rumah tangga, sehingga dapat dipahami, dikuantifikasi, dan ditingkatkan. Perbaikan dapat mencakup hal-hal dalam produktivitas, profitabilitas, dan - yang terpenting - alokasi tenaga kerja semua anggota keluarga dengan peran yang berbeda. Temuan ini dapat digunakan secara langsung oleh rumah tangga atau dimasukkan ke dalam kebijakan dan sistem penyuluhan provinsi dan lokal. Struktur model disajikan di bawah ini.

Model yang dibangun, menggunakan Excel, berdasarkan perwakilan rumah tangga di Kabupaten Pangkep. Desain model dan parameter diperoleh dari studi tentang budidaya rumput laut rumah tangga (lihat di atas) dan dicek silang dengan ahli lokal. Model ini memperluas pendekatan sebelumnya dalam beberapa cara. Pertama, memiliki dimensi musim yang kuat, berdasarkan siklus produksi rumput laut (45-90 hari). Hal ini memungkinkan pemeriksaan hasil model (produktivitas, penggunaan tenaga kerja, harga dan profitabilitas) pada waktu yang berbeda dalam setahun, yang dapat memandu keputusan dan penyuluhan rumah tangga. Kedua, model tersebut menggunakan indikator kinerja "kembali ke tenaga kerja" (berdasarkan pendapatan dan penggunaan tenaga kerja yang dicatat dalam buku harian tenaga kerja). Rumah tangga kemudian dapat membuat keputusan tentang cara terbaik menggunakan waktu mereka untuk budidaya rumput laut (berdasarkan



Gambar 3.3.1. Pendekatan Mata Pencaharian Berkelanjutan Direproduksi dari Serrat (2017)

**Sistem produksi rumput laut rumah tangga berdasarkan siklus produksi**



Gambar 3.3.1a. Struktur model bio-ekonomi rumah tangga rumput laut di Sulawesi Selatan

musim) dan membandingkannya dengan kegiatan lain.

Simulasi yang dijalankan oleh model akan memberikan rekomendasi kepada rumah tangga untuk menyesuaikan produksi berdasarkan musim, lamanya siklus produksi, menggunakan bibit sendiri atau membeli, menggunakan pupuk, mengganti atau memangkas rumput laut, melakukan proses pengelolaan pasca panen yang berbeda, atau mengubah waktu penjualan untuk memaksimalkan harga.

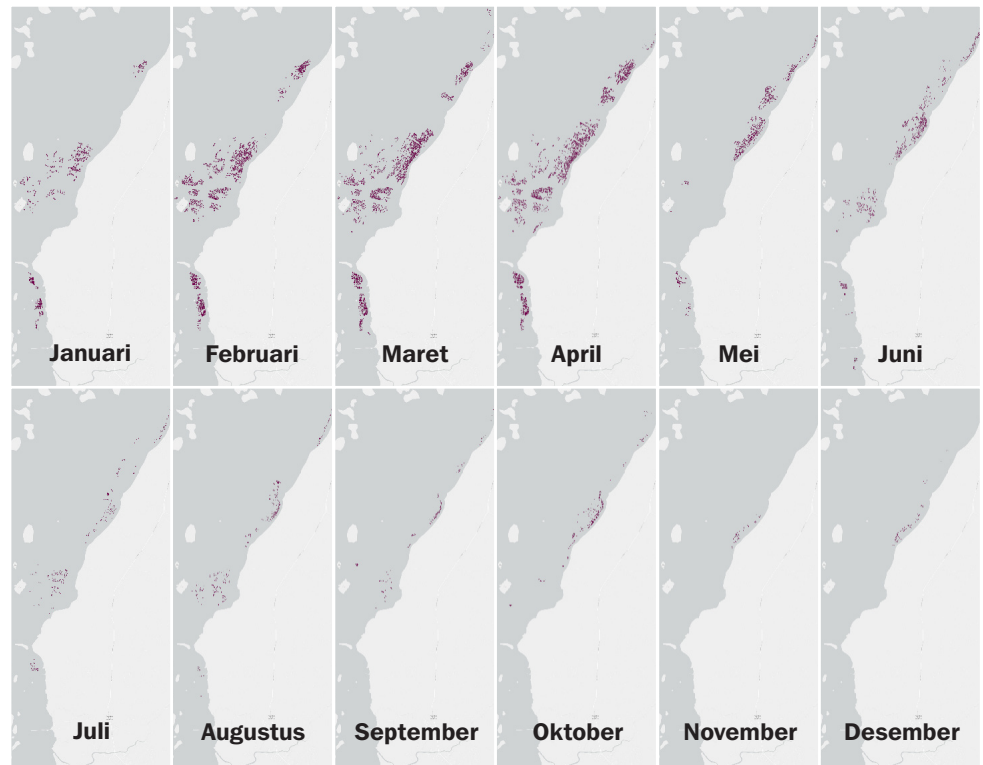
Anggaran akan diisi di SIP melalui survei, metode pengumpulan data online (misalnya buku harian tenaga kerja, informasi harga) dan melalui cara yang lebih kualitatif (video rumah tangga dan grup obrolan). Proses ini bertujuan untuk mengembangkan dan berbagi keterampilan ekonomi dan manajemen produksi rumah tangga yang terlibat dalam penelitian.

### 3.3.1. MENELITI RUMPUT LAUT SELAMA PANDEMI COVID - 19

COVID-19 telah menciptakan tantangan baru dan signifikan bagi komunitas pembudidaya rumput laut, dan membatasi kemampuan peneliti untuk memasuki komunitas ini dan mengeksplorasi tantangan tersebut. Untuk mengatasi ini, kami menggunakan data penginderaan jauh untuk memantau produksi rumput laut (lihat Bagian 2.0.). Bagian berikut menjelaskan hasil analisis dan mempertimbangkan peluang untuk memperluas penggunaan data ini.

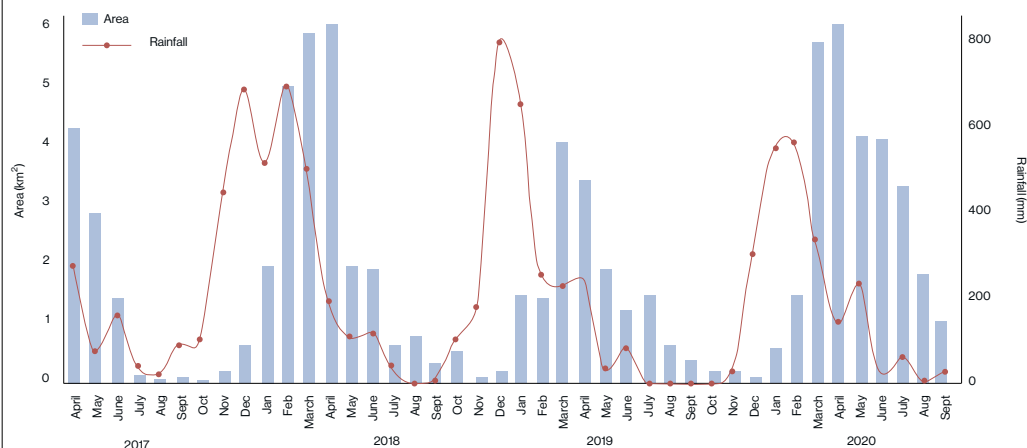
### 3.3.2. PERKIRAAN PRODUKSI TERPERINCI SECARA SPASIAL DAN TEMPORER

Gambar 3.3.1a. menunjukkan hasil latihan pemetaan untuk 2018. 2018 dipilih sebagai tahun tipikal, karena curah hujan atipikal 2019 mengakibatkan penurunan produksi, dan pandemi memengaruhi dinamika produksi pada 2020. Gambar menunjukkan musim pertanian rumput laut yang sangat ekstrem, dengan lebih



Gambar 11 Wilayah penanaman rumput laut sepanjang pesisir Pangkep pada tahun 2018 dari dua pertiga produksi terjadi hanya dalam tiga bulan pada tahun itu (Feb-April), dan 90 persen produksi terjadi dalam enam bulan pertama tahun itu (Gambar 11).

