



Jurnal Sains Akuakultur Tropis

Departemen Akuakultur

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275

Telp. (024) 7474698, Fax.: (024) 7474698

Email: sainsakuakulturtropis@gmail.com, sainsakuakulturtropis@undip.ac.id

PENAMBAHAN EKSTRAK *Sargassum* sp. HASIL EKSTRAKSI ENZIMATIK PADA PAKAN TERHADAP PERFORMA PERTUMBUHAN UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)

Addition of Sargassum sp. from Enzymatic Extraction on Feed to the Growth Performance of White Shrimp (Litopenaeus vannamei)

Tri Mulyadi, Sarjito*, Diana Rachmawati

Departemen Akuakultur,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax, +6224 7474698

*Corresponding author: sarjito_msdp@yahoo.com

ABSTRAK

Intensifikasi budidaya udang vaname (*L. vannamei*) menyebabkan akumulasi limbah budidaya di perairan dan stres lingkungan yang menjadi penyebab organisme patogen berkembang serta menyerang organisme budidaya, sehingga terjadi kematian massal. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut melalui produksi pakan dengan menambahkan bahan yang dapat meningkatkan sistem imun tubuh, namun juga berfungsi sebagai *growth promoter*. Bahan yang memiliki kedua fungsi tersebut adalah rumput laut *Sargassum* sp. Tujuan penelitian ini, mengetahui pengaruh penambahan ekstrak sargassum hasil ekstraksi enzimatik pada pakan terhadap performa pertumbuhan laju pertumbuhan spesifik/SGR dan rasio konversi pakan/FCR udang vaname (*L. vannamei*). Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 2 kali pengulangan. Perlakuan yang dilakukan, yaitu A (pakan dengan penambahan ekstrak sargassum 0 g/kg pakan), B (pakan dengan penambahan ekstrak sargassum enzimatik protease 2 g/kg pakan) dan C (pakan dengan penambahan ekstrak sargassum enzimatik karbohidrase 2 g/kg pakan). Hasil penelitian menunjukkan, pakan dengan penambahan ekstrak sargassum hasil ekstraksi enzimatik berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan spesifik (SGR) dan rasio konversi pakan (FCR). Kualitas air media pemeliharaan berada dalam kisaran yang layak untuk budidaya udang.

Kata Kunci : *Sargassum* sp.; *L. vannamei*; Ekstrak Enzimatik; Pertumbuhan

ABSTRACT

Intensification of white shrimp (L. vannamei) cultivation causes accumulation of waste aquaculture in the water and environmental stress which causes pathogenic organisms to develop and attack aquaculture organisms, so that mass deaths occur. Various efforts have been made to overcome this through feed production by adding ingredient that can enhance the body's immune system, but also function as growth promoters. The material that has both functions is seaweed Sargassum sp. The aims of this study was to determine the addition effect of sargassum extract from enzymatic extraction on feed to the specific growth rate/SGR and feed conversion ratio/FCR of white shrimp (L. vannamei). These study was conducted by experimental method used a completely randomized design (CRD) with 3 treatments and 2 repetitions. The treatment was namely A (feed with the addition of sargassum extract 0 g/kg feed), B (feed with the addition of enzymatically protease sargassum extract 2 g/kg feed) and C (feed with the addition of enzymatically carbohydrase sargassum extract 2 g/kg feed). The results showed that the feed with the addition of sargassum extract from enzymatic extraction had a significant effect ($P < 0,05$) on specific growth rate (SGR) and feed conversion ratio (FCR). Water quality of media is in the proper range for shrimp farming.

Keywords: *Sargassum* sp.; *L. vannamei*; Enzymatic Extract; Growth

PENDAHULUAN

Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia (2018) menyatakan bahwa udang masih menjadi komoditas unggulan dalam perikanan setelah rumput laut. Volume produksi udang terus mengalami peningkatan 607.152 ton (2015), 692.568 ton (2016) dan 919.987 ton (2017). Sedangkan Rohmin *et al.* (2017) mengungkapkan, selain permintaan di pasar dunia cukup besar, udang vaname memiliki pertumbuhan yang relatif cepat, serta memiliki keistimewaan karena mampu dibudidayakan dengan padat penebaran yang tinggi (intensif).

