

# Gambaran Kualitas Air dan Keberlanjutan Budidaya Kerang Hijau di Karamba Jaring Apung di Perairan Laut Banyuurip Melalui Studi Literatur dan Lokakarya Pemangku Kepentingan

*Description Water Quality and Sustainability Mariculture of Perna Viridis in Floating Net Cage in Banyuurip Sea Waters Through Literature Studies and Stakeholder Workshops*

**Marita Ika Joesidawati, Suwarsih**

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas PGRI Ronggolawe Tuban, Indonesia

**Penulis Korespondensi:** Marita Ika Joesidawati | **Email:** maritajoes@gmail.com

Diterima (*Received*): 13 Mei 2022 | Direvisi (*Revised*): 20 Mei 2022 | Diterima untuk Publikasi (*Accepted*): 6 Juni 2022

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penggunaan lahan di sekitar perairan laut Banyuurip pantai utara Ujung Pangkah, Gresik, Jawa Timur terhadap kualitas air dan keberlanjutan budidaya laut kerang hijau (*Perna viridis*) sistem (karamba Jaring Apung (KJA) di sekitar perairan laut Banyuurip melalui sintesa literatur yang ada saat ini, lokakarya pemangku kepentingan, dan pokmaswas "sadar wisata" Banyuurip yang mengelola area studi kasus. Permasalahan kualitas air menjadi salah satu kendala untuk budidaya laut kerang hijau dengan sistem KJA dan mengeksplorasi bahwa penggunaan lahan saat ini diprediksi akan mempengaruhi keberlanjutan budidaya laut kerang hijau dengan KJA. Pencemaran perairan akibat pembuangan limbah pertanian, tambak, dan pemukiman penduduk sangat berpengaruh pada kegiatan budidaya laut kerang hijau. Standar kualitas perairan untuk kegiatan budidaya perikanan digunakan sebagai acuan, sehingga kerang hijau yang dibudidayakan dapat dikonsumsi manusia secara aman. Pencemaran lain yang mempengaruhi budidaya laut kerang hijau di perairan banyuurip ini antara lain padatan tersuspensi dari muara sungai dan masukan nutrisi berlebih dari ekosistem mangrove. Evaluasi kemungkinan terjadi perubahan penurunan kualitas air dengan mengeksplorasi berbagai skenario masa depan, dengan mempertimbangkan kebijaksanaan tren penggunaan lahan termasuk pertanian regeneratif dan intensif. Penggunaan energi terbarukan, penghijauan, pembangunan perkotaan dan perubahan iklim. Hasil menunjukkan Perlu adanya sinergitas antara sistem produksi pangan berbasis lahan dan perairan dengan pengaturan tata ruang penggunaan lahan secara berkelanjutan.

**Kata Kunci:** sintesa literatur, skenario masa depan, marikultur, kerang hijau

## ABSTRACT

*This study aims to determine impact of land use around the sea waters of Banyuurip, north coast of Ujung Pangkah, Gresik, East Java on water quality and sustainability mariculture Perna viridis with system (floating net cages in Banyuurip sea waters through literature synthesis, existing, stakeholder workshops, and the Banyuurip "sadar wisata" pokmaswas which manages the case study area. The problem of water quality is one of the obstacles for green mussel mariculture with the KJA system and explores that current land use is predicted to affect the sustainability of green mussel mariculture with KJA. Water pollution due to the disposal of agricultural waste, ponds, and residential areas is very influential on green mussel mariculture activities. Water pollution due to the disposal of agricultural waste, ponds, and residential areas greatly affects green mussels cultivation activities. Water quality standards for mariculture activities are used as a reference, so that cultivated green mussels can be safely consumed by humans. Other factors that affect the cultivation of green mussels in Banyuurip waters include suspended solids from river mouths and excess nutrient input from the mangrove ecosystem. Evaluation of possible changes in water quality degradation by exploring various future scenarios, taking into account policies and land use trends including regenerative and intensive agriculture. Use of renewable energy, reforestation, urban development and climate change. The results show that there is a need for synergies between land and water-based food production systems with sustainable land use spatial arrangements.*