Pemetaan area produksi rumput laut seperti yang dilihat pada data satelit terhadap pola curah hujan memberikan hasil yang ditunjukkan pada Gambar 12. Tingkat pertumbuhan rumput laut sangat dipengaruhi oleh variasi musim dalam salinitas, intensitas cahaya dan gelombang laut. Neish (2015) melaporkan bahwa tingkat pertumbuhan pada waktu yang menguntungkan dalam setahun sebanyak lima kali lebih tinggi daripada pada waktu yang kurang menguntungkan. Laju pertumbuhan rumput laut sangat dipengaruhi oleh tingkat salinitas air, yang terkait erat dengan pola curah hujan regional (Bahiyah et al. 2019). Rumput laut hidrokoloid yang tumbuh di Indonesia tumbuh paling baik pada salinitas 29-34 ppt (Keppres 33-2019, hal 22). Ini sedikit lebih rendah dari rata-rata salinitas air laut, 35 ppt. Dari bulan Maret hingga Mei, salinitas di laut Jawa di lepas Sulawesi Selatan jauh lebih rendah dibandingkan waktu lainnya karena curah hujan yang tinggi di daerah sekitarnya (Bahiyah et al. 2019). Curah hujan di Sulawesi Selatan juga meningkatkan



Gambar 12 Area produksi rumput laut sangat musiman dan terkait dengan pola curah hujan. Sumber data: BMKG (2020); Planet Team (2020)

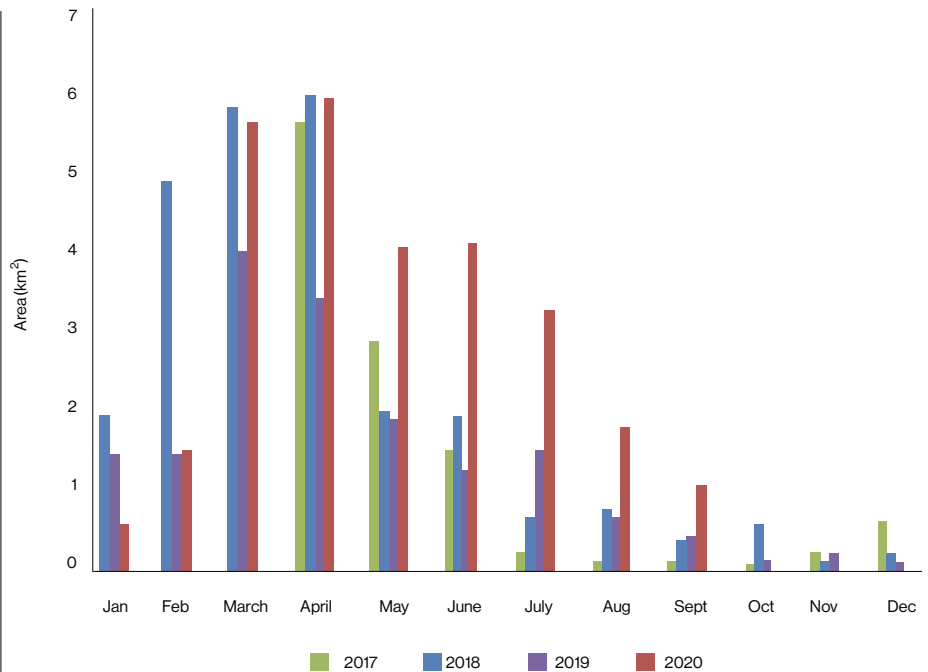
aliran sungai yang mengangkut nutrisi ke laut (Fendi et al. 2019), meskipun curah hujan yang berlebihan dapat menghambat pertumbuhan rumput laut. Selama periode aliran air tawar yang menguntungkan di paruh pertama tahun ini, budidaya rumput laut meluas hingga mencakup area lepas pantai, dan berkontraksi lagi karena aliran sungai berkurang dan air laut memasuki laut Jawa di akhir tahun.

### 3.3.3. MEMANTAU INDUSTRI RUMPUT LAUT SELAMA PANDEMI COVID-19

Pembatasan perjalanan yang terkait dengan COVID-19 telah membatasi kemampuan peneliti dan pemerintah untuk mengeksplorasi dampak pandemi. Penggunaan data satelit menawarkan solusi parsial untuk ini.

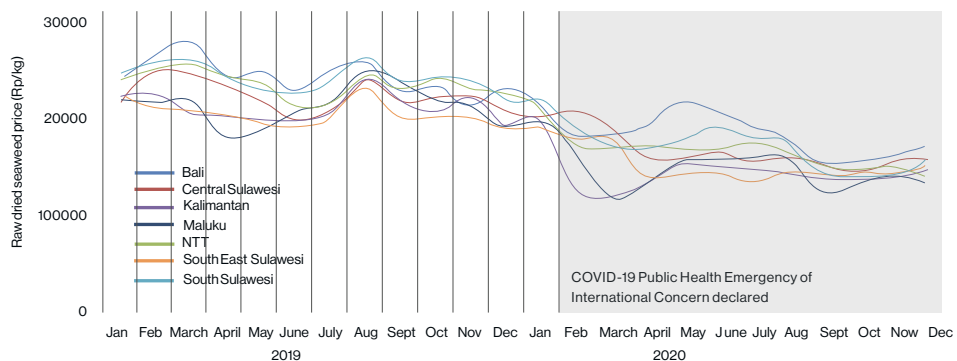
Pada tahun 2020, areal produksi rumput laut dari Mei hingga Agustus rata-rata lebih dari dua kali lipat dari tahun-tahun sebelumnya (Gambar 13). Tidak ada peningkatan yang terlihat dari Februari hingga April, kemungkinan besar karena area yang cocok untuk budidaya rumput laut sudah mendekati kapasitas pada bulan-bulan ini. Area yang lebih tinggi di bawah budidaya rumput laut menunjukkan peningkatan penanaman rumput laut, atau penurunan panen rumput laut. Peningkatan rumput laut kemungkinan besar disebabkan oleh berbagai faktor lingkungan, sosial ekonomi dan kebijakan. Secara lingkungan, 2020 adalah tahun La Niña, dan akibatnya, diharapkan terjadi variasi curah hujan dan suhu air.

Selain itu, dampak pandemi terhadap lapangan kerja di seluruh Indonesia dapat meningkatkan ketersediaan tenaga kerja untuk budidaya rumput laut, terutama di kalangan masyarakat (terutama kaum muda) yang sebelumnya bekerja atau belajar di perkotaan. Selain itu, kebijakan penyuluhan pertanian, seperti program distribusi benih yang dilaksanakan pemerintah di Pangkep pada tahun 2020, dapat membuat budidaya rumput laut lebih disukai. Alternatifnya, ada kemungkinan panen rumput laut menurun karena harga rendah, baik disebabkan oleh teknik penyimpanan atau karena upah tenaga kerja yang tidak mencukupi. Namun, kami belum menemukan laporan yang menyarankan hal ini. Sebaliknya, sebagian besar laporan menunjukkan peningkatan produksi selama pandemi, meskipun target produksi pemerintah berkurang (Ambari 2020).



Gambar 13 Area produksi rumput laut dari Mei – Agustus 2020 secara signifikan lebih tinggi dari tahun-tahun sebelumnya {data satelit}

Efek COVID-19 yang jelas adalah penurunan harga rumput laut bersamaan dengan penurunan biaya tenaga kerja. Di Bali, laporan menunjukkan bahwa banyak operator pariwisata yang terkena pandemi telah kembali ke budidaya rumput laut, dimana mereka mencari penghasilan yang lebih baik (BBC 2020; Pratiwi 2020). Hal ini terjadi meskipun harga di tingkat petani rumput laut mengalami penurunan yang signifikan (Gambar 14). Rata-rata, harga turun 33 persen di lokasi Sulawesi Selatan yang datanya tersedia sejak dimulainya pandemi. Tren ini tercermin di seluruh negeri, dengan harga rata-rata turun dari Rp 22.286 menjadi Rp 13.961 sejak pandemi mulai (Gambar 8). Karena pembudidayaan rumput laut sudah menjadi aktivitas yang sedikit produktif, penurunan seperti itu dapat sepenuhnya menghapus profitabilitasnya setelah memperhitungkan masukan, depresiasi modal, dan biaya tenaga kerja. Sebuah laporan dari Sulawesi menunjukkan bahwa di satu daerah, harga turun dari Rp 22.000 menjadi Rp 13.000 sementara biaya benih tetap konstan. Hal ini membuat para petani melaporkan kerugian setelah memperhitungkan biaya benih rumput laut dan tenaga kerja (Febriady 2020). Peningkatan produksi yang disertai penurunan harga adalah kebalikan dari respons normal. Satu penjelasan untuk ini adalah biaya masukan yang lebih rendah, dalam hal ini kemungkinan tenaga kerja. Penurunan harga rumput laut diduga terkait dengan penangguhan ekspor sementara selama pandemi, yang menyebabkan berkurangnya fasilitas penyimpanan dan penurunan harga



Gambar 14 Harga beli Cottoni (*Kappaphycus alvarezii*) kering di seluruh Indonesia rata-rata menurun 37 persen dari Januari hingga September 2020. Sumber Data: Rata-rata harga bulanan yang dilaporkan JaSuDa (2020)

**Terdapat potensi signifikan untuk data satelit frekuensi tinggi yang baru tersedia dan beresolusi tinggi untuk digunakan dalam industri rumput laut untuk memantau produksi dan menginformasikan kebijakan... Data ini memberikan sumber informasi yang sangat berguna untuk menyempurnakan perkiraan resmi.**

(Kementerian Perdagangan Republik Indonesia 2020). Faktor-faktor ini menunjukkan gangguan signifikan pada industri rumput laut sejak awal pandemi, dengan beberapa menyarankan perlunya intervensi kebijakan untuk menstabilkan penurunan harga (Warta Ekonomi 2020).

