

Budidaya Rumput Laut Terintegrasi

by Zaenal Abidin

Submission date: 26-May-2023 05:48AM (UTC-0500)

Submission ID: 2102370665

File name: BUDIDAYA_RUMPUT_LAUT_TERINTEGRASI_Desember_3_2022.docx (225.82K)

Word count: 4303

Character count: 27900

4. BUDIDAYA RUMPUT LAUT TERINTEGRASI

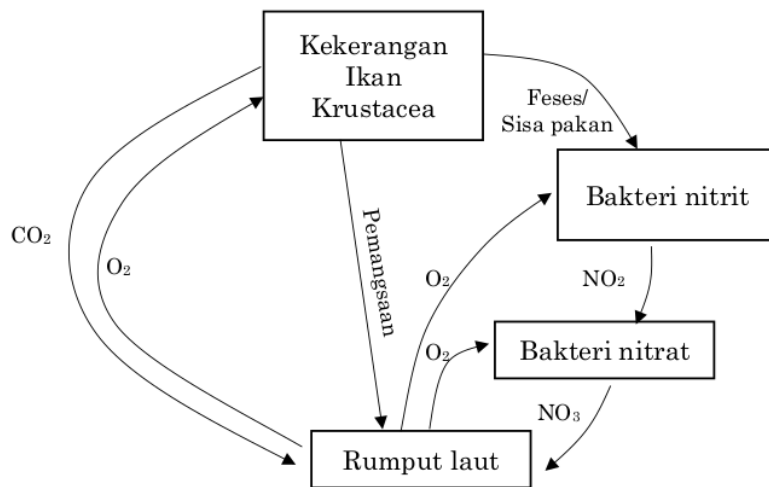
4.1 Pengertian dan Prinsip

Budidaya terintegrasi atau biasa juga disebut dengan budidaya terpadu adalah budidaya yang memanfaatkan keterkaitan antara setiap komponen yang terlibat dalam budidaya agar tercipta suatu ekosistem buatan yang mendukung peningkatan total produksi melalui pemanfaatan output (misalnya limbah/hasil ekskresi) dari satu komponen menjadi input (pupuk, makanan) untuk komponen lainnya. Komponen yang terlibat dalam suatu sistem budidaya terintegrasi dapat melibatkan berbagai organisme seperti tanaman, ikan, alga, ternak, atau tanaman perkebunan. Pelibatan berbagai komponen dalam satu sistem yang terintegrasi dimaksudkan untuk memanfaatkan seluruh sumber daya yang tersedia. Dalam sistem yang terintegrasi, output dari satu komponen budidaya akan menjadi input untuk komponen yang lainnya.

Budidaya rumput laut terintegrasi melibatkan rumput laut sebagai salah satu komponen budidaya baik sebagai pelengkap ataupun sebagai komponen utama. Sebagai komponen utama, rumput laut ditempatkan sebagai komoditas utama dan mendapatkan lebih banyak input sedangkan sebagai komponen pelengkap atau tambahan, rumput laut ditempatkan sebagai komoditas tambahan dan mendapatkan input yang lebih rendah dibandingkan dengan komponen lainnya. Sebagai komponen pelengkap/tambahan, rumput laut biasanya difungsikan sebagai biofilter. Namun pada beberapa budidaya laut terintegrasi, produksi rumput laut dan komponen lainnya memiliki nilai ekonomi dengan porsi yang sama.

Prinsip budidaya rumput laut terintegrasi adalah memanfaatkan bahan anorganik yang dihasilkan oleh salah satu komponen budidaya untuk diubah menjadi biomassa yang dapat dipanen. Pada budidaya rumput laut monokultur, rumput laut mengambil nutrisi yang tersedia secara alami dari air yang bergerak melewati rumput laut. Pada budidaya rumput laut terintegrasi, rumput laut berperan sebagai sumber makanan, penyerap CO₂ dan unsur hara, dan penghasil oksigen untuk komponen lainnya. Peranan rumput laut dalam sistem budidaya terintegrasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Feses ikan, udang, dan kerang adalah merupakan limbah padat organik yang kaya akan nutrisi untuk pertumbuhan bakteri. Selain itu ikan, udang, dan kerang juga mengeskresikan ammonia yang juga dapat digunakan oleh bakteri. Bakteri kemudian melakukan proses nitrifikasi dengan mengubah ammonia atau ammonium menjadi nitrat. Nitrat tidak berbahaya bagi organisme akuatik namun dapat digunakan sebagai unsur hara untuk bertumbuhnya rumput laut. Limbah dari budidaya hewan akuatik tidak hanya berupa nitrogen tapi juga fosfat. Jumlah ammonia, nitrogen, dan fosfat yang terdapat dalam limbah budidaya masing masing dapat mencapai 0.2-0.5; 0.05, dan 0.15 g per mL (1998). Rumput laut juga dapat mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan oleh organisme peliharaan (Han, *et al.*, 2013). Meskipun demikian harus diperhatikan bahwa rumput laut juga mengkonsumsi oksigen pada malam hari untuk proses respirasi. Selain itu rumput laut juga dapat menjadi makanan untuk hewan peliharaan seperti abalon, ikan herbivora seperti ikan baronang, dan bulu babi.



Gambar 1. Peranan Rumput Laut dalam Budidaya Terintegrasi

Melalui budidaya rumput laut terintegrasi, pembudidaya dapat meningkatkan pendapatannya yaitu dengan semakin tingginya dan beragamnya komoditas yang dihasilkan. Selain itu total biaya produksi relatif semakin rendah dibandingkan dengan total pendapatan yang dihasilkan.

4.2 Keuntungan dan Kekurangan Budidaya Rumput Terintegrasi

Budidaya rumput laut secara terintegrasi menghasilkan manfaat melalui tiga cara yaitu meningkatkan produksi dan keanekaragaman komoditas, lebih ramah lingkungan, dan memiliki dampak sosial yang positif.