**Keywords:** literature synthesis, future scenario, mariculture, green mussel

## 1. Pendahuluan

Sistem produksi pangan untuk saat ini harus memperhatikan keberlanjutan lingkungan sekitar (Steffen et al., 2015). Produksi pangan terbesar saat ini di dominasi oleh lahan pertanian yang meliputi dari sepertiga permukaan bumi (Ramankutty et al., 2018). Sebagian besar digunakan untuk peternakan (Froehlich et al., 2018). Pertumbuhan populasi manusia diperkirakan mencapai 9,8 miliar pada tahun 2050 (Tilman et al., 2017). Kondisi ini menunjukkan kebutuhan untuk produksi pangan akan melebihi lahan yang tersedia pada tahun 2050 (Röös et al., 2017). Belum lagi adanya dampak perubahan iklim yang dapat menurunkan sumberdaya alam yang ada dan sekaligus memberi tantangan terhadap pengelolaan sumberdaya alam tersebut (Joesidawati, 2017). Bertambahnya penggunaan lahan untuk area pemukiman dan penggunaan energi terbarukan menyebabkan degradasi tanah dan penurunan kesuburan tanah (Norris & Congreves, 2018). Oleh karena itu, ketahanan pangan masa depan membutuhkan perubahan mendasar mulai dari cara memproduksi sampai cara pemanfaatan yang baik dan benar.

Budidaya laut merupakan salah satu alternatif solusi untuk ketahanan pangan untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang semakin meningkat, dan berpotensi dapat membantu produksi pangan secara berkelanjutan (Herrero et al., 2015). Budidaya laut menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan sistem pangan berbasis lahan dalam hal efisiensi karena membutuhkan ruang yang relative kecil. Salah satu penelitian mengalihkan pertumbuhan produksi pangan masa depan dengan budidaya laut dapat menghemat sekitar 750 juta hektar lahan (Froehlich et al., 2018). Pergeseran ini juga akan menghasilkan emisi karbon yang jauh lebih rendah (Röös et al., 2017). Budidaya laut diprediksi dapat meningkat sebesar 36–74% (yaitu sebesar 21–44 juta ton) pada tahun 2050 dan dapat memasok 12–25% protein daging yang dibutuhkan 9,8 miliar penduduk dunia pada tahun 2050 (Belton et al., 2020; Costello et al., 2020), Namun, kendala utama pada ekspansi masa depan dan keberhasilan budidaya laut (terutama budidaya kerang) adalah penurunan kualitas air yang secara signifikan dapat membatasi produksi pangan dan keamanan pangan. Ini pencemaran sering berasal dari sumber berbasis lahan (Brown et al., 2020)

Budidaya laut kerang hijau dengan sistem KJA dapat sebagai alternatif penyedia sumber pangan protein, namun belum banyak di eksploitasi. Di Indonesia budidaya laut kerang hijau masih digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri (Abrori, 2017), hal ini dikarenakan tidak adanya aturan pemanfaatan ruang laut yang ditetapkan secara pasti ((Basri, 2013; Ditya et al.,

2017) sehingga persiapan terjasi antar pembudidaya, selain itu belum jelas aturan perijinan untuk kegiatan budidaya laut oleh pemerintah. Adanya penurunan kualitas perairan akibat kegiatan lain yang juga berada di sekitar lokasi budidaya laut (penangkapan, pemukiman, pertanian dan pariwisata) menjadi tantangan utama kegiatan budidaya laut kerang hijau, mengingat kerang hijau merupakan organisme filter feeder (Cappenberg, 2008) yang tentunya bahan-bahan tercemar akan terakumulasi dalam tubuh kerang yang sangat berbahaya bagi manusia yang mengkonsumsinya (Brown et al., 2020)

Dalam penelitian ini dilakukan peninjauan hubungan antara penggunaan lahan, kualitas air dan pengembangan budidaya laut kerang hijau, di perairan laut Banyuurip pantai utara Ujung Pangkah, Gresik, Jawa Timur melalui analisis literatur dan sintesis pertemuan dari keterlibatan pemangku kepentingan ahli dan pokmaswas daerah tersebut. Penelitian ini terstruktur dengan bagian pertama menyoroti kontaminan yang menghadirkan risiko terbesar

untuk kerang hijau dan konsumennya, sumber utama yang mengarah ke bukti terhadap dampak yang terjadi. Bagian kedua membahas praktik penggunaan lahan yang saat ini mendorong polusi di perairan laut banyuurip pantai utara Ujung Pangkah, Gresik, Jawa Timur dan mengeksplorasi opsi manajemen pencegahan dari seluruh pendekatan daerah tangkapan hingga langkah-langkah mitigasi yang ditargetkan. Pada bagian akhir mengeksplorasi skenario dengan mengevaluasi bukti dan kemungkinan perubahan masa depan pada penggunaan tanah dan lingkungan yang berhubungan dengan kualitas perairan dan keberlanjutan budidaya laut kerang hijau di daerah tersebut.