Peningkatan produksi melalui intensifikasi budidaya menyebabkan akumulasi limbah budidaya di perairan sehingga dapat menjadi masalah baru yaitu menyebabkan stres lingkungan dan menjadi faktor berkembangnya organisme patogen. Rohmin *et al.* (2017) mengungkapkan bahwa organisme patogen yang menghambat produksi budidaya udang diantaranya bakteri, virus, jamur dan parasiter. Organisme patogen, khususnya virus (Sudaryono *et al.*, 2018b) dan bakteri (Sivagnanavelmurugan *et al.*, 2012), yang menyerang budidaya udang dengan mudah menyebabkan kematian massal pada udang.

Upaya-upaya yang dilakukan dalam menangani kematian massal pada udang saat ini, belum ditemukan suatu cara yang optimal. Salah satu upaya yang dapat dilakukan sebagai tindakan preventif adalah pemberian pakan dengan penambahan bahan alam yang dapat meningkatkan sistem imun tubuh dan meningkatkan pertumbuhan, yakni rumput laut. Ketersediaan rumput laut di alam maupun produksi budidayanya yang melimpah menjadi kelebihan yang melekat padanya. Beberapa penelitian pada rumput laut, diketahui dapat meningkatkan sistem imun udang sehingga memengaruhi kelangsungan hidup organisme budidaya (Sivagnanavelmurugan *et al.*, 2012; Sudaryono *et al.*, 2018b; Schleder *et al.*, 2017a).

Penelitian yang dilakukan tidak terbatas pada salah satu spesies rumput laut saja, namun juga pada spesies yang lain diantaranya *Dictyota* sp., *Gracilaria* sp., *Padina* sp., *Sargassum* sp., *Halimeda* sp., *G. pistillata*, *Gigartina aciculaire*, *E. cottoni*, *E. spinosa*, *S. polycystum*, dan *S. microcystum* (Ridlo dan Pramesti, 2009; Subagiyo, 2008; Yeh dan Chen, 2008; Arizo *et al.*, 2015; Giang *et al.*, 2016). Penelitian penggunaan rumput laut sebagai *growth promoter* dilakukan melalui berbagai metode, diantaranya ekstraksi air panas (Sudaryono *et al.*, 2015a) dan dalam bentuk tepung (Sahara 2017).

Beberapa tahun terakhir telah ditemukan metode ekstraksi baru, yaitu metode ekstraksi enzimatik sebagai alternatif baru untuk mengoptimalkan hasil/produk ekstraksi (Denis *et al.*, 2009; Wijesinghe *et al.*, 2012; Boulila *et al.*, 2015; Charoensiddhi *et al.*, 2016). Namun, penelitian rumput laut yang dihasilkan melalui proses ekstraksi enzimatik sebagai *growth promoter* pada organisme budidaya belum pernah dilakukan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian tersebut. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan ekstrak sargassum hasil ekstraksi enzimatik pada pakan terhadap performa pertumbuhan (SGR dan FCR) udang vaname (*L. Vannamei*).

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei-Juli 2018 bertempat di Laboratorium Manajemen Kesehatan Hewan Akuatik Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Prosedur penelitian yang dilakukan terdiri dari persiapan media air, wadah, pakan, dan pemeliharaan hewan uji.

Bahan ekstrak sargassum diperoleh dengan cara ekstraksi melalui metode Puspita *et al.* (2017). Hewan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 300 ekor udang vaname (*L. vannamei*) dengan ukuran bobot rata-rata $10,63 \pm 0,3$ g/ekor. Udang didapatkan dari tambak pembesaran BBPBAP Jepara. Wadah penelitian yang digunakan berupa *plastic tank* dengan ukuran 0,687 (p) x 0,390 (l) x 0,476 (t) m sebanyak 6 unit. Wadah diisi dengan volume air 60 L yang dilengkapi sistem aerasi. Padat tebar udang vaname (*L. Vannamei*) yang digunakan dalam penelitian sebanyak 1 ekor/4 L.