### 3.3.4. INSIGHT

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa terdapat potensi signifikan untuk data satelit frekuensi tinggi yang baru tersedia dan beresolusi tinggi untuk digunakan dalam industri rumput laut untuk memantau produksi dan menginformasikan kebijakan. Pemahaman yang akurat, rinci secara spasial dan temporal tentang pola budidaya rumput laut penting untuk berbagai tujuan, seperti perencanaan dan zonasi penggunaan darat dan laut, mengidentifikasi masalah teknis dalam industri, dan meningkatkan integrasi industri, dan untuk proses pelaporan statistik nasional dan internasional.

Dengan memetakan dan mengukur area produksi rumput laut setiap bulan, perkiraan produksi terpilah yang menggambarkan perubahan dramatis dalam pola produksi rumput laut sepanjang tahun dapat dilakukan. Data ini memungkinkan berbagai analisis dengan implikasi kebijakan yang penting.

Pertama, rincian data produksi untuk provinsi tersebut akan memungkinkan analisis dampak berbagai faktor lingkungan terhadap laju pertumbuhan rumput laut. Beberapa studi telah mencoba untuk menilai kepentingan relatif dari faktor-faktor ini (Geromel de Góes & Perpetuo Reis 2012) tetapi telah dibatasi oleh ukuran studi dan jumlah lokasi yang dipertimbangkan. Memahami pola musiman budidaya rumput laut di wilayah yang luas - misalnya, jika data satelit dianalisis untuk seluruh Sulawesi Selatan, atau di sejumlah lokasi di seluruh Indonesia - data ini dapat digunakan

untuk menghasilkan model yang kuat dari kemungkinan dampak berbagai faktor lingkungan pada budidaya rumput laut.

Kedua, data ini dapat digunakan untuk melakukan pemodelan logistik di seluruh provinsi, dan akan sangat meningkatkan akurasi model logistik. Ini akan terbukti berguna dalam merencanakan intervensi kebijakan untuk mendukung pembangunan berkelanjutan dari industri rumput laut.

Data satelit yang disediakan di sini memiliki keterbatasan. Akurasi penilaian dibatasi oleh resolusi citra, dan keberadaan tutupan awan. Studi ini menggunakan peta dasar bulanan yang mewakili suatu rentang daripada titik waktu. Dan meskipun plot rumput laut dapat diidentifikasi dengan akurasi yang memadai di perairan dangkal, hal ini lebih sulit di perairan yang lebih dalam. Gradien warna di perairan pesisir menghadirkan tantangan untuk pemrosesan gambar otomatis dan mempersulit pemrosesan citra di area yang luas, karena plot diidentifikasi berdasarkan bentuk, bukan warna. Variabel yang diukur adalah luas areal produksi dan bukan berat produksi. Karena tingkat pertumbuhan sering bervariasi hingga lima kali antar musim (Neish 2015), perbedaan produksi musiman mungkin lebih atau kurang menonjol daripada yang diperkirakan oleh data ini, tergantung pada apakah petani menanggapi tingkat pertumbuhan yang lebih rendah dengan mengurangi produksi (dan mungkin mengalihkan tenaga kerja untuk kegiatan yang lebih produktif) atau meningkatkan produksi (seperti yang mungkin terjadi jika kegiatan lain yang menghasilkan pendapatan tidak tersedia). Baik data satelit maupun perkiraan produksi triwulanan menghasilkan perkiraan produksi berdasarkan luas areal budidaya, dan tidak memperhitungkan kerugian sebelum panen atau selama pengeringan atau penyimpanan.

Terlepas dari keterbatasan ini, data yang disajikan dalam laporan ini memberikan sumber tambahan untuk pemetaan budidaya rumput laut yang mudah dilakukan di area yang luas dengan tingkat akurasi yang tinggi. Ini dapat digunakan untuk mengukur perkiraan produksi pemerintah lainnya dan meningkatkan keakuratannya, dan sebagai titik perbandingan untuk berbagai lokasi pertanian. Oleh karena itu, data ini memberikan sumber informasi yang sangat berguna untuk menyempurnakan perkiraan resmi, karena verifikasi silang sumber diharapkan dapat menghasilkan gambaran yang lebih akurat.

Terakhir, data ini dapat menyajikan informasi yang sangat cepat dan terkini tentang dampak peristiwa lingkungan dan sosial ekonomi yang signifikan bagi petani, seperti pandemi COVID-19.

## 4.0. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

### 4.1. KESIMPULAN

Proyek percontohan ini menyumbangkan pengetahuan baru di empat bidang utama:

- 1) pemahaman yang mendalam dan komprehensif tentang perubahan produksi rumput laut di seluruh dunia, di Indonesia dan Sulawesi Selatan;
- 2) tinjauan mendalam dan komprehensif tentang rantai nilai rumput laut, termasuk pelajaran dari studi sebelumnya dan bidang lain;
- 3) kerangka kerja dan alat untuk menganalisis mata pencaharian petani rumput laut; dan
- 4) pengenalan penggunaan data penginderaan jauh untuk memantau industri rumput laut.

Secara keseluruhan, proyek ini memberikan wawasan penting yang mendukung pengembangan dan implementasi SIP.

## 4.2. REKOMENDASI

Kami telah mengembangkan serangkaian area yang direkomendasikan untuk penyelidikan lebih lanjut, yang mendukung desain SIP kami. Ini disusun di sekitar bagian yang sama seperti yang digunakan dalam analisis rantai nilai di Bagian 1.4.2.

### 4.2.1. Mendukung Praktik-praktik Phyconomy yang Lebih Baik dan Berkelanjutan

Penelitian diperlukan untuk memahami sistem pemasaran domestik, termasuk peran pedagang dari berbagai skala yang beroperasi di lokasi berbeda. Ini harus melibatkan berbagai metode kualitatif dan kuantitatif untuk mengkarakterisasi sistem pemasaran, margin yang diraih oleh pelaku yang berbeda, dan pendorong manfaat yang berbeda bagi pelaku yang berbeda di lokasi yang berbeda. Ini juga harus melibatkan analisis logistik aliran perdagangan rumput laut musiman di provinsi, yang dapat didukung oleh data satelit seperti yang ditunjukkan pada Bagian 1.4.4. Selain itu, penelitian untuk meningkatkan praktik pengeringan rumput laut harus dilakukan, termasuk pengembangan desain biaya rendah untuk membuat pengering dari bahan lokal. Pengujian tentang pengaruh praktik pengeringan yang berubah terhadap sistem pemasaran domestik harus dilakukan.

### 4.2.2. Mendukung Transisi Mata Pencaharian yang Berkelanjutan dan Adil

Area utama penelitian berikutnya adalah untuk memahami efek sosial dan ekonomi dari transisi ke budidaya rumput laut. Ini harus mencakup penyelidikan menyeluruh

terhadap mata pencaharian rumput laut, termasuk metode kuantitatif (untuk membandingkan produsen rumput laut dengan sejumlah rumah tangga lain di Indonesia dengan strategi mata pencaharian yang berbeda) dan metode kualitatif (untuk memahami pendorong dan motivasi petani rumput laut dan perkiraan dampak sosialnya yang terkait dengan budidaya rumput laut). Hal ini harus didukung oleh model anggaran rumah tangga seperti yang dikembangkan pada Bagian 1.4.3.

### 4.2.3. Mendukung Sistem Pemasaran dalam Negeri yang Berkeadilan dan Efisien

Penelitian diperlukan untuk memahami sistem pemasaran domestik, termasuk peran pedagang dari berbagai skala yang beroperasi di lokasi berbeda. Ini harus melibatkan berbagai metode kualitatif dan kuantitatif untuk mengkarakterisasi sistem pemasaran, margin yang diraih oleh pelaku yang berbeda, dan pendorong manfaat yang berbeda bagi pelaku yang berbeda di lokasi yang berbeda. Ini juga harus melibatkan analisis logistik aliran perdagangan rumput laut musiman di provinsi, yang dapat didukung oleh data satelit seperti yang ditunjukkan pada Bagian 1.4.4. Selain itu, penelitian untuk meningkatkan praktik pengeringan rumput laut harus dilakukan, termasuk pengembangan desain biaya rendah untuk membuat pengering dari bahan lokal. Pengujian tentang pengaruh praktik pengeringan yang berubah terhadap sistem pemasaran domestik harus dilakukan.

### 4.2.4. Mendukung Sektor Pemrosesan yang Efisien dan Menguntungkan

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendukung inovasi teknis

dalam pengolahan. Ini termasuk upaya untuk mengembangkan produk baru (seperti makanan, farmasi, pupuk, dan biofuel) dari rumput laut, serta inovasi untuk mengurangi aliran limbah, dan mengembangkan proses yang lebih efisien seperti menggunakan pemrosesan Multi-Stream Zero Effluent.