## 2. Data dan Metodologi

Workshop pemangku kepentingan pertama dilakukan di lokasi budidaya laut kerang hijau sistem KJA yang ada di perairan laut banyuurip, untuk menetapkan kendala dan kesenjangan pengetahuan dalam mengelola kualitas air untuk keberlanjutan budidaya laut kerang hijau sistem KJA yang ada di perairan laut Banyuurip. Hasil dari Workshop digunakan untuk mengarahkan tinjauan kritis literatur yang diterbitkan sebagai Laporan Identifikasi hubungan antara penggunaan lahan dan kualitas air dan keberlanjutan budidaya laut budidaya laut kerang hijau sistem KJA.

Dalam lokakarya kedua secara daring dengan melibatkan pemangku kepentingan diantaranya Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Gresik (4), Dinas Perikanan dan Kelautan Propinsi Jawa Timur (4), Dinas Pertanian Kabupaten Gresik (4), Dinas Pertanian Propinsi Jawa Timur (4), Dinas terkait lainnya seperti Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Gresik dan Propinsi Jawa

Timur (8), Pokmaswas Sadar Wisata(30), Pemerintah Desa (20), Pelaku Budidaya Laut kerang hijau sistem KJA (30), Peneliti akademisi (30), terlibat dalam evaluasi yang terjadi saat ini dan kemungkinan masa depan terhadap penurunan kualitas air dan keberlanjutan budidaya laut kerang hijau dengan KJA dan untuk mengeksplorasi dan mengembangkan skenario kasus terbaik dan kasus terburuk yang realistis untuk memfasilitasi pemodelan dan pengelolaan DAS Banyuurip di masa depan.

Pertemuan virtual ini peserta mendengarkan dan menanggapi uraian berbagai penggunaan pertanian dan skema pengelolaan yang dirancang untuk memaksimalkan profitabilitas dan keberlanjutan pertanian dari dinas pertanian, sekaligus mengurangi dampak dari pertanian pada kualitas tanah dan air melalui mekanisme yang berbeda. Presentasi meliputi: a) praktik pertanian agro-ekologi/regeneratif (Dinas pertanian); b) Pengelolaan pertanian (Akademisi), c) pengelolaan banjir (akademisi); d) pendekatan berbasis daerah tangkapan (Dinas Perikanan dan Kelautan); e.) praktik pertanian dan dampak bagi kualitas air (Badan Lingkungan Hidup). Peserta lokakarya kemudian secara acak ditugaskan ke salah satu dari enam kelompok breakout terpisah dan dilengkapi dengan tiga pertanyaan pendek tentang kemungkinan perubahan penggunaan lahan pertanian di masa depan dan manajemen selama 10-30 tahun ke depan (Tabel 1).

Tabel 1 Pertanyaan dalam breakout diskusi mengeksplorasi kemungkinan skenario masa depan untuk pengelolaan lahan dan kualitas perairan laut banyuurip

Daftar Pertanyaan
1. Seberapa efektif skema pengelolaan lingkungan dalam hal meningkatkan dan menjaga kualitas air?
2. Seberapa besar kemungkinan cakupan skema pengelolaan lingkungan perairan laut banyuurip dalam 10-30 tahun ke depan? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haruskah skema digulirkan di seluruh wilayah?</li> <li>• Haruskah skema ditargetkan (misalnya di daerah dengan risiko banjir tinggi dan air yang buruk kualitas)?</li> </ul>
3. Apakah kualitas air merupakan ukuran yang baik dari pengelolaan lahan pedesaan/pertanian yang baik? Beri Contoh?