Peningkatan produksi dan keanekaragaman komoditi

Budidaya terintegrasi yang dilakukan dengan baik dapat meningkatkan produksi dan keuntungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat produksi budidaya terintegrasi antara rumput laut dan ikan baronang lebih baik dibandingkan dengan tingkat produksi rumput laut yang diproduksi secara monokultur (Saimima, Basir, 2020). Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Gultom, *et al.* (2019) menunjukkan bahwa budidaya rumput laut yang diintegrasikan dengan abalon memiliki pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang monokultur. Peningkatan pertumbuhan dan adanya komoditas tambahan secara langsung akan meningkatkan keuntungan pembudidaya. Penelitian yang dilakukan oleh Tran, *et al.* (2020) menunjukkan bahwa dengan budidaya terintegrasi antara rumput laut, tilapia, dan udang, maka ratio keuntungan dan biaya akan menjadi lebih tinggi dibandingkan jika tidak menerapkan budidaya terintegrasi.

Seperti halnya dengan budidaya terintegrasi lainnya, budidaya rumput laut terintegrasi tidak hanya menghasilkan produksi rumput laut namun juga akan menghasilkan komoditas lain seperti ikan, kerang, atau udang. Dengan

bertambahnya jumlah komoditas maka tingkat keuntungan juga akan bertambah.

Adanya keanekaragaman produk akan memberikan kesempatan pada pembudidaya untuk mendapatkan keuntungan yang lebih besar. Komoditas alternative akan mengurangi tingkat kerugian ekonomi jika komoditas utama seperti rumput laut mengalami kegagalan panen. Selain itu keanekaragaman komoditi juga dapat mendukung terwujudnya diversifikasi pangan sehingga pembudidaya dapat memperoleh nutrisi yang seimbang yang diperoleh dari beragam jenis makanan yang mereka produksi.

Ramah lingkungan

Rumput laut memiliki pengaruh yang sangat signifikan dalam mengurangi tingkat eutrofikasi suatu perairan dengan cara menyerap unsur hara yang terlarut dalam air. Selain itu rumput laut adalah tanaman yang mampu mengasimilasi carbon dengan jumlah yang sangat tinggi. Mashoreng, *et al.* (2019) melaporkan bahwa budidaya rumput laut mampu mengasimilasi CO₂ sebanyak 3,2 juta ton per tahun. Melalui budidaya rumput laut yang terintegrasi dengan organisme lain, maka limbah budidaya yang dihasilkan dapat dikurangi. Pemeliharaan rumput laut yang diintegrasikan dengan abalone dalam sistem resirkulasi menunjukkan bahwa proporsi jumlah unsur hara terlarut (ammonia, phosphor, nitrat, dan nitrit dapat dihilangkan secara signifikan (Robertson-Andersson, 2006).

Rumput laut dalam sistem budidaya terintegrasi dapat menjadi biofilter yang sangat efektif dan efisien karena memiliki tingkat produktifitas yang tinggi, dapat dikultur dengan mudah serta memiliki nilai ekonomis (Neori, *et al.*, 2004). Oleh karena itu budidaya rumput laut terintegrasi adalah merupakan sistem budidaya yang *zero waste* sehingga dapat diterapkan untuk mendukung kegiatan budidaya yang berkelanjutan.

Dampak sosial

Konsumen makanan laut saat ini tidak hanya mengharapkan produk yang murah dan bergizi, namun juga memperhatikan bagaimana produk tersebut diproduksi, dan memperhatikan dampak dari proses produksi tersebut terhadap masyarakat di sekitarnya (Neori, 2008). Oleh karena itu budidaya rumput laut terintegrasi dengan berbagai komoditas perikanan lainnya dapat menjadi salah satu teknik budidaya yang diterima oleh masyarakat karena dianggap lebih ramah terhadap lingkungan.

Dengan meningkatnya tingkat produksi dengan penambahan input yang relatif rendah akan meningkatkan pendapatan masyarakat, sehingga kesejahteraan masyarakat akan menjadi lebih baik. Selain itu budidaya terintegrasi juga akan menyediakan lapangan pekerjaan bagi masyarakat karena bertambahnya kegiatan dan jam kerja dalam proses produksi. Budidaya terintegrasi juga terbukti mampu untuk meningkatkan daya pulih masyarakat yang terkena dampak dari pemanasan global (Tran *et al.*, 2020). Dengan budidaya terintegrasi pembudidaya dapat mempertahankan sumber pendapatannya dengan tetap memproduksi komoditas yang berbeda secara terus menerus secara bergantian. Selain itu dengan adanya berbagai komoditas yang diproduksi, maka

pembudidaya memiliki kesempatan untuk memenuhi kebutuhan pangannya secara lebih beragam.

Kekurangan budidaya rumput laut terintegrasi

Budidaya rumput laut relatif lebih mudah dilakukan dan hanya memerlukan peralatan yang sederhana seperti bibit, tali, dan pelampung, namun dengan diterapkannya teknologi budidaya yang terintegrasi maka pembudidaya harus melakukan tambahan investasi dan juga memerlukan pengetahuan dan keterampilan yang baru. Memelihara ikan relatif lebih sulit daripada memelihara rumput laut, utamanya jika pemeliharaan ikan tersebut dilakukan di perairan terbuka. Selain itu pemeliharaan ikan atau udang, membutuhkan input pakan yang mungkin saja memerlukan modal yang lebih besar. Pemeliharaan ikan juga membutuhkan pengawasan yang lebih intensif karena adanya pemberian pakan yang diberikan secara teratur setiap hari.

Ketidakseimbangan komposisi biota dalam budidaya terintegrasi dapat menyebabkan terganggunya proses pencucian padatan di dasar perairan. Budidaya ikan yang intensif akan menghasilkan limbah yang akan mengendap di dasar perairan dan disisi lain keberadaan rumput laut disekitar daerah budidaya dapat memperlambat pergerakan air sehingga pencucian bahan organik menjadi terhambat. Keberadaan rumput laut dengan kerapatan yang tinggi juga dapat menyebabkan terganggunya produktifitas fitoplankton dan komunitas bentik akibat adanya efek *shading* oleh rumput laut di permukaan (Boyd, *et al.*, 2005). Rumput laut melakukan respirasi pada malam hari yang membutuhkan oksigen. Keberadaan rumput laut dapat menurunkan oksigen dalam tambak yang dapat membahayakan udang (Susilowati, *et al.*, 2014), dan oleh karena itu perlu dilakukan penambahan investasi untuk mengatasi kemungkinan efek negatif yang timbul yaitu melalui penambahan suplai oksigen ke dalam air di malam hari.