### 4.2.5. Mendukung Daya Saing Indonesia dalam Rantai Pasokan Global

Prioritas penelitian utama kelima yang diidentifikasi adalah karakterisasi rantai nilai global. Proyek percontohan menyoroti semakin pentingnya industri rumput laut bagi perekonomian Indonesia dan peran penting rumput laut Indonesia dalam arus perdagangan global. Penelitian lebih lanjut harus memperluas analisis ini dengan memetakan dan mengukur arus perdagangan global produk rumput laut, mengidentifikasi pasar karagenan internasional, dan mengembangkan analisis kami lebih lanjut tentang keunggulan kompetitif Indonesia dalam rantai nilai rumput laut global.

### 4.2.6. Mendukung Perkembangan Industri yang Berkelanjutan Melalui Kebijakan yang Efektif

Terakhir, penelitian dari lima agenda di atas harus dianalisis untuk memberikan rekomendasi ke dalam kebijakan industri, undang-undang dan lembaga; untuk mengembangkan teknologi komunikasi dan rekomendasi untuk mengembangkan informasi industri dan sistem informasi teknis; dan untuk memberikan rekomendasi tentang perencanaan laut dan zonasi.

### 4.3. REFERENSI

- Adharini, R. I., Suyono, E. A., Suadi, Jayanti, A. D., & Setyawan, A. R. (2019). A comparison of nutritional values of *Kappaphycus alvarezii*, *Kappaphycus striatum*, and *Kappaphycus spinosum* from the farming sites in Gorontalo Province, Sulawesi, Indonesia. *Journal of Applied Phycology*, 31(1), 725-730. doi:10.1007/s10811-018-1540-0
- Adnan, H., & Porse, H. (1987). Culture of *Euचेuma cottonii* and *Euचेuma spinosum* in Indonesia. *Hydrobiologia*, 151(1), 355-358. doi:10.1007/BF00046152
- Aeni, O., Aslan, L., Iba, W., Patadjai, A., Rahim, M., & Balubi, M. (2019). Effect of different seedling sources on growth and carrageenan yield of seaweed *kappaphycus alvarezii* cultivated in Marobo Waters, Muna Regency, Southeast (Se) Sulawesi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 382, 012015. doi:10.1088/1755-1315/382/1/012015
- Afiah, R., Supartono, W., & Suwondo, E. (2019). Potential of heavy metal contamination in cultivated red seaweed (*Gracilaria* sp. and *Euचेuma cottonii*) from coastal area of Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 365, 012024. doi:10.1088/1755-1315/365/1/012024
- Ahmad, R., Surif, M., Ramli, N., Yahya, N., Nor, A., & Bekbayeva, L. (2011). A preliminary study on the agar content and agar gel strength of *gracilaria manilaensis* using different agar extraction processes. *World Applied Sciences Journal*, 15, 184-188.
- Aji, B.P., Prayitno, C.H. & Munasik, M. (2019). The Effect of Red Seaweed (*Gracilaria* spp.) Supplementation in Beef Cattle Feed to digestibility of dry matter and organic matter with in vitro method. *Journal of Animal Science and Technology* 1(3).
- Akrim, D., Dirawan, G., & Rauf, B. (2019). Perkembangan Budidaya Rumput Laut Dalam Meningkatkan Perekonomian Masyarakat Pesisir Di Indonesia. *UNM Environmental Journals*, 2, 52. doi:10.26858/uej.v2i2.10089
- Ali, M., Fudholi, A., Sulaiman, J., Muthuvalu, M. S., Rusland, M. H., Yasir, S., & Hurtado, A. Q. (2017). Post-Harvest Handling of *Euचेumatoid* Seaweeds. In A. Q. Hurtado, A. T. Critchley, & I. C. Neish (Eds.), *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities: Focus on Kappaphycus and Euचेuma of Commerce* (pp. 131-146). *Gewerbstrasse, Switzerland: Springer*.
- Álvarez, V., Flórez Fernández, N., Torres, M. D., & Domínguez. (2019). Successful Approaches for a Red Seaweed Biorefinery. *Marine Drugs*, 17, 620. doi:10.3390/md17110620
- Ambari, M. (2020). Produksi Rumput Laut di Pusan Pandemi COVID-19. *Mongabay: Situs Berita Lingkungan*, 22 April, available at <https://www.mongabay.co.id/2020/04/22/produksi-rumput-laut-di-pusan-pandemi-covid-19/>
- Anugrahayu, N., Darwanto, D., & Jamhari, J. (2017). The influence of value added tax exemption towards processed seaweed exports of Indonesia Berkala Ilmiah *AGRIDEVINA*, 6. doi:10.33005/adv.v6i2.1037
- Arsyad M, Nuddin A, Zamhuri M Y and Yusuf S. (2014). The Poverty Reality of Coastal and Agriculture: How Severe the Seaweed Farmers and Cocoa Smallholders Are? *International Journal of Agricultural System*, 2 (2) :119-31
- Aslan, L., Patadjai, R., Ruslaini, Effendy, I., Sarita, A., Amina, S., . . . Armin. (2019a). Seasonal variation in growth and carrageenan yield of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty farmed using mass selection in Bungin Permai Coastal Waters, South Konawe District, Southeast (SE) Sulawesi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 370, 012060. doi:10.1088/1755-1315/370/1/012060
- Aslan, L. O. M., Iba, W., Patadjai, A. B., Rahim, M., Febriyanti, F., Raznawati, . . . Armin, A. (2019b). Effect of Different Initial Weight on Growth and Carrageenan Yield of *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales, Rhodophyta) farmed using Seedlings Produced from Mass Selection Combined with Tissue-Cultured Method C3 - *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 382(1). doi:10.1088/1755-1315/382/1/012007
- Aslan, L., Supendy, R., Taridala, S., Hafid, H., Sifatu, W., Sailan, Z., & Niampe, L. (2018). Income of Seaweed Farming Households: A Case Study From Lemo of Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 175, 012221. doi:10.1088/1755-1315/175/1/012221
- Aslan, L., Iba, W., Bolu, L., Ingram, B., Gooley, G., & De Silva, S. (2015). Mariculture in SE Sulawesi, Indonesia: Culture practices and the socio economic aspects of the major commodities. *Ocean & Coastal Management*, 116, 44-57. doi:10.1016/j.ocecoaman.2015.06.028
- Ateweberhan, M., Rougier, A., & Rakotomahazo, C. (2015). Influence of environmental factors and farming technique on growth and health of farmed *Kappaphycus alvarezii* (cottonii) in south-west Madagascar. *Journal of Applied Phycology*, 27(2), 923-934. doi:10.1007/s10811-014-0378-3
- Azanza, R. V., & Ask, E. (2017). Reproductive Biology and Eco-physiology of Farmed *Kappaphycus* and *Euचेuma*. In A. Q. Hurtado, A. T. Critchley, & I. C. Neish (Eds.), *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities: Focus on Kappaphycus and Euचेuma of Commerce* (pp. 45-54). *Gewerbstrasse, Switzerland: Springer*.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) (2020). <http://dataonline.bmkg.go.id/>
- Bahiyah, A., Wirasatriya, A., Marwoto, J., Handoyo, G., & Anugrah, A. (2019). Study of seasonal variation of sea surface salinity in Java Sea and its Surrounding Seas using SMAP satellite. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 246, 012043.
- BBC (2020). Covid-19: Pariwisata Bali terpuruk, rumput laut menyelamatkan warga Nusa Lembongan, *BBC News: Indonesia*, 16 September, available at <https://www.bbc.com/indonesia/majalah-54172281>
- BMKG (2020). Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) online data service, available at <https://www.bmkg.go.id/>.
- Beltran-Gutierrez, M., Ferse, S. C., Kunzmann, A., Stead, S. M., Msuya, F. E., Hoffmeister, T. S., & Slater, M. J. (2016). Co-culture of sea cucumber *Holothuria scabra* and red seaweed *Kappaphycus striatum*. *Aquaculture Research*, 47(5), 1549-1559. doi:10.1111/are.12615
- Blankenhorn, S. U. (2007). Seaweed farming and artisanal fisheries in an Indonesian seagrass bed: Complementary or competitive usages? . *Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research*.
- Bolton, J. (2019). The problem of naming commercial seaweeds. *Journal of Applied Phycology*, 1-8. doi:10.1007/s10811-019-01928-0
- Busthanul, N., Diansari, P., Summase, I., Amiruddin, A., Lanuhu, N., Viantika, N., . . . Permadi, M. (2019). Agribusiness development economic study of seaweed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 343, 012110. doi:10.1088/1755-1315/343/1/012110
- Campbell, I., Kambey, C., Mateo, J., Rusekwa, S., Hurtado, A., Msuya, F., . . . Cottier-Cook, E. (2019). Biosecurity policy and legislation for the global seaweed aquaculture industry. *Journal of Applied Phycology*. doi:10.1007/s10811-019-02010-5
- Campbell, R., & Hotchkiss, S. (2017). Carrageenan Industry Market Overview. In A. Q. Hurtado, A. T. Critchley, & I. C. Neish (Eds.), *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities: Focus on Kappaphycus and Euचेuma of Commerce* (pp. 193-206). *Gewerbstrasse, Switzerland: Springer*.
- Castelar, B., de Siqueira, M. F., Sánchez-Tapia, A., & Reis, R. P. (2015). Risk analysis using species distribution modeling to support public policies for the alien alga *Kappaphycus alvarezii* aquaculture in Brazil. *Aquaculture*, 446, 217-226. doi:10.1016/j.aquaculture.2015.05.012
- Centre for the Promotion of Imports from developing countries (2019). *Value Chain Analysis Indonesia Seaweed Extracts*. Retrieved from [https://www.cbi.eu/sites/default/files/2019\\_vca\\_indonesia\\_seaweed\\_extracts.pdf](https://www.cbi.eu/sites/default/files/2019_vca_indonesia_seaweed_extracts.pdf)
- Chacin, D., Stallings, C., Eggertsen, M., Åkerlund, C., Halling, C., & Berkström, C. (2020). Altered tropical seascape influence patterns of fish assemblage and ecological functions in the Western Indian Ocean. *Scientific Reports*, 10. doi:10.1038/s41598-020-68904-4
- Cottier-Cook, E., Gachon, C., Bass, D., Stentiford, G., Brodie, J., Shaxson, L., . . . al, e. (2019). The aquaculture and aliens paradox: could the reliance of the seaweed aquaculture industry on non-native species lead to its' downfall?
- Cuatón, G. (2019). A post-disaster gendered value chain analysis on seaweed farming after Super Typhoon Haiyan in the Philippines. *Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy*, ahead-of-print. doi:10.1108/JEC-11-2018-0091
- de Góes, H. G., & Reis, R. P. (2012). Temporal variation of the growth, carrageenan yield and quality of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) cultivated at Sepetiba bay, southeastern Brazilian coast. *Journal of Applied Phycology*, 24(2), 173-180. doi:10.1007/s10811-011-9665-4
- de la Torre-Castro, M., Fröcklin, S., Börjesson, S., Okupnik, J., & Jiddawi, N. S. (2017). Gender analysis for better coastal management – Increasing our understanding of social-ecological seascapes. *Marine Policy*, 83, 62-74. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.05.015>