Udang diadaptasi selama 2 minggu dan dipuasakan 1 hari sebelum dilakukan perlakuan. Udang vaname dipelihara selama 28 hari dan diberi pakan pellet sebesar 5 % dari bobot biomass. Pakan buatan yang diberikan berupa pelet komersil produksi PT. STP (Suri Tani Pemuka) kode 683 SP. Penambahan bahan ekstrak sargassum hasil ekstraksi enzimatik ke dalam pakan dilakukan menggunakan metode coating dengan cara disprayer. Frekuensi pemberian pakan dilakukan sebanyak 4 kali sehari. Waktu pemberian pakan diadaptasi dari Yudiati *et al.* (2016), pukul 06:00, 11:00, 16:00, dan 21:00. Pergantian air 30% dilakukan setiap hari dengan cara disifon.

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan dan 2 kali pengulangan. Perlakuan tersebut yaitu perlakuan A (pakan dengan penambahan ekstrak sargassum 0 g/kg pakan), B (pakan dengan penambahan ekstrak sargassum enzimatik protease 2 g/kg pakan) dan C (pakan dengan penambahan ekstrak sargassum enzimatik karbohidrase 2 g/kg pakan).

Laju pertumbuhan spesifik (SGR)

Menurut Hepher (1988), perhitungan laju pertumbuhan spesifik dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$G_w = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t - t_0} \times 100$$

Keterangan :

- G_w : pertumbuhan spesifik (%/hari)
 W_t : bobot tanaman uji pada akhir pemeliharaan (g)
 W₀ : bobot tanaman uji pada awal pemeliharaan (g)
 t : waktu pengamatan akhir (hari)
 t₀ : waktu pengamatan awal (hari)

Rasio konversi pakan (FCR)

Menurut Tacon (1987), perhitungan rasio konversi pakan dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$FCR = \frac{F}{(W_t + D) - W_0}$$

Keterangan:

- FCR : rasio konversi pakan
 F : jumlah pakan yang dikonsumsi (g)
 W_t : bobot total ikan pada akhir pemeliharaan (g)
 D : bobot total ikan yang mati (g)
 W₀ : bobot total ikan pada awal pemeliharaan (g)

Kualitas Air

Variabel kualitas air yang diamati selama penelitian adalah DO (mg/L) dan suhu (°C) menggunakan *water quality checker* merek YSI Pro20, derajat keasaman (pH) menggunakan pH meter dan salinitas (ppt) menggunakan *handrefraktometer*.

Analisis Data

Analisis data performa pertumbuhan, SGR dan FCR, dilakukan dengan metode analisis *one way anova* ($\alpha=0,05$) melalui program Ms. Excel. Data tersebut dianalisis setelah dilakukan uji statistika pendahuluan yaitu uji normalitas, uji homogenitas, dan uji additivitas. Perlakuan yang berpengaruh nyata ($P < 0,05$) kemudian dilakukan uji *post hoc test* Duncan ($P < 0,05$). Data kualitas air sebagai data pendukung.

HASIL**Performa Pertumbuhan**

Penambahan ekstrak sargassum hasil ekstraksi enzimatis berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap performa pertumbuhan udang vaname (*L. vannamei*), SGR maupun FCR. SGR tertinggi terjadi pada perlakuan penambahan ekstrak sargassum enzimatis karbohidrase (C) dengan nilai $1,38 \pm 0,03$ %/hari, kemudian ekstrak sargassum enzimatis protease (B) sebesar $1,36 \pm 0,06$ %/hari, dan terendah pada perlakuan tanpa penambahan ekstrak sargassum (A) sebesar $0,97 \pm 0,05$ %/hari. Sedangkan, FCR terendah juga terjadi pada perlakuan penambahan ekstrak sargassum enzimatis karbohidrase (C) dengan nilai $1,94 \pm 0,04$, kemudian ekstrak sargassum enzimatis protease (B) $1,96 \pm 0,01$ dan tertinggi pada perlakuan tanpa penambahan ekstrak sargassum (A) sebesar $2,50 \pm 0,18$. Hasil pengamatan performa pertumbuhan udang vaname (*L. vannamei*) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Performa Pertumbuhan Udang Vaname (*L. vannamei*)

Parameter	Perlakuan (g/kg pakan)		
	A	B	C
SGR (%/hari)	$0,97 \pm 0,05^b$	$1,36 \pm 0,06^a$	$1,38 \pm 0,03^a$
FCR	$2,50 \pm 0,18^b$	$1,96 \pm 0,01^a$	$1,94 \pm 0,04^a$