Pemilihan lokasi yang tidak tepat dapat menyebabkan kerusakan terhadap lingkungan. Penempatan keramba untuk ikan dan rakit untuk rumput laut dapat merusak karang akibat penempatan jangkar, patok kayu, dan bongkahan batu sebagai penambat media budidaya. Budidaya rumput laut yang dilibatkan dalam sistem IMTA sebagai biofilter membutuhkan penambahan luas areal budidaya. Luasnya areal IMTA dapat menyebabkan terjadinya komplik penggunaan lahan.

Meskipun budidaya terintegrasi memiliki kekurangan namun kelebihan budidaya rumput laut masih lebih banyak sehingga kekhawatiran mengenai kekurangan tersebut seharusnya tidak menjadi kendala dalam menerapkan budidaya rumput laut yang terintegrasi. Selain itu dampak negatif budidaya rumput laut terintegrasi dapat diatasi jika kegiatan budidaya dilakukan dengan baik dan benar. Hasselström, *et al.* (2018) melaporkan bahwa efek negatif budidaya rumput laut hanya bersifat lokal di sekitar daerah budidaya sedangkan efek positifnya dapat meliputi wilayah yang luas.

4.3 Rumput laut sebagai komoditas utama

Jenis rumput laut yang biasa dipelihara dalam tambak adalah *Gracillaria* sp..Pembudidaya memilih memelihara *Gracillaria* sp. ditambak karena teknik pemeliharaan yang lebih sederhana dan tidak memerlukan modal yang lebih tinggi dibandingkan dengan memelihara ikan. Selain itu panen *Gracillaria* sp.

dapat dilakukan dalam waktu yang relatif singkat yaitu pada umur 45 sampai 60 hari. Kontrol unsur hara di dalam tambak lebih mudah dilakukan yaitu dengan melakukan penambahan pupuk.

Isoni, *et al.* (2020), bahwa pemeliharaan *Gracillaria* sp. yang dikombinasikan dengan ikan bandeng dalam tambak menunjukkan bahwa keberadaan *Gracillaria* sp. dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan bandeng. Lebih lanjut disebutkan bahwa ikan bandeng memberikan keuntungan kepada rumput laut yaitu dengan memakan tanaman epifit yang menempel pada thallus. Selain itu pergerakan ikan bandeng dalam tambak akan mempengaruhi pergerakan air di sekitar rumput laut yang akan menjaga agar partikel kotoran yang menempel di thallus dapat terbang. Penelitian lainnya oleh Diatin, *et al.* (2020) menunjukkan bahwa jika *Gracillaria* sp. ikan bandeng, dan udang windu dipelihara secara terintegrasi maka akan menghasilkan keuntungan yang lebih tinggi hingga 6 kali lipat dibandingkan jika hanya memelihara *Gracillaria* sp. dengan ikan bandeng. Kombinasi *Gracillaria* sp. dengan ikan baronang (*Siganus gutatus*) dalam keramba juga dapat dilakukan namun jika jumlah ikan baronang terlalu banyak maka akan mengurangi produksi *Gracillaria* sp (Faisal, *et al.*, 2013). Kombinasi antara rumput laut dengan ikan herbivora yang memakan rumput laut akan secara signifikan mengurangi produksi rumput laut, namun karena harga ikan herbivora yang lebih tinggi dibandingkan dengan rumput laut maka keberadaan ikan herbivora tersebut tidak akan menyebabkan terjadinya kerugian namun justru akan meningkatkan pendapatan petani.

Salah satu kendala dalam budidaya rumput laut adalah tingginya populasi organisme penempel *biofouling* atau epifit. Organisme penempel tersebut menempel pada thallus sehingga mengurangi akses rumput laut terhadap cahaya dan unsur hara yang akhirnya akan menurunkan tingkat pertumbuhan dan juga kualitas rumput laut. Penghilangan *biofouling* tersebut memerlukan biaya pemeliharaan yang tinggi. Dengan budidaya rumput laut *Saccharina latissima* terintegrasi dengan kerang hijau (*Mytilus edulis*) dan tiram pasifik (*Magallana gigas*) maka jumlah organisme penempel dapat berkurang hingga 40% dan disisi lain unsur hara N dan fosfat meningkat untuk rumput laut (Hargrave, *et al.*, 2021).

Kegiatan budidaya rumput laut juga dapat diintegrasikan dengan kegiatan penangkapan ikan (Najamuddin, *et al.*, 2020). Ikan menggunakan daerah budidaya rumput laut bersembunyi, dan mencari makan. Ikan yang tertangkap dengan menggunakan alat tangkap seperti bubu, *fyke net*, jaring insang dapat menambah penghasilan pembudidaya.

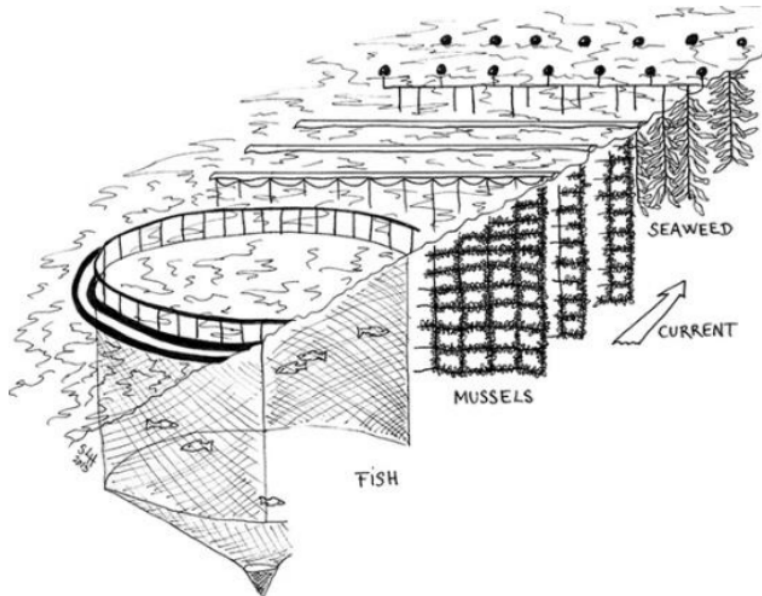
4.4 Rumput laut sebagai biofilter dalam budidaya terintegrasi

Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) menempatkan rumput laut sebagai biofilter. IMTA kebanyakan dilakukan di perairan terbuka dimana ikan atau udang dipelihara dalam keramba sedangkan rumput laut dipelihara di luar keramba, namun demikian sistem IMTA juga dapat diterapkan pada *land-base* akuakultur dimana rumput laut ditempatkan dalam tambak atau kolam. Pada sistem *land-base*, kondisi lingkungan dapat dikontrol secara penuh, meliputi semua parameter kualitas air dan kandungan unsur hara yang tersedia. Ketersediaan unsur hara untuk rumput laut dapat disesuaikan dengan menghitung jumlah limbah yang dihasilkan oleh ikan/udang dan jumlah unsur

hara yang tersedia secara alami. Interaksi antara organisme peliharaan juga dapat dikontrol yaitu hanya organisme peliharaan yang mendapatkan manfaat sepenuhnya dari keberadaan rumput laut ataupun sebaliknya. Jenis spesies rumput laut yang dapat dipilih adalah *Poryphyra* sp., *Ulva* sp., *Codium* sp., *Chondrus crispus*, dan *Gracillaria* sp., yang dikombinasikan dengan, udang, bulu babi, timun laut, abalone, dan cacing laut (Brunner, Jacquemin, 2022).

Pada budidaya rumput laut terintegrasi dengan sistem *water-base* di perairan terbuka, maka kondisi lingkungan budidaya tidak dapat dikontrol. Kualitas air termasuk ketersediaan unsur hara untuk rumput laut sangat tergantung dari kondisi perairan yaitu arus/pergerakan air, tingkat kesuburan perairan, dan kondisi cuaca/iklim. Interaksi antara organisme yang dipelihara juga tidak dapat dikontrol dimana hewan peliharaan bisa saja tidak mendapatkan manfaat sepenuhnya dari keberadaan rumput laut maupun sebaliknya. Lokasi yang berada di perairan terbuka akan menyebabkan tidak semua unsur hara yang diproduksi dari penguraian limbah padatan dapat dimanfaatkan sepenuhnya oleh rumput laut. Jenis rumput laut yang dapat dipelihara pada sistem *water-base* adalah berbagai spesies *kelp*, *Porphyra* sp., *Palmaria palmata*, *Ulva* sp., dan *Gracillaria* sp., yang dikombinasikan dengan ikan, kerang bivalvia, tiram, abalon, dan bulu babi (Brunner, Jacquemin, 2022).

Penempatan area rumput laut dalam sistem IMTA *water-base* mempertimbangkan arah arus air agar limbah yang dihasilkan dari keramba semaksimal mungkin dapat diasimilasi menjadi biomassa rumput laut (Gambar 2).



Gambar 2. Penempatan Area Budidaya Rumput Laut dalam IMTA *water-base* (Sumber Holdt, Edwards (2014)).

Contoh budidaya rumput laut dalam sistem IMTA adalah kombinasi antara rumput laut, ikan, dan kerang. Kerang dapat ditempatkan di dasar perairan maupun tergantung pada sistem rakit atau *longline*. Kerang bersifat filter feeder yang mengkonsumsi bahan organik dan phytoplankton. Oleh karena itu ketersediaan makanan untuk kerang sangat bergantung pada pergerakan air yang membawa bahan organik dan phytoplankton. Area pemeliharaan ikan, kerang dan rumput laut disusun berderet searah dengan arah arus yang akan membawa bahan organik hasil ekskresi dari ikan ke kerang, dan ke rumput laut. Kerang sebagai biofilter dapat mengasimilasi nitrogen melalui konsumsi fitoplankton dan pada saat yang sama juga akan menghasilkan nitrogen yang akan digunakan oleh rumput laut. Holdt & Edwards (2014) melaporkan bahwa kerang mengambil lebih banyak nitrogen terlarut dari pada yang dilepaskannya di air. Kombinasi antara ikan, kerang hijau dan *Ulva sp.* akan menghasilkan pertumbuhan rumput laut yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan rumput laut yang dipelihara dengan sistem monokultur atau jika hanya dikombinasikan dengan ikan (Nardelli, *et al.*, 2019). Jika rumput laut dikultur dengan kerang hijau maka pertumbuhan rumput laut tidak meningkat secara signifikan dibandingkan dengan rumput laut yang dikultur secara monokultur (Tonk & Jansen, 2019).

Sasikumar & Viji (2015) menunjukkan bahwa rumput laut sebagai biofilter pada budidaya udang *Fenneropenaeus indicus* pada rasio 3:1 antara udang dan rumput laut mampu untuk menghilangkan 25% amonia, 22% nitrat, dan 14% fosfat dari air buangan tambak udang. Lebih lanjut dilaporkan bahwa pada kombinasi rumput laut *Gracillaria lemaneiformis* dan scallop *Chlamys farreri* dengan rasio 1:0.3 sampai 1:0.8 mampu menjaga tingkat kesuburan perairan. Kombinasi antara rumput laut *Saccharina latissima* dan *Alaria esculenta* dan kerang hijau (*Mytilus edulis*) yang dipelihara secara bersama-sama dalam sistem IMTA menunjukkan bahwa pertumbuhan rumput laut tersebut meningkat 46% sedangkan pertumbuhan kerang hijau meningkat 50%.