Peserta didorong untuk mempertimbangkan skenario masa depan berdasarkan perubahan lingkungan (misalnya perubahan iklim, risiko banjir, perubahan habitat, polusi) dan sosial-

penggerak ekonomi (misalnya kebijakan, demografi, ekonomi, teknologi, ), yang semuanya mempengaruhi cara kita menggunakan tanah dan air

### 3. Hasil dan Pembahasan (Cambria, 11 pt, bold)

#### 3.1 Hasil Workshop Pertama

Workshop pertama dilakukan di lokasi budidaya laut kerang hijau sistem KJA yang ada di perairan laut banyuurip seperti pada Gambar 1



Gambar1. Lokasi Workshop Pemangku Kepentingan membahas kendala dan kesenjangan dalam mengelola kualitas air untuk keberlanjutan budidaya laut kerang hijau sistem KJA yang ada di perairan laut Banyuurip melalui pengetahuan dan pengalaman pemangku kepentingan

Hasil workshop diantaranya membahas dampak yang berpengaruh pada keberlanjutan budidaya kerang hijau antara lain

#### 1. Kontaminasi mikroba

Kontaminan mikroba (termasuk patogen dan salmonella) menghadirkan risiko utama untuk budidaya laut Bivalvia masa depan (Bussi et al., 2017). Konsumsi kerang yang terkontaminasi menimbulkan penyakit pencernaan. Mikroba yang menjadi kontaminan berasal dari limbah pemukiman (kotoran manusia) dan limbah pertanian (kotoran ternak) yang masuk melalui aliran sungai dan curah hujan. Banjir (Mukhtasor, 2007). Escherichia coli dapat bertahan di sedimen air tawar selama beberapa periode minggu (Perkins et al., 2016). Total bakteri Coliform termasuk bakteri E. coli melampaui baku mutu atau ambang batas yang telah ditetapkan berdasarkan SNI 01-7388-2009 adalah <3/g akan menyebabkan orang tidak mengkonsumsi kerang dari perairan yang tercemar dengan bakteri E. coli yang melampaui ambang batas (Katon et al., 2020)

Kotoran manusia juga cenderung menjadi sumber signifikan penyebab pencemaran di muara dan perairan pantai. Beberapa masyarakat pesisir pantai di Kabupaten Gresik belum memanfaatkan jamban yang ada di rumah mereka, dan lebih mudah membuang kotorannya di tepi pantai.

## 2. Polutan Organik Persisten (POPs)

Polutan Organik dapat menyebar secara luas dan dapat masuk dalam rantai makanan dalam budidaya laut kerang hijau. POPs berasal dari limbah industri dan domestik antara lain PCB (poly-chlorinated biphenyls) dan pestisida organoklorin, seperti DDT, HCH (Hexachlorocyclohexanes), CHL (Chlordane) dan HCB (Hexachlorobenzene) dideterminasi pada jaringan tubuh kerang hijau (*Perna viridis*) (Beyer et al., 2017; Sudaryanto et al., 2005). Semua POPs (Persistence Organic Pollutants) bersifat merusak kesehatan, seperti gangguan endokrin, gangguan reproduksi, penyakit kardiovaskular, carcinogenicity dan neurotoksisitas (Amodio et al., 2012). POPs ini akan terus menimbulkan risiko untuk budidaya laut. Kontaminasi kerang oleh POPs, khususnya PCB dan DDT akan terakumulasi ke dalam tubuh manusia yang mengkonsumsinya. Konsentrasi PCB yang terdeteksi dalam kerang adalah 100 ng/orang/hari, dan sedangkan konsentrasi DDT 115 ng/orang/hari. (Sudaryanto et al., 2005)

Kadar PCB dalam kerang hijau cenderung meningkat dengan bertambahnya ukuran kerang dan kadar lemak. Hal ini disebabkan PCB merupakan senyawa organik yang larut dalam lemak, dengan demikian kadar PCB akan cenderung meningkat dengan meningkatnya kadar lemak (Edward, 2016).

## 3. Kandungan logam biota

Berbagai logam berpotensi menyebabkan langsung dan tidak langsung dampak pada kelangsungan hidup budidaya kerang, termasuk arsenik, kadmium, timbal dan merkuri, yang dapat terakumulasi dalam kerang dan menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia. Konsentrasi ambang batas maksimum dalam daging kerang adalah As= 0,25 mg/kg, Pb = 0,20 mg/kg, Hg= 0,50 dan 0,10 mg/kg untuk Cd (BPOM, 2018)

Sumber utama kontaminasi logam di perairan banyuurip adanya beberapa perusahaan dok kapal di pesisir pantai banyu-urip. Sumber lain dari logam mencakup berbagai kegiatan antropogenik yang terkait dengan pertanian, industri dan keperluan rumah tangga, seperti perlindungan tanaman, desinfeksi dan pembersihan, pengawetan kayu dan antifouling.