Keterangan: huruf *superscript* yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata ($P > 0,05$)

Kualitas Air Media

Hasil pengukuran kualitas air pada media pemeliharaan selama penelitian masih dalam kondisi yang layak untuk kehidupan udang vaname (*L. vannamei*). Kualitas air media pemeliharaan udang vaname dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Kualitas Air Media Pemeliharaan Udang Vaname

Parameter	Perlakuan			kelayakan
	A	B	C	
DO (mg/L)	3,01-4,16	3,00-4,36	3,00-4,23	>3 ^a
Suhu (°C)	26,40-28,90	26,40-28,90	26,50-28,90	25-30 ^b
Salinitas (ppt)	26-30	26-30	25-30	1-40 ^b
pH	7,20-8,20	7,20-8,00	7,10-8,00	6-9 ^a

Keterangan: ^aFerreira *et al.* (2011), ^bMohanty *et al.* (2018)

PEMBAHASAN

Penambahan ekstrak sargassum hasil ekstraksi enzimatik pada pakan memiliki pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap SGR udang vaname (*L. vannamei*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan ekstrak sargassum mampu meningkatkan laju pertumbuhan spesifik pada udang vaname (*L. vannamei*). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yu *et al.* (2016) melaporkan bahwa laju pertumbuhan spesifik (SGR) udang vaname secara signifikan terjadi pada udang yang diberi pakan dengan kandungan 20 dan 30 g/kg *G. lemaneiformis* setelah pemeliharaan 8 minggu. Meskipun pada setiap perlakuan mengalami pertumbuhan, namun udang yang diberi pakan dengan penambahan 2 g/kg ekstrak sargassum enzimatik karbohidrase menunjukkan yang tertinggi. Pertumbuhan tersebut terjadi diduga berasal dari aktivitas penyerapan nutrisi pakan oleh udang, hal itu ditunjukkan oleh rendahnya nilai FCR (table 1) pada perlakuan penambahan ekstrak sargassum hasil ekstraksi enzimatik.

Aktivitas penyerapan nutrisi tersebut diduga dipengaruhi oleh kandungan bahan aktif yang terdapat didalam ekstrak sargassum, sehingga terjadi peningkatan kinerja aktivitas enzim pencernaan pada udang vaname (*L. vannamei*). Azad *et al.* (2005) mengemukakan peningkatan pertumbuhan oleh polisakarida dimungkinkan oleh daya cerna nutrisi yang lebih baik melalui peningkatan aktivitas enzim pencernaan. Schleder *et al.* (2018b), menegaskan dalam penelitiannya bahwa terjadi peningkatan aktivitas absolut enzim amilase dan lipase pada hepatopankreas udang vaname (*L. vannamei*) yang diberi pakan mengandung 0,5, 2 dan 4 % *S. filipendula* sehingga menghasilkan biomassa akhir yang tinggi dibandingkan dengan kontrol, masing-masing 12,99, 12,86 dan 13,26 g. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Puspita *et al.* (2017) diketahui bahan aktif yang terdapat dalam ekstrak sargassum hasil ekstraksi enzimatik berasal dari senyawa fenol, yaitu florotannin. Diduga kuat bahwa kandungan senyawa aktif tersebut memengaruhi aktivitas enzim pencernaan. Mekanisme yang spesifik bagaimana proses bahan aktif, dalam hal ini senyawa fenol-florotannin, dari ekstrak sargassum pada pakan memengaruhi pertumbuhan memang belum diteliti lebih lanjut.