4.5 Hal hal yang perlu diperhatikan dalam budidaya rumput laut yang terintegrasi

Jenis biota

Selain karena nilai ekonomisnya setiap jenis biota yang terlibat termasuk jenis rumput laut dalam kegiatan budidaya mampu beradaptasi dengan baik sehingga produktifitas setiap biota dapat tetap optimal. Pada budidaya tambak jenis *Gracillaria sp* lebih baik dibandingkan dengan jenis rumput laut *Euchema sp.* Sebagai biofilter, rumput laut memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam melakukan filtrasi total nitrogen dan jenis nitrogen (NO_3^+ , NO_2^- , NH_4^+) sehingga pemilihan jenis rumput laut juga harus mempertimbangkan jenis limbah N yang banyak dihasilkan (Kang *et al.*, 2011).

Pemilihan jenis ikan juga perlu mendapat perhatian. Ikan herbivora seperti ikan baronang dapat memakan rumput laut sehingga mengurangi produksi rumput laut. Oleh karena itu jika tujuan utamanya adalah untuk memproduksi rumput laut maka sebaiknya menggunakan jenis ikan lain yang tidak memakan rumput laut seperti ikan bandeng atau udang. Jenis ikan atau udang yang dipilih seharusnya dapat mengkonsumsi pakan buatan. Pakan

buatan yang dikonsumsi oleh ikan akan dibuang sebagai feses dan menjadi unsur hara untuk rumput laut namun jika ikan tidak dapat menerima pakan buatan dengan baik, maka pertumbuhan rumput laut tidak akan optimal karena hanya tergantung pada unsur hara yang tersedia secara alami.

Kerang sangat baik digunakan pada sistem IMTA karena memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengasimilasi nitrogen anorganik dibandingkan dengan rumput laut (Holdt, Edwards, 2014), namun demikian tidak semua kerang dapat hidup di perairan dengan kandungan unsur hara yang rendah (Chatzivasileiou, *et al.*, 2022). Pergantian biota termasuk jenis rumput laut yang dipelihara dapat dilakukan untuk mengantisipasi perubahan cuaca. Beberapa jenis rumput laut memiliki toleransi suhu yang luas, dan beberapa jenis lainnya memiliki toleransi suhu yang sempit (Eggert, 2012).

Komposisi biota

Keseimbangan jumlah setiap biota dalam sistem budidaya adalah hal yang sangat penting agar manfaat budidaya terintegrasi yang diperoleh dapat lebih optimal. Kepadatan ikan yang tinggi dalam keramba akan menghasilkan lebih banyak bahan organik yang tersuspensi sehingga luasan lahan untuk kegiatan budidaya rumput laut juga harus lebih tinggi. Menurut Shpigel (2012), sebagai perbandingan luasan lahan (ha) antara ikan kakap dan rumput laut *Ulva* sp. adalah 1:2.5, sedangkan jika menggunakan ikan kakap, *Ulva* sp., abalone, dan bulu babi maka perbandingan luasan lahan pemeliharaan adalah 1:2.5:1.8:1.8. Lebih lanjut bahwa jika luas areal pemeliharaan untuk organisme yang bersifat *filter feeder* ditingkatkan maka luas lahan (ha) untuk budidaya *Ulva* sp. bisa diturunkan sehingga perbandingan luasan lahan untuk ikan kakap, tiram dan *Ulva* sp. adalah 1:4:0.5.

Pemeliharaan ikan baronang dan rumput laut secara bersama-sama dalam tambak terbukti dapat meningkatkan pendapatan, namun demikian jika jumlah ikan baronang dan rumput laut yang ditebar tidak seimbang maka produksi rumput laut dan ikan akan menurun. Penebaran rumput laut yang terlalu sedikit yaitu 9 rumpun (900 g) yang dipelihara dengan 5 ekor ikan baronang akan menghasilkan berat akhir rumput laut dan ikan baronang yang sangat rendah masing-masing 0.4 kg/m² dan 0.3 kg/m², sedangkan jika ditebar bibit rumput laut sebanyak 27 rumpun (2700 g) dan 5 ekor ikan baronang maka akan menghasilkan ikan baronang dan rumput laut masing-masing sebanyak 1.4 kg/m² dan 0.4 kg/m² (Kartawijaya, 2013).

Wadah budidaya

Budidaya rumput laut dapat dilakukan di dalam tambak ataupun di perairan terbuka. Pemilihan dan penempatan wadah budidaya rumput laut akan mempengaruhi keberhasilan produksi. Pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan *Euchema denticulum* yang dipelihara dalam kurungan/keramba terapung lebih baik dibandingkan jika rumput laut tersebut dipelihara dengan sistem *longline* (Kasim, *et al.*, 2020). Penggunaan keramba dapat melindungi rumput laut dari serangan predator seperti ikan herbivora dan bulu babi. Namun demikian penerapan *longline* tetap dapat dilakukan jika jumlah predator tidak mengancam produktivitas rumput laut. Penanaman rumput laut secara vertikal

akan lebih optimal dalam menyerap unsur hara yang terbawa bersama air yang berasal dari tempat pemeliharaan ikan.

Area pemeliharaan rumput laut di perairan terbuka ditempatkan searah dengan arah arus yang dominan sehingga limbah dari wadah pemeliharaan ikan dapat terbawa ke area pemeliharaan rumput laut. Oleh karena itu arah arus yang dominan sepanjang tahun harus ditentukan terlebih dahulu sebelum menentukan lokasi budidaya ikan. Pada budidaya *land-base*, kolam pemeliharaan rumput laut menerima air buangan dari kolam ikan sebelum dibuang ke perairan bebas atau sebelum diresirkulasikan kembali ke dalam kolam ikan.

Lokasi

Budidaya rumput laut terintegrasi di perairan terbuka membutuhkan areal yang luas yaitu dua hingga tiga kali dari areal luas pemeliharaan ikan. Kondisi arus perairan sangat menentukan keberhasilan IMTA. Jika perairan tidak memiliki arah arus yang dominan atau arus selalu mengalami perubahan arah karena adanya gelombang pasang maka manfaat IMTA tidak dapat tercapai.