DKP (Dinas Kelautan dan Perikanan) SulSel 2020. Data produksi sementara komoditas unggulan perikanan budidaya.

Dos Santos, A. A., Dorow, R., Araújo, L. A., & Hayashi, L. (2018). Socioeconomic analysis of the seaweed *Kappaphycus alvarezii* and mollusks (*Crassostrea gigas* and *perna perna*) farming in Santa Catarina state, southern Brazil. *Custos e Agronegocio*, 14(4), 443-472. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85059472721&partnerID=40&md5=331f6c24d22ed2f2be595f217ba804c>

FAO. (2013). Social and economic dimensions of carrageenan seaweed farming. Available at <http://www.fao.org/3/a-i3344e.pdf>.

FAO (2020). Global Aquaculture Production 1950-2018. <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en>

Febriyanti, F., Aslan, L., Iba, W., Patadjai, A., & Nurdin, A. (2019). Effect of various planting distances on growth and carrageenan yield of *Kappaphycus alvarezii* (doty) using seedlings produced from mass selection combined with tissue-cultured method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 278, 012027. doi:10.1088/1755-1315/278/1/012027

Fendi, F., Lili, L., Rakhfid, A., & Rochmady, R. (2019). The growth of seaweed (*Euचेuma cottonii*) at different fertilizing doses in the waters of the village of Ghonebalano, Duruka District, Muna Regency, Indonesia. *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, 3, 17. doi:10.29239/j.akuatikisile.3.1.17-22

Galon, F. (2019). Developing a sustainable community-based farm operation for seaweed growers of Palawan, Philippines. *The Scientific Journal of the Palawan Council for Sustainable Development* 5(1).

Gao, G., Burgess, J., Wu, M., Wang, S., & Gao, K. (2020). Using macroalgae as biofuel: current opportunities and challenges. *Botanica Marina*. doi:10.1515/bot-2019-0065

Geromel de Góes, H. & Perpetuo Reis, R. (2012). Temporal variation of the growth, carrageenan yield and quality of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) cultivated at Sepetiba bay, southeastern Brazilian coast. *Journal of Applied Phycology* 24: 173-180.

Halling, C., Wikström, S. A., Lilliesköld-Sjöö, G., Mörk, E., Lundsör, E., & Zuccarello, G. C. (2013). Introduction of Asian strains and low genetic variation in farmed seaweeds: Indications for new management practices. *Journal of Applied Phycology*, 25(1), 89-95. doi:10.1007/s10811-012-9842-0

Hayashi, L., Faria, G. S. M., Nunes, B. G., Zitta, C. S., Scariot, L. A., Rover, T., . . . Bouzon, Z. L. (2011). Effects of salinity on the growth rate, carrageenan yield, and cellular structure of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) cultured in vitro. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 439-447. doi:10.1007/s10811-010-9595-6

Hayashi, L., Paula, E., & Chow, F. (2007). Growth rate and carrageenan analyses in four strains of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) farmed in the subtropical waters of São Paulo State, Brazil. *Journal of Applied Phycology*, 19(5), 393-399. doi:10.1007/s10811-006-9135-6

Hayashi, L., Reis, R. P., dos Santos, A. A., Castelar, B., Robledo, D., de Vega, G. B., . . . Hurtado, A. Q. (2017). The Cultivation of *Kappaphycus* and *Euचेuma* in Tropical and Sub-Tropical Waters. In A. Q. Hurtado, A. T. Critchley, & I. C. Neish (Eds.), *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities: Focus on Kappaphycus and Euचेuma of Commerce* (pp. 55-90). *Gewerbestrassse, Switzerland: Springer*.

Hossain, M. S., Bujang, J. S., Zakaria, M. H., & Hashim, M. (2016). Marine and human habitat mapping for the Coral Triangle Initiative region of Sabah using Landsat and Google Earth imagery. *Marine Policy*, 72(C), 176-191. doi:10.1016/j.marpol.2016.07.003

Hurtado, A., Neish, I., & Critchley, A. (2019). Phycomy: the extensive cultivation of seaweeds, their sustainability and economic value, with particular reference to important lessons to be learned and transferred from the practice of euचेumatoid farming. *Phycologia*, 58, 472-483. doi:10.1080/00318884.2019.1625632

Hurtado, A. Q., Gerung, G. S., Yasir, S., & Critchley, A. T. (2014). Cultivation of tropical red seaweeds in the BIMP-EAGA region. *Journal of Applied Phycology*, 26(2), 707-718. doi:10.1007/s10811-013-0116-2

Hurtado, A. Q., Magdugo, R., & Critchley, A. T. (2020). Selected red seaweeds from the Philippines with emerging high-value applications. In *Advances in Botanical Research: Academic Press*.

Hurtado, A. Q., Neish, I. C., & Critchley, A. T. (2015). Developments in production technology of *Kappaphycus* in the Philippines: more than four decades of farming. *Journal of Applied Phycology*, 27(5), 1945-1961. doi:10.1007/s10811-014-0510-4

JaSuDa (2020). JaSuDa.net: PT. Jaringan Sumber Daya. Informasi Harga. <https://jasuda.net/infoprs.php>

Kambey, C., Campbell, I., Sondak, C., Nor, A., Lim, P., & Cottier-Cook, E. (2020). An analysis of the current status and future of biosecurity frameworks for the Indonesian seaweed industry. *Journal of Applied Phycology*. doi:10.1007/s10811-019-02020-3

Kamuli, S., & Amin, B. (2018). Women and Organizational Capabilities in Seaweed Production in North Gorontalo. *MIMBAR : Jurnal Sosial dan Pembangunan*, 34, 1-10. doi:10.29313/mimbar.v34i1.2764

Katili, R. A., Dali, F. A., & Yusuf, N. (2019). Quality of dried seaweed *Kappaphycus alvarezii* with traditional drying methods from North Gorontalo C3 - IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 278(1). doi:10.1088/1755-1315/278/1/012039

Kelly, E., Cannon, A., & Smith, J. (2020). Environmental impacts and implications of tropical carrageenophyte seaweed farming. *Conservation Biology*, 34. doi:10.1111/cobi.13462

Khatulistiwa, T. S., Noviendri, D., Munifah, I., & Melanie, S. (2019). Bioactivities of red seaweed extracts from Banten, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 404, 012065. doi:10.1088/1755-1315/404/1/012065

Kunjuraman, V., Hossin, A., & Hussin, R. (2019). Women in Malaysian Seaweed Industry: Motivations and Impacts. *Kajian*

Malaysia, 37, 49-74. doi:10.21315/km2019.37.2.3

Kunzmann, A., Beltran Gutierrez, M., Fabiani, G., Namukose, M., & Msuya, F. (2018). Integrated seaweed – sea cucumber farming in Tanzania.