Aktivitas enzim pencernaan pada udang yang diberi pakan penambahan ekstrak sargassum diduga memiliki aktivitas yang lebih baik menyebabkan efektivitas pemanfaatan nutrisi pakan, kemudian dikonversikan ke dalam bentuk biomassa tubuh. Yone *et al.* (1986) mengungkapkan pertumbuhan yang terjadi ditandai dijelaskan oleh percepatan penyerapan nutrisi dari adanya kandungan bahan rumput laut. Hal ini didukung dengan nilai FCR yang rendah pada perlakuan penambahan ekstrak sargassum enzimatik protease dan karbohidrase, masing-masing sebesar $1,96 \pm 0,01$ dan $1,94 \pm 0,04$. Semakin cepat penyerapan nutrisi pakan (di antaranya protein, karbohidrat dan serat) menandakan semakin banyak nutrisi yang dapat dimanfaatkan untuk diubah menjadi sel-sel penyusun tubuh. Niu *et al.* (2015) mengungkapkan dalam penelitiannya, udang windu (*P. monodon*) yang diberi pakan yang mengandung 3% *U. pinnatifida* memiliki komposisi penyusun tubuh berupa protein 70,18 (% bahan kering) dan lemak 4,17 (% bahan kering). Sementara udang windu (*P. monodon*) yang diberi pakan dengan kandungan 0% *U. pinnatifida* memiliki komposisi penyusun tubuh protein dan lemak yang lebih rendah, masing-masing 68,61 dan 3,41 (% bahan kering).

Penambahan ekstrak sargassum hasil ekstraksi enzimatik, baik ekstrak protease atau karbohidrase, juga berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap FCR udang vaname (*L. vannamei*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa telah terjadi efektifitas pemanfaatan nutrisi pada pakan yang mengandung ekstrak sargassum dibandingkan dengan pakan yang tidak mengandung ekstrak sargassum. Sudaryono *et al.* (2015a) mengungkapkan bahwa suplementasi *S. cristaefolium* 200-1000 mg/kg cukup dan efektif untuk meningkatkan pemanfaatan semua nutrisi yang ada dalam pakan. Lin *et al.* (2017) menguatkan bahwa udang *L. vannamei* yang diberi pakan dengan kandungan 0,25-2,5 g/kg ekstrak sargassum mampu memanfaatkan pakan lebih efisien. Cruz-Suarez *et al.* (2000) menyatakan bahwa juvenil udang vaname yang diberi pakan dengan tambahan polisakarida *Macrocystis pyrifera* menghasilkan peningkatan daya cerna nutrisi, pemanfaatan protein yang efisien, dan meningkatkan laju pertumbuhan.

Peran dari kandungan bahan aktif, senyawa polifenol-florotannin, pada pakan diduga menyebabkan proses penyerapan nutrisi oleh usus menjadi lebih baik yang dipengaruhi oleh enzim pencernaan. Corona *et al.* (2016)

menerangkan bahwa di bagian atas gastrointestinal, polifenol berperan sebagai substrat sejumlah enzim dan memengaruhi metabolisme oleh enzim glukosidase, enzim fase I (hidrolisis dan oksidasi) dan enzim fase II (konjugasi dan detoksifikasi) yang ditemukan baik di usus kecil atau hati. Selain itu, mekanisme peningkatan daya cerna udang yang disuplementasi ekstrak sargassum telah dijelaskan oleh Schleder *et al.* (2018b), penggunaan rumput laut *S. filipendula* dan *U. pinnatifida* dalam pakan meningkatkan luas lapisan permukaan epitel usus udang dan memengaruhi penyerapan nutrisi. Hal ini diperkuat oleh Yu *et al.* (2016), bahwa penambahan 2% biomassa *G. lemaneiformis* meningkatkan panjang mikrovili sel dari epitel usus penyerapan udang vaname.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penambahan ekstrak sargassum hasil ekstraksi enzimatik pada pakan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap performa pertumbuhan yaitu laju pertumbuhan spesifik (SGR) dan rasio konversi pakan (FCR) udang vaname (*L. Vannamei*).