Penempatan areal budidaya di dekat pantai kemungkinan akan memunculkan terjadinya konflik kepentingan jika area yang tersedia terbatas. Untuk menghindari terjadinya konflik kepentingan maka budidaya rumput laut terintegrasi dapat diletakkan jauh dari pantai, namun hal ini tentu saja akan mengakibatkan semakin tingginya biaya investasi dan operasional. Budidaya yang dilakukan jauh dari pantai memungkinkan para pembudidaya untuk memperluas areal budidaya tanpa menimbulkan konflik kepentingan. Akan tetapi, kandungan unsur hara air akan semakin menurun dengan semakin jauhnya lokasi dari bibir pantai.

Pada umumnya penempatan media budidaya IMTA di perairan yang terlindungi lebih cocok untuk diterapkan dibandingkan jika ditempatkan di perairan yang tidak terlindungi. Pergerakan air/gelombang yang kuat dapat menyebabkan tiram dan rumput laut terlepas dari media budidaya.

4.6 Penutup

Budidaya rumput laut terintegrasi adalah budidaya yang menggunakan rumput laut sebagai salah satu komponen baik sebagai komponen utama atau pun tambahan yang dikombinasikan dengan komponen lain (misalnya ikan, kerang, udang, dan echinodermata) sehingga terbentuk ekosistem yang mendukung peningkatan produksi. Rumput laut dalam budidaya terintegrasi memiliki peran sebagai sumber makanan untuk ikan dan sekaligus sebagai biofilter untuk limbah yang dihasilkan oleh ikan. ²

Budidaya rumput laut terintegrasi menghasilkan total produksi yang lebih tinggi dan komoditi yang lebih beragam dibandingkan dengan monokultur rumput laut. Budidaya terintegrasi lebih ramah lingkungan karena limbah yang dihasilkan dari komponen lain dapat diasimilasi menjadi biomassa rumput laut yang dapat dipanen. Dengan budidaya terintegrasi, maka komoditas yang dihasilkan lebih dapat diterima oleh konsumen karena diproduksi dengan teknologi yang ramah lingkungan. Selain itu pembudidaya mendapatkan keuntungan yang lebih tinggi karena mampu meningkatkan pendapatannya melalui produksi komoditas yang lebih tinggi dan beragam.

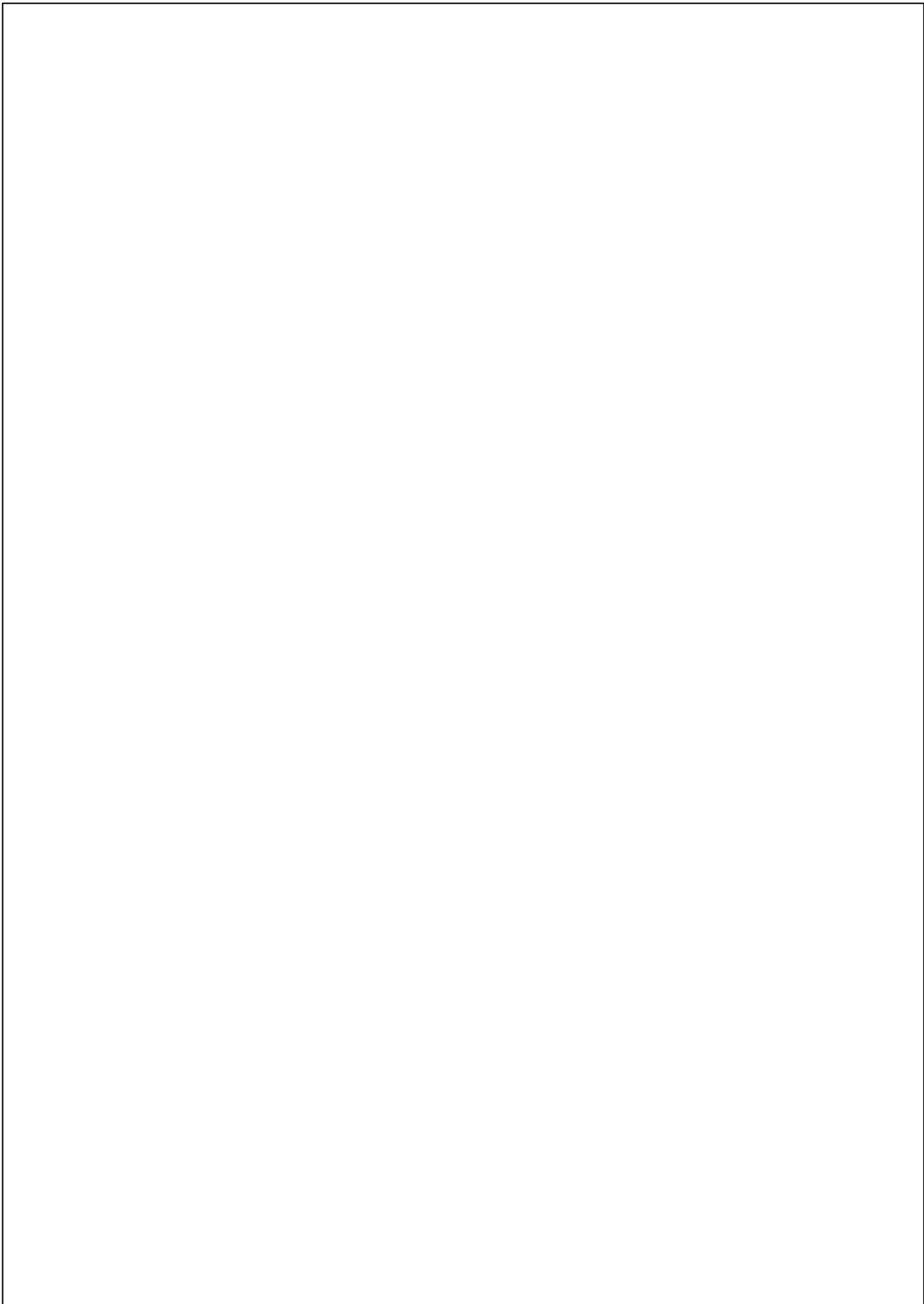
Beberapa hal yang perlu mendapatkan perhatian dalam implementasi budidaya terintegrasi adalah perlunya memilih spesies rumput laut, kerang, dan ikan yang sesuai dan dalam komposisi yang tepat dengan teknik budidaya yang benar agar ekosistem yang terbentuk dapat mendukung untuk peningkatan produksi maupun untuk filterisasi limbah. Selain itu lokasi yang dipilih sedapat mungkin sesuai dengan kebutuhan dari setiap organisme peliharaan dan tidak mengganggu kepentingan pengguna lainnya.