Pencemaran dari cat antifouling mengandung tembaga yang berasal dari perahu-perahu pengangkutan dapat meningkatkan konsentrasi tembaga di perairan sekitar ~2 g/L (Singh & Turner, 2009)

## 4. Bahan kimia pertanian

Bahan kimia pertanian terdiri dari berbagai macam zat, termasuk herbisida, fungisida, insektisida, moluskisida, nematisida, zat pengatur tumbuh dan obat hewan. Bahan kimia pertanian terkemuka adalah cypermethrin insektisida, yang digunakan secara luas untuk mengelola hama serangga, buah dan sayuran dan juga ternak. Beberapa penelitian menunjukkan adanya paparan kronis tingkat rendah untuk campuran agri-kimia, termasuk metaldehida moluska, dapat memiliki dampak signifikan pada kesehatan kerang, terutama pada pertumbuhan (Brooks et al., 2009) dan resistensi penyakit (misalnya herpes tiram Pasifik). virus OsHV-1) (Moreau et al., 2015), dan efek ini dapat ditambah dengan logam (Ogunola, 2017).

## 5. Nutrisi

Masukan nutrisi dapat menyebabkan pertumbuhan organisme mikroba yang berlebihan, mikro dan makro-alga dan makrofita, yang dapat menyebabkan blooming fitoplankton, eutrofikasi, penipisan oksigen dan hilangnya keanekaragaman hayati (Webber et al., 2021) Fosfor (P) biasanya di produksi pada ekosistem air tawar, sedangkan nitrogen (N), dalam bentuk nitrate, nitrit dan amonia) biasanya diproduksi pada ekosistem muara dan laut.

Pupuk kimia pertanian yang berlebih yang dibuang melalui Daerah Aliran Sungai Banyubiru dapat meningkatkan jumlah amoniak perairan dan bersifat racun bagi biota perairan, termasuk kerang yang dibudidayakan. Banyaknya lahan pertanian di sekitar pesisir banyuurip berkontribusi pada meningkatnya N dan P di perairan laut.

## 6. Padatan tersuspensi

Padatan tersuspensi terutama berasal dari erosi tanah, limpasan dari sistem transportasi dan remobilisasi sedimen dasar sungai selama kondisi aliran. Padatan tersuspensi mengangkut polutan lain termasuk: nutrisi dan bahan kimia pertanian (Webber et al., 2021). Beberapa penelitian membuktikan lahan pertanian kehilangan sedimen masuk ke ke lingkungan air sebesar 75% (Dethan & Pelokilla, 2014) namun, peningkatan beban sedimen tersuspensi hanya berkontribusi sekitar 5% dari badan air dan sisanya menyebabkan pendangkalan sungai (Ardiansyah et al., 2021).

### 3.2 Hasil Pertemuan virtual

1. Bagaimana penggunaan lahan saat ini berdampak pada keberlanjutan budidaya Bivalvia (kerang hijau)

Untuk mengevaluasi bagaimana penggunaan lahan dan pengelolaan lahan saat ini mempengaruhi keberlanjutan budidaya laut di perairan laut Banyuurip yaitu dengan meninjau literatur yang tersedia dan sumber data yang tersedia untuk mengidentifikasi penggunaan tran lahan saat ini di wilayah tersebut. Evaluasi di fokus pada hubungan antara penggunaan lahan dan bukti dampak paparan kontaminan utama diuraikan di atas, di samping kemungkinan langkah-langkah mitigasi dan manfaat praktik pengelolaan lahan.

2. Penggunaan lahan saat ini Banyuurip Kecamatan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik menunjukkan sebagian besar adalah lahan pertanian dan tambak ikan atau udang (80% total tutupan lahan), yang didominasi oleh tambak, dan area ekosistem mangrove

3. Kelangsungan hidup budidaya laut saat ini di perairan laut banyuurip

Ancaman utama saat ini terhadap kelangsungan hidup budidaya laut bivalvia di perairan laut banyuurip termasuk cemaran mikroba yang berasal dari buangan air tambak ikan dan udang seperti *E. coli* dan patogen enterik termasuk *Salmonella* spp. dan *Enterococci* spp., sedangkan norovirus terutama berasal dari limbah pemukiman Berdasarkan konsentrasi *E. Coli* dalam daging kerang, mayoritas (~90%) di perairan banyuurip melebihi ambang batas untuk konsumsi manusia. Ada kemungkinan besar bahan kimia pertanian memasuki DAS Banyuurip yang bergerak dari hulu ke hilir dan larut dalam air sungai.