Saran

Perlu dilakukan penelitian pada ekstrak rumput laut yang berbeda hasil ekstraksi enzimatik protease dan karbohidrase.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PDUPT (Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi) yang telah memberikan bantuan dana dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arizo, M.A.M., E.C. Simeon, M.J.T. Layosa, R.M.M. Mortel, C.M.B. Pineda, J.J.E. Lim, dan M.B.B. Maningas. 2015. Crude Fucoïdan from Sargassum polycystum Stimulates Growth and Immune Response of Macrobrachium rosenbergii Against White Spot Syndrome Virus (WSSV). *AAFL Bioflux*, 8(4):535-543.
- Azad, I.S., A. Panigrahi, C. Gopal, S. Paulpandi, C. Mahima, dan P. Ravichandran. 2005. Routes of Immunostimulation vis-a-vis Survival and Growth of Penaeus monodon Postlarvae. *Aquaculture*, 248:227-234.
- Boulila, A., I. Hassen, L. Haouari, F. Mejri, I.B. Amor, H. Casabianca dan K. Hosni. 2015. Enzyme-assisted Extraction of Bioactive Compound from Bay Leaves (*Laurus nobilis* L.). *Industrial Crops and Products*, 74:485-493.
- Charoensiddhi, S., A.J. Lorbeer, J. Lahnstein, V. Bulone, C.M.M. Franco dan W. Zhang. 2016. Enzyme-assisted extraction of carbohydrates from the brown alga *Ecklonia radiata*: Effect of enzyme type, pH and buffer on sugar yield and molecular weight profiles. *Process Biochemistry*, 51:1503-1510.
- Corona, G., Ji, Y., Aneboonlap, P., Hotchkiss, S., Gill, C., Yaqoob, P., Spencer, J.P.E., dan Rowland, I. 2016. Gastrointestinal Modifications and Bioavailability of Brown Seaweed Phlorotannins and Effects on Inflammatory Markers. *British Journal of Nutrition*, 115:1240-1253.
- Cruz-Suarez, L.E., D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar dan C. Guajardo-Barbosa. 2000. Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para camarón. In: Cruz -Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A. y Civera-Cerecedo, R., (Eds.). *Avances en Nutrición Acuicola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*. 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán.
- Denis, C., H.L. Jeune, P. Gaudin, J. Fleurence. 2009. An Evaluation of Methods for Quantifying the Enzymatic Degradation of Red Seaweed *Grateloupia turuturu*. *J. Appl. Phycol.*, 21:153-159.
- Ferreira, N.C., C. Bonetti dan W.Q. Seiffert. 2011. Hydrological and Water Quality Indices as Management Tools in Marine Shrimp Culture. *Aquaculture*, 318:425-433.
- Giang, H.T., T.T. Giang, D.T.H. Oanh, T.S. Ngoc, dan V.N. Ut. 2016. Chemical Composition, Antioxidant Activity of Crude Polysaccharide Extracted from Brown Seaweed *Sargassum Microcystum* and its Effect on Growth Performance and Survival of Whiteleg Shrimp *Litopenaeus Vannamei* via Dietary Administration. *Can Tho University Journal of Science*, 4:71-80.
- Hepher, B. 1988. *Nutrition of Pond Fish*. Cambridge University Press. Cambridge. 162p.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia. 2018. Dashboard Produksi Perikanan dan Kelautan. Satu Data. https://satudata.kkp.go.id/dashboard_produk.
- Lin, Y-H., Y-C. Su, dan W. Cheng. 2017. Simple Heat Processing Of Brown Seaweed *Sargassum cristaeifolium* Supplementation in Diet can Improve Growth, Immune Responses and Survival to *Vibrio alginolyticus* of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Marine Science and Technology*, 25(2):242-248.