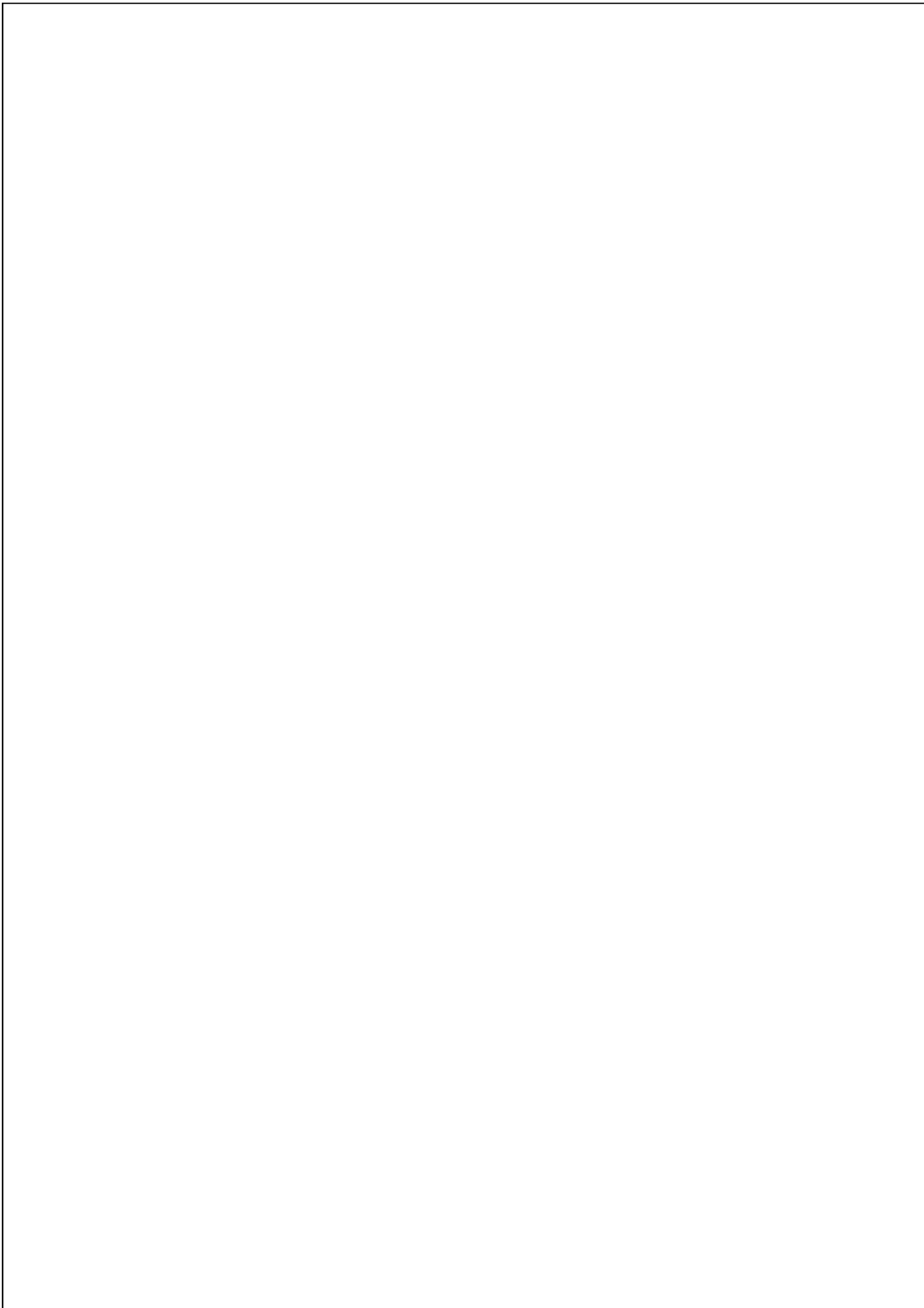
4.7 Daftar Pustaka

- Boyd, C.E., McNevin, A.A., Clay, J., Johnson, H.M., 2005. Certification Issues for Some Common Aquaculture Species. *Reviews in Fisheries Science*. 13, 231-279.
- Brunner, L., Jacquemin, B., 2022. IMTA : Integrated Multi-Trophic Aquaculture, A Sustainable solution for Seaweed Aquaculture. *Interraeg Atlantic Area*, pp. 1-20.
- Chatzivasileiou, D., Dimitriou, P.D., Theodorou, J., Kalantzi, I., Magiopoulos, I., Papageorgiou, N., Pitta, P., Tsapakis, M., Karakassis, I., 2022. An IMTA in Greece: Co-Culture of Fish, Bivalves, and Holothurians. *Journal of Marine Science Engineering*. 10, 776.
- Diatin, I., Effendi, I., Taufik, M.A., 2020. The production function and profitability analysis of *Gracilaria* sp. seaweed polyculture with milkfish (*Chanos chanos*) and black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 21.
- Eggert, A. 2012. Seaweed Responses to Temperature. in: Wiencke, C., Bischof, K. (Eds.), *Seaweed Biology: Novel Insights into Ecophysiology, Ecology and Utilization*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 47-66.
- Faisal, L., Patadjai, R., Yusnaini, 2013. Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) dan Ikan Baronang (*Siganus guttatus*) yang Dibudidayakan Bersama di Keramba Tancap. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. 1, 104-111.
- Gultom, R.C., Dirgayusaa, I., Puspithaa, 2019. Perbandingan Laju Pertumbuhan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Dengan Menggunakan Sistem Budidaya Ko-kultur dan Monokultur di Perairan Pantai Geger, Nusa Dua, Bali. *Journal of Marine Research Technology*. 2, 8-16.
- Han, T., Jiang, Z., Fang, J., Zhang, J., Mao, Y., Zou, J., Huang, Y., Wang, D., 2013. Carbon dioxide fixation by the seaweed *Gracilaria lemaneiformis* in integrated multi-trophic aquaculture with the scallop *Chlamys farreri* in Sanggou Bay, China. *Aquaculture International*. 21, 1035-1043.
- Hargrave, M.S., Ekelund, A., Nylund, G.M., Pavia, H., 2021. Filtration and fertilisation effects of the bivalves *Mytilus edulis* and *Magallana gigas* on the kelp *Saccharina latissima* in tank culture. *Journal of Applied Phycology*. 33, 3927-3938.
- Hasselström, L., Visch, W., Gröndahl, F., Nylund, G.M., Pavia, H., 2018. The impact of seaweed cultivation on ecosystem services - a case study from the west coast of Sweden. *Marine Pollution Bulletin*. 133, 53-64.
- Holdt, S.L., Edwards, M.D., 2014. Cost-effective IMTA: a comparison of the production efficiencies of mussels and seaweed. *Journal of Applied Phycology*. 26, 933-945.
- Isoni, W., Bahri, A.S., Amin, A.A., 2020. Effect of dense stocking of *Gracilaria* sp on growth and survival of milkfish (*Chanos chanos forskal*) on polyculture culture systems. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 441, 012025.

- Bolton, J.J., Anderson, R.J. 1990. Correlation between Intertidal Seaweed Community Composition and Sea Water Temperature Patterns on a Geographical Scale. *Botanica Marina*. 33, 447-458.
- Eggert, A. (2012). Seaweed Responses to Temperature. in: Wiencke, C., Bischof, K. (Eds.), *Seaweed Biology: Novel Insights into Ecophysiology, Ecology and Utilization*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 47-66.
- Kang, Y.H., Park, S.R., Chung, I.K. 2011. Biofiltration efficiency and biochemical composition of three seaweed species cultivated in a fish-seaweed integrated culture. *Algae*. 26, 97-108.