Polutan organik persisten dalam bentuk PBDE yang terdapat pada badan perairan, mereka merupakan risiko yang signifikan untuk budidaya laut kerang hijau (Fernandes et al., 2009). Kontaminan lain yang dapat mengancam budidaya laut kerang hijau di perairan laut Banyuurip adalah logam seperti tembaga yang berasal dari cat anti biofouling pada perahu nelayan. Tembaga tidak beracun bagi manusia atau mamalia laut dan burung yang mengkonsumsi kerang; namun dengan konsentrasi >3 g/L berpotensi membatasi pertumbuhan kerang (Webber et al., 2021).

4. Tindakan yang perlu diprioritaskan untuk mempertahankan dan meningkatkan keberlanjutan budidaya laut

Meningkatkan bisnis budidaya laut bivalvia akan membutuhkan solusi berbasis alam dan rekayasa (Brown et al., 2020). Di lingkungan pertanian, hingga

90% kontaminan berasal dari operasi penanganan pestisida dan pupuk pertanian. Tindakan lain untuk mengurangi polusi pertanian adalah meningkatkan kesehatan tanah dengan memperbaiki struktur tanah, kapasitas infiltrasi dan kandungan karbon) misalnya dengan penerapan 'Pertanian Sensitif dengan sistem Tadah Air Hujan', pengelolaan tanah pertanian dengan mengurangi fosfor, pengelolaan tanah dengan mengurangi padatan tersuspensi, mengurangi penggunaan pestisida

### 3.3 Hasil Diskusi pada Breakout room

1. Bagaimana kondisi masa depan akan mempengaruhi keberlanjutan budidaya laut kerang hijau di perairan laut Banyuurip.

Mengingat bahwa kualitas air dan kelangsungan hidup budidaya laut sangat tergantung pada penggunaan lahan di sekitarnya. Maka diperlukan kebijakan dalam pengaturan energi dan iklim, yang bertujuan mencapai emisi karbon nol bersih dan bersih yang berdampak pada keanekaragaman hayati dan kualitas perairan yang bagus. Selain mempertimbangkan kebijakan yang akan diterapkan, dilakukan analisis pemangku kepentingan dan pengembangan skenario masa depan yang juga memperhitungkan adanya dampak perubahan iklim Pemangku kepentingan sepakat bahwa risiko utama keberlanjutan budidaya laut akibat perubahan iklim akan terjadi peningkatan intensitas dan frekuensi curah hujan, yang berdampak juga pada jalur kontaminasi yaitu daerah aliran sungai yang membawa material dari limbah pertanian, rumah tangga dan industri.

Perubahan pola curah hujan, antara lain: peningkatan risiko kekeringan di musim panas dan banjir di musim hujan akan berdampak pada produksi tanaman dan waktu pertanian, yang mengakibatkan peningkatan erosi dan pemadatan tanah.

2. Skenario 'Bekerja dengan alam'

Di bawah skenario ini, praktik pertanian regeneratif diantisipasi untuk meluas ke seluruh DAS yaitu pengolahan tanah dengan memperhatikan kesehatan tanah, pengurangan penggunaan pestisida, penggunaan pupuk/nutrisi yang tepat, integrasi sawah dengan pepohonan

## 4. Kesimpulan

Pertimbangan yang lebih besar perlu diarahkan untuk mengelola tanah dan perairan, yang meningkatkan kualitas air melalui pengelolaan lahan yang lebih baik

sangat penting untuk meningkatkan keamanan dan kepercayaan konsumen, sehingga budidaya laut kerang hijau dapat menjadi industri budidaya laut yang berkembang di kabupaten Gresik dan berkontribusi signifikan terhadap ketahanan pangan local dan regional sehingga terjadi perkembangan ekonomi yang berkelanjutan

Penggunaan lahan sangat mempengaruhi kualitas air baik di tingkat lokal maupun yang lebih luas mulai dari perairan pantai sampai ke perairan laut wilayah (4 mil) dimana digunakan sebagai lokasi budidaya laut kerang hijau.