Langford, A., Waldron, S., Sulphahri, Saleh, H. (2021). Monitoring the COVID-19-affected Indonesian seaweed industry using remote sensing data. *Marine Policy* 127(104431). <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104431>

Langford, A., Waldron, S. and Sulphahri (2020a). Seaweed farmers' flexibility makes Indonesia a major player in global markets, but there is more work to be done. *The Conversation*. <https://theconversation.com/seaweed-farmers-flexibility-makes-indonesia-a-major-player-in-global-markets-but-there-is-more-work-to-be-done-150371>

Langford, A., Waldron, S. and Sulphahri (2020b). Fleksibilitas petani menjadikan Indonesia pemain utama di pasar rumput laut global, meski masih banyak yang harus dikerjakan *The Conversation*. <https://theconversation.com/fleksibilitas-petani-menjadikan-indonesia-pemain-utama-di-pasar-rumput-laut-global-meski-masih-banyak-yang-harus-dikerjakan-150649>

Largo, D. B., Chung, C. S., Phang, S. M., Gerung, G. S., & Sondak, C. (2017). Impacts of Climate change on *Euचेuma-Kappaphycus* Farming. In A. Q. Hurtado, A. T. Critchley, & I. C. Neish (Eds.), *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities: Focus on Kappaphycus and Euचेuma of Commerce* (pp. 121-130). *Gewerbestrassse, Switzerland: Springer*.

Larson, S. Stoeckl, N., Fachry, M.E., Mustafa, M.D., Lapong, I., Purnomo, A.H., Rimmer, M.A. & Paul, N.A. (2020). Women's well-being and household benefits from seaweed farming in Indonesia. *Aquaculture* 530(735711).

Li R, Li J, Wu CY (1990) Effect of ammonium on growth and carrageenan content in *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales, Rhodophyta). *Hydrobiologia* 204–205:499–503.

Loureiro, R. R., Cornish, M. L., & Neish, I. C. (2017). Applications of Carrageenan: With Special Reference to Iota and Kappa Forms and Derived from the *Euचेumatoid* Seaweeds. In A. Q. Hurtado, A. T. Critchley, & I. C. Neish (Eds.), *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities: Focus on Kappaphycus and Euचेuma of Commerce* (pp. 165-172). *Gewerbestrassse, Switzerland: Springer*.

Mariño, M., Breckwoldt, A., Teichberg, M., Kase, A., & Reuter, H. (2019). Livelihood aspects of seaweed farming in Rote Island, Indonesia. *Marine Policy*, 107(103600). doi:10.1016/j.marpol.2019.103600

Mateo, J., Campbell, I., Cottier-Cook, E., Luhan, M., Ferriols, V. M. E., & Hurtado, A. (2020). Analysis of biosecurity-related policies governing the seaweed industry of the Philippines. *Journal of Applied Phycology*. doi:10.1007/s10811-020-02083-7

Meinita, M. D. N., Marhaeni, B., Jeong, G. T., & Hong, Y. K. (2015). Seaweed bioethanol production: Its potentials and challenges. *Marine Bioenergy: Trends and Developments*, 245-255. doi:10.1201/b18494

- Mendoza, W. G., Ganzon-Fortes, E. T., Villanueva, R. D., Romero, J. B., & Montaña, M. N. E. (2006). Tissue age as a factor affecting carrageenan quantity and quality in farmed *Kappaphycus striatum* (Schmitz) Doty ex Silva. *Botanica Marina*, 49(1), 57-64. doi:10.1515/BOT.2006.007
- Ministry of Marine Affairs and Fisheries Republic of Indonesia (2019). Marine and Fisheries Figure 2018, Data Information Centre.
- Mirera, D., Kimathi, A., Ngarari, M., Magondou, E., Wainaina, M., & Ototo, A. (2020). Societal and environmental impacts of seaweed farming in relation to rural development: The case of Kibuyuni village, south coast, Kenya. *Ocean & Coastal Management*, 194, 105253. doi:10.1016/j.ocecoaman.2020.105253
- Msuya, F., & Hurtado, A. (2017). The role of women in seaweed aquaculture in the Western Indian Ocean and South-East Asia. *European Journal of Phycology*, 52, 482-494. doi:10.1080/09670262.2017.1357084
- Msuya, F. E., & Porter, M. (2014). Impact of environmental changes on farmed seaweed and farmers: the case of Songo Songo Island, Tanzania. *Journal of Applied Phycology*, 26(5), 2135-2141. doi:10.1007/s10811-014-0243-4
- Mulyati, H. (2015). Supply Chain Risk Management Study of the Indonesian Seaweed Industry. University of Göttingen, Retrieved from <https://ediss.uni-goettingen.de/handle/11858/00-1735-0000-0022-606A-8>
- Mulyati, H., & Geldermann, J. (2017). Managing risks in the Indonesian seaweed supply chain. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 19(1), 175-189. doi:10.1007/s10098-016-1219-7
- Munandar, A., Surilayani, D., Haryati, S., Sumantri, M.H., Aditia, R.P. and Pratama, G. (2019). Characterization flour of two seaweeds (*Gracilaria* spp. and *Kappaphycus alvarezii*) for reducing consumption of wheat flour in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 383 (012009).
- Neish, I. (2015). A diagnostic analysis of seaweed value chains in Sumenep Regency, Madura Indonesia.
- Neish, I., & Suryanarayan, S. (2017). Development of Eucheumatoid Seaweed Value-Chains Through Carrageenan and Beyond. In *Developments in Applied Phycology* (pp. 173-192).
- Neish, I. C. (2013a). Feasibility Assessment for a Zanzibar MUZE Seaweed Processing Facility (ZanMUZE). Retrieved from [https://open.unido.org/api/documents/4313856/download/3ADI\\_Feasibility%20assessment%20for%20Zanzibar.pdf](https://open.unido.org/api/documents/4313856/download/3ADI_Feasibility%20assessment%20for%20Zanzibar.pdf)
- Neish, I. C. (2013b). Seaweed Value Chain Assessment of Zanzibar: Creating value for the poor. Retrieved from [https://open.unido.org/api/documents/4315887/download/3ADI\\_Seaweed%20value%20chain%20assessment.pdf](https://open.unido.org/api/documents/4315887/download/3ADI_Seaweed%20value%20chain%20assessment.pdf)
- Nor, A. (2016). Exploring and understanding the seaweed marketing system in Malaysia.
- Nor, A. (2017). The Effect of Seaweed Aquaculture Cooperatives on Sustainable Livelihoods in Malaysia.
- Nor, A., Gray, T., Caldwell, G., & Stead, S. (2016). Is a cooperative approach to seaweed farming effectual? An analysis of the seaweed cluster project (SCP), Malaysia. *Journal of Applied Phycology*. doi:10.1007/s10811-016-1025-y
- Nor, A. M., Gray, T. S., Caldwell, G. S., & Stead, S. M. (2019). A value chain analysis of Malaysia's seaweed industry. *Journal of Applied Phycology*. doi:10.1007/s10811-019-02004-3
- Nurjanah, Nurilmala, M., Hidayat, T. & Sudirdjo, F. (2016). Characteristics of Seaweed as Raw Materials for Cosmetics. *Aquatic Procedia* 7:177-180. doi.org/10.1016/j.aqpro.2016.07.02
- Nursidi, Ali, S. A., Anshary, H., & Tahya, A. M. (2017). Environmental parameters and specific growth of *Kappaphycus alvarezii* in Saugi Island, South Sulawesi Province, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 10(4), 698-702. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85026402999&partnerID=40&md5=d12c87ad875552bb201594326845a180>
- Nuryadi, A., Sara, L., Rianda, L., & Bafadal, A. (2019). A model for developing seaweed agribusiness in South Konawe, Southeast Sulawesi, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 12, 1718-1725.
- Ortiz-Tena, J. G., Schieder, D., & Sieber, V. (2017). Carrageenan and More: Biorefinery Approaches with Special Reference to the Processing of *Kappaphycus*. In A. Q. Hurtado, A. T. Critchley, & I. C. Neish (Eds.), *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities: Focus on Kappaphycus and Eucheuma of Commerce* (pp. 155-164). *Gewerbestrass*, Switzerland: Springer.
- Pang, T., Liu, J., Liu, Q., Li, H., & Li, J. (2015). Observations on pests and diseases affecting a eucheumatoid farm in China. *Journal of Applied Phycology*, 27(5), 1975-1984. doi:10.1007/s10811-014-0507-z
- Pangan, R., Ampo, M., & Barredo, Y. (2020). Optimization of the floating-type seaweed dryer. *Aquacultural Engineering*, 89, 102068. doi:10.1016/j.aquaeng.2020.102068
- Periyasamy, C., Anantharaman, P., & Balasubramanian, T. (2014). Social upliftment of coastal fisher women through seaweed (*Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty) farming in Tamil Nadu, India. *Journal of Applied Phycology*, 26(2), 775-781. doi:10.1007/s10811-013-0228-8
- Planet Team (2020). Planet Application Program Interface: In *Space for Life on Earth*. San Francisco, CA. <https://api.planet.com>.
- Poeloengasih, C. D., Bardant, T. B., Rosyida, V. T., Maryana, R., & Wahono, S. K. (2014). Coastal community empowerment in processing *Kappaphycus alvarezii*: A case study in Ceningan Island, Bali, Indonesia. *Journal of Applied Phycology*, 26(3), 1539-1546. doi:10.1007/s10811-013-0153-x
- Pratiwi, F. (2020). Warga Nusa Lemongan Beralih Jadi ke Budidaya Rumput Laut. *Republika* 20 August, available at <https://republika.co.id/berita/qdffd457/warga-nusa-lemongan-beralih-jadi-ke-budidaya-rumput-laut>
- Puspita, M., & Azis, S. (2019). Indonesian Seaweed Hydrocolloids: Challenges and perspective for future development in global value Chain.
- Puspita, M., Setyawidati, N., Stiger, V., Vandanjon, L., Widowati, L., Radjasa, o. K., . . . Bourgougnon, N. (2020). Indonesian *Sargassum* species bioprospecting: potential applications of bioactive compounds and challenge for sustainable development.
- Rahim, M., Aslan, L., Ruslaini, Taridala, S., Wianti, N., Nikoyan, A., . . . Hafid, H. (2019). Livelihood Features of Seaweed Farming Households: A Case study from Bungin Permai Village, South Konawe, South East (SE) Sulawesi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 370, 012025. doi:10.1088/1755-1315/370/1/012025
- Rameshkumar, S., & Rajaram, R. (2018). Impact of Seaweed Farming on Socio-Economic Development of a Fishing Community in Palk Bay, Southeast Coast of India. *Coastal Zone Management: Global Perspectives, Regional Processes, Local Issues*, 501-513. doi:10.1016/B978-0-12-814350-6.00022-7
- Ramirez, P., Narvaez, T., & Santos-Ramirez, E. (2020). Gender-inclusive value chains: the case of seaweed farming in Zamboanga Peninsula, Philippines. *Gender, Technology and Development*, 1-21. doi:10.1080/09718524.2020.1728810
- Rasyid, A. (2017). Evaluation of Nutritional Composition of the Dried Seaweed *Ulva lactuca* from Pameungpeuk Waters, Indonesia. *Tropical Life Sciences Research* 28(2). doi.org/10.21315/tlsr2017.28.2.9
- Salayo, N. D., Perez, M. L., Garces, L. R., & Pido, M. D. (2012). Mariculture development and livelihood diversification in the Philippines. *Marine Policy*, 36(4), 867-881. doi:https://doi.org/10.1016/j.marpol.2011.12.003
- Samonte, G. P. B. (2017). Economics of *Kappaphycus* spp. Seaweed Farming with Special Reference to the Central Philippines. In A. Q. Hurtado, A. T. Critchley, & I. C. Neish (Eds.), *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities: Focus on Kappaphycus and Eucheuma of Commerce* (pp. 147-154). *Gewerbestrass*, Switzerland: Springer.
- Serrat, O. (2017). The Sustainable Livelihoods Approach. *Knowledge Solutions* 21-26.
- Shanmugam, M., Sivaram, K., Rajeev, E., Pahalawattaarachchi, V., Chandraratne, P. N., Asoka, J. M., & Seth, A. (2017). Successful establishment of commercial farming of carrageenophyte *Kappaphycus alvarezii* Doty (Doty) in Sri Lanka: Economics of farming and quality of dry seaweed. *Journal of Applied Phycology*, 29(6), 3015-3027. doi:10.1007/s10811-017-1161-z
- Sitompul, F. K. T., & Matasik, D. (2019). Analysis of socio-economic conditions of seaweed farmers in Nemberala Village, West Rote district, Indonesia. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 91, 186-190. doi:10.18551/rjoas.2019-07.19
- Steenbergen, D. J., Marlessy, C., & Holle, E. (2017). Effects of rapid livelihood transitions: Examining local co-developed change following a seaweed farming boom. *Marine Policy*, 82, 216-223. doi:https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.03.026