- Kartawijaya, Y., 2013. Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) dan Ikan Baronang (*Siganus guttatus*) yang Dibudidayakan Bersama di Keramba Tancap. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. 1, 309-315.
- Kasim, M.r., Balubi, A.M., Mustafa, A., Nurdin, R., Patadjai, R.S., Jalil, W., 2020. Floating cage: a new innovation of seaweed culture. in: Lu, Q., Serajuddin, M. (Eds.), *Emerging Technologies, Environment Research for Sustainable Aquaculture*. Intech Open, London, United Kingdom, pp. 103.
- Mashoreng, S., Nafie, Y., Isyrini, R., 2019. Cultivated Seaweed Carbon Sequestration Capacity. *IOP conference Series : Earth and Environmental Science*. 370, 1-9.
- Midlen, A., Redding, T.A., 1998. *Environmental management for aquaculture*. Springer Dordrecht, Colchester, United Kingdom.
- Najamuddin, Hajar, M.A.I., Rustam, Palo, M., Asni, A., 2020. Development of integrated seaweed culture and capture fisheries in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 564, 012027.
- Nardelli, A.E., Chiozzini, V.G., Braga, E.S., Chow, F., 2019. Integrated multi-trophic farming system between the green seaweed *Ulva lactuca*, mussel, and fish: a production and bioremediation solution. *Journal of Applied Phycology*. 31, 847-856.
- Neori, A., 2008. Essential role of seaweed cultivation in integrated multi-trophic aquaculture farms for global expansion of mariculture: an analysis. *Journal of Applied Phycology*. 20, 567-570.
- Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A.H., Kraemer, G.P., Halling, C., Shpigel, M., Yarish, C., 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture*. 231, 361-391.
- Robertson-Andersson, D., 2006. Biological and economical feasibility studies of using seaweeds *Ulva lactuca* (Chlorophyta) in recirculation systems in abalone farming, Botany Department. University of Cape Town, Cape Town, pp. 364.
- Saimima, A., Basir, A.P., 2020. Penerapan Sistem Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) untuk Peningkatan Performa Komoditas Budidaya Laut dan Kualitas Lingkungan Perairan di Kepulauan Banda Naira, Maluku. *MUNGGAI: Jurnal Ilmu Perikanan dan Masyarakat Pesisir*. 6, 19-28.
- Sasikumar, G., Viji, C., 2015. *Integrated Multi-Trophic Aquaculture Systems (IMTA)*, Winter School on Technological Advances in Mariculture for Production Enhancement and Sustainability.

- Shpigel, M., 2012. Mariculture Systems, Integrated Land-Based. in: Meyers, R.A. (Ed.), Encyclopedia of Sustainability Science and Technology. Springer New York, New York, NY, pp. 6309-6318.
- Susilowati, T., Hutabarat, J., Anggoro, S., Zainuri, M., 2014. The improvement of the survival, growth and production of vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and seaweed (*Gracilaria verucosa*) based on polyculture cultivation. International Journal of Marine Aquatic Resource Conservation Co-existence. 1, 6-11.
- Tonk, L., Jansen, H., 2019. Co-cultivation of the seaweed *Ulva* sp. and *Mytilus edulis*. Wageningen Marine Research, pp. 34.
- Tran, N., Cao, Q., Shikuku, K.M., Phan, T., Banks, L., 2020. Profitability and perceived resilience benefits of integrated shrimp-tilapia-seaweed aquaculture in North Central Coast, Vietnam. Marine Policy. 120, 104153.





Budidaya Rumput Laut Terintegrasi

ORIGINALITY REPORT

2%

SIMILARITY INDEX

2%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

ejournal.up45.ac.id

Internet Source

1%

2

kkp.go.id

Internet Source

<1%

3

ojs.uho.ac.id

Internet Source

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 10 words

Exclude bibliography On