Kerang hijau dengan cara makannya yang filter feeder dapat mengakumulasi sejumlah besarkontaminan yang terbawa air. Kontaminan yang paling mempengaruhi kerang berasal dari pupuk dan pestisida dari lahan pertanian dan pertambakan dan peternakan, serta dari penggunaan dan pembuangan bahan kimia dan limbah pemukiman. Ini menunjukkan bukti potensi konflik antara penggunaan lahan, termasuk produksi pangan berbasis pertanian dan pertambakan serta produksi pangan budidaya perikanan berbasis laut

Hubungan antara penggunaan lahan dan kualitas air menunjukkan bahwa keberlanjutan budidaya bivalvia akan ditentukan oleh praktik manajemen penggunaan lahan di masa depan dan perkembangan kebijakan lingkungan. Skenario bekerja dengan alam, merupakan scenario yang dapat diterapkan karena dapat digunakan sebagai dasar penelitian masa depan, pemodelan dan analisis sistem sinergi keberlanjutan Budidaya kerang hijau di wilayah tersebut.

## 5. Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam artikel ini (*The authors declare no competing interest*).

## 6. Referensi

- ABRORI, F. (2017). PEMBERDAYAAN MASYARAKAT MELALUI BUDIDAYA KERANG HIJAU UNTUK MENINGKATKAN PENDAPATAN MASYARAKAT NELAYAN DI DUSUN CABEAN DESA NGEMBOH KECAMATAN UJUNG PANGKANG KABUPATEN GRESIK. *J+ PLUS UNESA*, 6(1).
- Amodio, E., Turci, R., Massenti, M. F., Di Gaudio, F., Minoia, C., Vitale, F., Firenze, A., & Calamusa, G. (2012). Serum concentrations of persistent organic pollutants (POPs) in the inhabitants of a Sicilian city. *Chemosphere*, 89(8), 970–974.
- Ardiansyah, W., Mahardika, A., Spanton, P. I., & Joesidawati, M. I. (2021). Kedalaman Pengerukan Kolam Dermaga TPI Palang Berdasarkan Chart Datum IHO. *Jurnal Miyang: Ronggolawe Fisheries and Marine Science Journal*, 1(1), 25–34.
- Basri, B. (2013). Penataan Dan Pengelolaan Wilayah Kelautan Perspektif Otonomi Daerah Dan Pembangunan Berkelanjutan. *Perspektif*, 18(3), 180–187.
- Belton, B., Little, D. C., Zhang, W., Edwards, P., Skladany, M., & Thilsted, S. H. (2020). Farming fish in the sea will not nourish the world. *Nature Communications*, 11(1), 1–8.
- Beyer, J., Green, N. W., Brooks, S., Allan, I. J., Ruus, A., Gomes, T., Bråte, I. L. N., & Schøyen, M. (2017). Blue mussels (*Mytilus edulis* spp.) as sentinel organisms in coastal pollution monitoring: a review. *Marine Environmental Research*, 130, 338–365.
- BPOM. (2018). Peraturan BPOM No. 5 tahun 2018 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan olahan. *Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia*, 3.
- Brooks, S., Lyons, B., Goodsir, F., Bignell, J., & Thain, J. (2009). Biomarker responses in mussels, an integrated approach to biological effects measurements. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 72(3–4), 196–208.
- Brown, A. R., Webber, J., Zonneveld, S., Carless, D., Jackson, B., Artioli, Y., Miller, P. I., Holmyard, J., Baker-Austin, C., Kershaw, S., Bateman, I. J., & Tyler, C. R. (2020). Stakeholder perspectives on the importance of water quality and other constraints for sustainable mariculture. *Environmental Science & Policy*, 114, 506–518. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.09.018>
- Bussi, G., Whitehead, P. G., Thomas, A. R. C., Masante, D., Jones, L., Cosby, B. J., Emmett, B. A., Malham, S. K., Prudhomme, C., & Prosser, H. (2017). Climate and land-use change impact on faecal indicator bacteria in a temperate maritime catchment (the River Conwy, Wales). *Journal of Hydrology*, 553, 248–261.
- Cappenberg, H. A. W. (2008). Beberapa Aspek Biologi Kerang Hijau *Perna viridis* Linnaeus 1758. *Oseana*, XXXIII(1), 33–40.
- Costello, C., Cao, L., Gelcich, S., Cisneros-Mata, M. Á., Free, C. M., Froehlich, H. E., Golden, C. D., Ishimura, G., Maier, J., & Macadam-Somer, I. (2020). The future of food from the sea. *Nature*, 588(7836), 95–100.
- Dethan, M. N., & Pelokilla, M. R. (2014). Volume sedimen dan valuasi ekonomi sumberdaya air embung di Kota Kupang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(2), 118–128.
- Ditya, Y. C., Adrianto, L., Dahuri, R., & Susilo, S. B. (2017). Analisis Ekonomi-Ekologi Untuk Perencanaan Pembangunan Perikanan Budidaya Berkelanjutan Di Wilayah Pesisir Provinsi Banten. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 7(2), 127–138.
- Edward, E. (2016). Kontaminasi senyawa poliklorobifenil