- Mohanty, R.K., S.K. Ambast, P. Panigrahi dan K.G. Mandal. 2018. Water Quality Suitability and Water Use Indices: Useful Management Tools in Coastal Aquaculture of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 485:210-219.
- Niu, J., X. Chen, X. Lu, S-G. Jiang, H-Z. Lin, Y-J. Liu, Z. Huang, J. Wang, Y. Wang, dan L-X. Tian. 2015. Effects of Different Levels of Dietary Wakame (*Undaria pinnatifida*) on Growth, Immunity and Intestinal Structure of Juvenile *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 435:78-85.
- Puspita, M., M. Deniel, I. Widiowati, O.K. Radjasa, P. Douzenel, C. Marty, L. Vandajon, G. Bodeux, dan N. Bourgougnon. 2017. Total Phenolic Content and Biological Activities of Enzymatic Extracts from *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. *J. Appl. Phycol.*, 29:2521-2537.
- Ridlo, A. dan R. Pramesti. 2009. Aplikasi Ekstrak Rumpun Laut sebagai Agen Imunostimulan Sistem Pertahanan Non Spesifik pada Udang (*Litopennaeus vannamei*). *Ilmu Kelautan*, 14(3):133-137.
- Rohmin, M.F.T., G. Mahasri dan F.A. Rantam. 2017. Response Analysis of Urban Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Which is Exposed to Crude Protein Zoothamniumpenaei Oral and Maintained in Ponds. *J. Biosains Pascasarjana*, 19(2).
- Sahara, R. 2017. Efisiensi Pemanfaatan Pakan dan Pertumbuhan Benih Ikan Lele (*Clarias sp.*) dengan Penambahan Tepung Alga Coklat (*Sargassum sp.*) dalam Pakan. *J. Sains dan Teknologi Akuakultur*, 1(1):38-46.
- Schleder, D.D., J.R. de Rosa, A.M. Guimaraes, F. Ramlov, M. Maraschin, W.Q. Seiffert, F.d.N. Vierra, L. Hayashi dan E.R. Andreatta. 2017a. Brown Seaweeds as Feed Additive for White-leg Shrimp: Effects on Thermal Stress Resistance, Midgut Microbiology, and Immunology. *J. Appl. Phycol.*, 29:2471-2477.
- Schleder, D.D., L.G.B. Peruch, M.A. Poli, T.H. Ferreira, C.P. Silva, E.R. Andreatta, L. Hayashi dan F.d.N. Vierra. 2018b. Effect of Brown Seaweeds on Pacific White Shrimp Growth Performance, Gut Morphology, Digestive Enzymes Activity and Resistance to White Spot Virus. *Aquaculture*, 495:359-365.
- Sivagnanavelmurugan, M., T. Marudhupandi, A. Palavesam, dan G. Immanuel. 2012. Antiviral Effect of Fucoidan Extracted from the Brown Seaweed, *Sargassum wightii*, on Shrimp *Penaeus monodon* Postlarvae against White Spot Syndrome Virus. *J. of The World Aquaculture Society*, 43(5):697-706.
- Subagiyo. 2008. Uji Pemanfaatan Rumpun Laut *Halimeda sp.* Sebagai Sumber Makanan Fungsional untuk Memodulasi Sistem Pertahanan Non Spesifik pada Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*). *Ilmu Kelautan*, 14(3):142-149.
- Sudaryono, A., A.H.C. Haditomo, dan A. Isnansetyo. 2015a. Evaluation of Dietary Supplementation of Aqueous Extract of Brown Algae *Sargassum cristaeifolium* on Growth Performance and Feed Utilization of Juvenile White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *AACL Bioflux*, 8(2):142-149.
- Sudaryono, A., D. Chilmawati, dan T. Susilowati. 2018b. Oral Administration of Hot-water Extract of Tropical Brown Seaweed, *Sargassum cristaeifolium*, to Enhance Immune Response, Stress Tolerance, and Resistance of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, to *Vibrio parahaemolyticus*. *J. of World Aqua. Society*, doi: 10.1111/jaws.12527.
- Tacon, A.G. 1987. The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp – A Training Manual. FAO of The United Nations. Brazil. 106-109p.
- Wijesinghe, W.A.J.P. dan Y-J. Jeon. 2012. Enzyme-assisted Extraction (EAE) of Bioactive Components: a Useful Approach for Recovery of Industrially Important Metabolites from Seaweeds: A review. *Fitoterapia*, 83:6-12.
- Yeh, S.T. dan J.C. Chen. 2008. Immunomodulation by Carrageenans in the White Shrimp *Litopenaeus vannamei* and its Resistance Against *Vibrio alginolyticus*. *Aquaculture*, 276:22-28.
- Yone, Y., Furuichi, M., Urano, K., 1986. Effects of Dietary Wakame *Undaria pinnatifida* and *Ascopyllum nodosum* Supplements on Growth, Feed Efficiency, and Proximate Compositions of Liver and Muscle of Red Sea Bream. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*, 52:1465–1468.
- Yu, Y-Y., W-D. Chen, Y-J. Liu, J. Niu, M. Chen, dan L-X. Tian. 2016. Effect of Different Dietary Levels of *Gracilaria lemaneiformis* Dry Power on Growth Performance, Hematological Parameters and Intestinal Structure of Juvenile Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, 450:356-362.
- Yudiati E., A. Isnansetyo, Murwantoko, Ayuningtyas, Triyanto dan C.R. Handayani. 2016. Innate Immune-Stimulating and Immune Genes Up-Regulating Activities of Three Types of Alginate from *Sargassum siliquosum* in Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology*, 54:46-53.