- Suadi, & Kusano, E. (2019). Indonesian Seafood Supply Chain. In E. Kusano (Ed.), *Food Value Chain in ASEAN: Case Studies Focussing on Local Producers* (pp. 134-163). Jakarta: ERIA.
- Sulfahri, Mushlihah, S., Husain, D. R., Langford, A., & Tassakka, A. C. M. A. R. (2020). Fungal pretreatment as a sustainable and low cost option for bioethanol production from marine algae. *Journal of Cleaner Production*, 121763. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121763>
- Sulfahri, Mushlihah, S., Langford, A., & Tassakka, A. C. M. A. R. (2020). Ozonolysis as an Effective Pretreatment Strategy for Bioethanol Production from Marine Algae. *BioEnergy Research*. doi:[10.1007/s12155-020-10131-w](https://doi.org/10.1007/s12155-020-10131-w)
- Sunadji, & Lusiana, E. D. (2019). A Study on influencing factors of seaweed farmers income in rote ndao district, indonesia. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 94, 87-91. doi:[10.18551/rjoas.2019-10.11](https://doi.org/10.18551/rjoas.2019-10.11)
- Sutinah, Tahang, H., Hasani, M., & Nurmaena. (2018). Study of seaweed (*Euचेuma cottonii*) marketing in Makassar Industrial Area (PT. Kima) as seaweed marketing center in Eastern Indonesia. 2321-9009.
- Suyo, J. G. B., Le Masson, V., Shaxson, L., Luhan, M. R. J., & Hurtado, A. Q. (2020). A social network analysis of the Philippine seaweed farming industry: Unravelling the web. *Marine Policy*, 118. doi:[10.1016/j.marpol.2020.104007](https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104007)
- Tano, S. A., Halling, C., Lind, E., Buriyo, A., & Wikström, S. A. (2015). Extensive spread of farmed seaweeds causes a shift from native to non-native haplotypes in natural seaweed beds. *Marine Biology*, 162(10), 1983-1992. doi:[10.1007/s00227-015-2724-7](https://doi.org/10.1007/s00227-015-2724-7)
- Tarman, K., Ain, N., Sulistiawati, S., Hardjito, L. & Sadi, U. (2020). Biological Process to Valorise Marine Algae. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 414(012026). doi:[10.1088/1755-1315/414/1/012026](https://doi.org/10.1088/1755-1315/414/1/012026)
- Teniwut, W., Betaubun, K., Marimin, M., & Djatna, T. (2017). A conceptual mitigation model for asymmetric information of supply chain in seaweed cultivation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 89, 012022. doi:[10.1088/1755-1315/89/1/012022](https://doi.org/10.1088/1755-1315/89/1/012022)
- Teniwut, W., Marimin, M., & Djatna, T. (2018). GIS-Based multi-criteria decision making model for site selection of seaweed farming information centre: A lesson from small islands, Indonesia. *Decision Science Letters*, 8. doi:[10.5267/j.dsl.2018.8.001](https://doi.org/10.5267/j.dsl.2018.8.001)
- Teniwut, W., Marimin, M., & Djatna, T. (2019). Seaweed Micro-Business Enterprises' Support on Forming the Information Centre of Seaweed Farming. *Jurnal Bisnis dan Kewirausahaan*, 15, 49-57. doi:[10.31940/jbk.v15i1.1250](https://doi.org/10.31940/jbk.v15i1.1250)
- Teniwut, W., Teniwut, Y., Teniwut, R., & Hasyim, C. (2017). Family vs Village-Based: Intangible View on the Sustainable of Seaweed Farming. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 89, 012021. doi:[10.1088/1755-1315/89/1/012021](https://doi.org/10.1088/1755-1315/89/1/012021)
- Tombolotutu, A., Khaldun, R., Palampanga, A., Djirimu, M., & Tenge, E. (2019). Trade Liberalization and Export Competitiveness: A Case Study on Indonesian Seaweed In the Global Market. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 270, 012056. doi:[10.1088/1755-1315/270/1/012056](https://doi.org/10.1088/1755-1315/270/1/012056)
- Tumiwa, B., Renjaan, M., Somnaikubun, G., Betaubun, K., & Hungan, M. (2017). Analysis of seaweed marketing in warbal village, Southeast Maluku Regency, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 89, 012018. doi:[10.1088/1755-1315/89/1/012018](https://doi.org/10.1088/1755-1315/89/1/012018)
- Utama, R. Z., & Handayani, T. (2018). Suitability between Oceanography and Seaweed (*Euचेuma cottonii*) Cultivation Potential in Tidung Island with Geographic Information System (GIS) C3 - E3S Web of Conferences. 73. doi:[10.1051/e3sconf/20187312009](https://doi.org/10.1051/e3sconf/20187312009)
- Vairappan, C. S., Chung, C. S., & Matsunaga, S. (2014). Effect of epiphyte infection on physical and chemical properties of carrageenan produced by *Kappaphycus alvarezii* Doty (Soliericeae, Gigartinales, Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology*, 26(2), 923-931. doi:[10.1007/s10811-013-0126-0](https://doi.org/10.1007/s10811-013-0126-0)
- Vairappan, C. S., Razalie, R., Elias, U. M., & Ramachandram, T. (2014). Effects of improved post-harvest handling on the chemical constituents and quality of carrageenan in red alga, *Kappaphycus alvarezii* Doty. *Journal of Applied Phycology*, 26(2), 909-916. doi:[10.1007/s10811-013-0117-1](https://doi.org/10.1007/s10811-013-0117-1)
- Valderrama, D., Cai, J., Hishamunda, N., Ridler, N., Neish, I., Hurtado, A., . . . Fraga, J. (2015). The Economics of *Kappaphycus* Seaweed Cultivation in Developing Countries: A Comparative Analysis of Farming Systems. *Aquaculture Economics & Management*, 19, 251-277. doi:[10.1080/13657305.2015.1024348](https://doi.org/10.1080/13657305.2015.1024348)
- Wakibia, J. G., Bolton, J. J., Keats, D. W., & Raitt, L. M. (2006). Seasonal changes in carrageenan yield and gel properties in three commercial euचेumoids grown in southern Kenya. *Botanica Marina*, 49(3), 208-215. doi:[10.1515/BOT.2006.026](https://doi.org/10.1515/BOT.2006.026)
- Warta Ekonomi (2020). Pariwisata Lumpuh, Pemkab Klungkung Siap Stabilkan Harga Rumput Laut di Nusa Penida. 21 September 2020, *Warta Ekonomi*, available at <https://www.wartaekonomi.co.id/read305167/pariwisata-lumpuh-pemkab-klungkung-siap-stabilkan-harga-rumput-laut-di-nusa-penida>.
- Yarish, C., Brummett, R., Hansen, S., Bjerregaard, R., Valderrama, D., Sims, N., . . . McKinnie, C. (2016). Seaweed Aquaculture for Food Security, Income Generation and Environmental Health in Tropical Developing Countries.
- Yusuf, S., Arsyad, M., & Nuddin, A. (2018). Prospect of seaweed development in South Sulawesi through a mapping study approach C3 - IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 157(1). doi:[10.1088/1755-1315/157/1/012041](https://doi.org/10.1088/1755-1315/157/1/012041)
- Zamroni, A., Apriliani, T., Yusuf, R., & Kurniasari, N. (2019). Enhancing small-scale community for coastal management in Puntundo Bay, Indonesia C3 - IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 370(1). doi:[10.1088/1755-1315/370/1/012072](https://doi.org/10.1088/1755-1315/370/1/012072)
- Zitta CS, Oliviera EM, Bouzon ZL, Hayashi L (2012) Ploidy determination of three *Kappaphycus alvarezii* strains (Rhodophyta, Gigartinales) by confocal fluorescence microscopy. *J Appl Phycol* 24:495–499.