- (PCB) pada kerang hijau, *Perna viridis* dari Teluk Jakarta. *Depik*, 5(1).
- Fernandes, A., Mortimer, D., Gem, M., Dicks, P., Smith, F., White, S., & Rose, M. (2009). Brominated dioxins (PBDD/Fs) and PBDEs in marine shellfish in the UK. *Food Additives and Contaminants*, 26(6), 918–927.
- Froehlich, H. E., Runge, C. A., Gentry, R. R., Gaines, S. D., & Halpern, B. S. (2018). Comparative terrestrial feed and land use of an aquaculture-dominant world. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(20), 5295–5300.
- Herrero, M., Wirsenius, S., Henderson, B., Rigolot, C., Thornton, P., Havlík, P., De Boer, I., & Gerber, P. J. (2015). Livestock and the environment: what have we learned in the past decade? *Annual Review of Environment and Resources*, 40.
- Joesidawati, M. I. (2017). *Studi perubahan iklim dan kerusakan sumberdaya pesisir di kabupaten tuban*. 289.
- Katon, M. R., Solichin, A., & Jati, O. E. (2020). Analisis Pendugaan Bakteri *Escherichia Coli* pada Kerang Hijau (*Perna Viridis*) di Morosari, Demak Analysis of Estimated Abundance of *Escherichia coli* Bacteria in Green Mussels (*Perna viridis*) in Morosari, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 9(1), 40–46.
- Moreau, P., Burgeot, T., & Renault, T. (2015). In vivo effects of metaldehyde on Pacific oyster, *Crassostrea gigas*: comparing hemocyte parameters in two oyster families. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(11), 8003–8009.
- Mukhtasor, I. (2007). *Pencemaran: Pesisir dan laut*. PT Pradnya Paramita.
- Norris, C. E., & Congreves, K. A. (2018). Alternative management practices improve soil health indices in intensive vegetable cropping systems: a review. *Frontiers in Environmental Science*, 6, 50.
- Ogunola, O. S. (2017). Physiological, immunological, genotoxic and histopathological biomarker responses of molluscs to heavy metal and water-quality parameter exposures: a critical review. *J Oceanogr Mar Res*, 5(158), 2.
- Ramankutty, N., Mehrabi, Z., Waha, K., Jarvis, L., Kremen, C., Herrero, M., & Rieseberg, L. H. (2018). Trends in global agricultural land use: implications for environmental health and food security. *Annual Review of Plant Biology*, 69(1), 789–815.
- Röös, E., Bajželj, B., Smith, P., Patel, M., Little, D., & Garnett, T. (2017). Protein futures for Western Europe: potential land use and climate impacts in 2050. *Regional Environmental Change*, 17(2), 367–377.
- Singh, N., & Turner, A. (2009). Leaching of copper and zinc from spent antifouling paint particles. *Environmental Pollution*, 157(2), 371–376.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., De Vries, W., & De Wit, C. A. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855.
- Sudaryanto, A., Muchtar, M., Razak, H., & Tanabe, S. (2005). Kontaminasi Organoklorin persisten dalam kerang hijau (*Perna viridis*) di Perairan Indonesia. *Oseanologi Dan Limnologi*, 37, 1–14.
- Tilman, D., Clark, M., Williams, D. R., Kimmel, K., Polasky, S., & Packer, C. (2017). Future threats to biodiversity and pathways to their prevention. *Nature*, 546(7656), 73–81.
- Webber, J. L., Tyler, C. R., Carless, D., Jackson, B., Tingley, D., Stewart-Sinclair, P., Artioli, Y., Torres, R., Galli, G., & Miller, P. I. (2021). Impacts of land use on water quality and the viability of bivalve shellfish mariculture in the UK: A case study and review for SW England. *Environmental Science & Policy*, 126, 122–131.