MITRA KEBIJAKAN:



MITRA UNTUK DAMPAK:



TIM MANAJEMEN PROGRAM:

**Dr Eugene Sebastian**,  
Direktur Program PAIR

**Helen Fletcher-Kennedy**,  
Kepala Operasional AIC

**Dr Leonardo Pegoraro**,  
Manajer Program PAIR

**Dr Hasnawati Saleh**,  
Koordinator Riset PAIR

**Dr Martijn van der Kamp**,  
Koordinator Pengembangan  
Kapabilitas Tim Peneliti PAIR

**Marlene Millott**,  
Manajemen Program PAIR

**Fadhilah Trya Wulandari**,  
Manajemen Program PAIR

DEWAN PENASIHAT RISET:

**Alison Duncan**,  
Penasihat Menteri Bidang  
Ekonomi, Investasi dan  
Infrastruktur, Kedutaan Besar  
Australia di Jakarta

**Profesor Budu**, *Tim*  
Gubernur untuk Percepatan  
Pembangunan Provinsi Sulawesi  
Selatan (TGUPP)

**Bronwyn Robbins**, *Konsul*  
Jenderal Australia di Makassar

**Dr Elan Satriawan**, *Ketua*  
Kelompok Kerja Kebijakan, Tim  
Nasional untuk Percepatan  
Penanggulangan Kemiskinan  
(TNP2K)

**Dr(HC) Erna Witoelar**, *Mantan*  
Duta Besar Khusus PBB untuk  
Tujuan Pembangunan Milenium  
(MDGs) di Asia Pasifik

**Dr Eugene Sebastian**, *Direktur*  
Eksekutif, The Australia-  
Indonesia Centre

**Dr Hasnawati Saleh**,  
Koordinator Riset PAIR, The  
Australia-Indonesia Centre

**Profesor Heri Hermansyah**,  
*Pt Direktur Riset dan*  
*Pengabdian Masyarakat*,  
Kementerian Riset dan  
Teknologi, Republik Indonesia

**Dr Ishak Salim**, *Pendiri*  
Pergerakan Difabel Indonesia  
untuk Kesetaraan (PerDIK)

**Profesor Jamaluddin Jompa**,  
*Penasihat Ekologi Kelautan*  
untuk Menteri Kelautan dan  
Perikanan, Republik Indonesia

**Jana Hertz**, *Team Leader*,  
Knowledge Sector Initiative,  
Indonesia

**Muhammad Sani Azis**,  
*Koordinator Wilayah Sulawesi*  
*Selata*, Asosiasi Rumput Laut  
Indonesia (ARLI)

**Dr Musdhalifah Machmud**,  
*Deputi Bidang Pangan dan*  
*Agribisnis*, Kementerian  
Koordinator Bidang  
Perekonomian, Republik  
Indonesia

**Prakosa Hadi Takariyanto**,  
*Direktur Teknik*, PT Pelabuhan  
Indonesia IV (Persero)

**Pratiwi Hamdhana**, *Pendiri*  
dan *Direktur Tenoon*, dan *Driver*  
*Engagement*, Gojek Makassar

**Profesor Wihana Kirana Jaya**,  
*Staf Khusus Urusan Ekonomi*  
dan *Investasi Transportasi*,  
Menteri Perhubungan, Republik  
Indonesia

UCAPAN TERIMA KASIH:

Australia-Indonesia Centre  
(AIC) mengucapkan terima  
kasih kepada Pemerintah  
Australia atas dukungannya  
untuk Program Kemitraan Riset  
Australia-Indonesia (PAIR)  
melalui Departemen Luar Negeri  
dan Perdagangan Australia.  
AIC juga berterima kasih atas  
dukungan Pemerintah Indonesia  
untuk PAIR melalui Kementerian  
Riset dan Teknologi Republik  
Indonesia. Kami juga  
mengucapkan terima kasih atas  
dukungan yang kami terima dari  
organisasi berikut:

**Pemerintah Provinsi Sulawesi  
Selatan**

**Kementerian Koordinator  
Bidang Perekonomian RI**

**Kementerian Koordinator  
Bidang Kemaritiman dan  
Investasi RI**

**Kementerian Kelautan dan  
Perikanan RI**

**Kementerian Riset dan  
Teknologi/Badan Riset dan  
Inovasi Nasional RI**

**Penasihat Menteri Kelautan  
dan Perikanan RI**

**Badan Perencanaan  
Pembangunan Penelitian  
dan Pengembangan  
(BAPPALITBANGDA) Provinsi  
Sulawesi Selatan**

**Tim Gubernur Untuk  
Percepatan Pembangunan  
(TGUPP) Provinsi Sulawesi  
Selatan**

**Dinas Kelautan dan  
Perikanan Provinsi Sulawesi  
Selatan**

**Dinas Kelautan dan  
Perikanan Kabupaten  
Pangkep**

**Dinas Kelautan dan  
Perikanan Kabupaten Barru**

**Pemerintah Kota Makassar**

**Pemerintah Daerah  
Kabupaten Maros**

**Pemerintah Daerah  
Kabupaten Pangkep**

**Pemerintah Daerah  
Kabupaten Barru**

**Pemerintah Kota Parepare**

**Kelompok Petani Rumput  
Laut di Desa Pitue, Pangkep**

**Kelompok Petani Rumput  
Laut di Desa Lasitae, Barru**

**Pusat Unggulan Ipteks  
Pengembangan dan  
Pemanfaatan Rumput Laut  
(PUI-P2RL) Universitas  
Hasanuddin**

**Asosiasi Rumput Laut  
Indonesia (ARLI) dan Asosiasi  
Petani dan Pengelola Rumput  
Laut Indonesia (ASPERLI)**

**Celebes Seaweed Group**

**Jaringan Sumber Daya  
Informasi dan Teknologi  
Rumput Laut Indonesia  
(JASUDA.NET)**

