

Dr. Ir. Murni, S.Pi., M.Si., IPP.

PEMANFAATAN CAIRAN RUMEN

Pada Aquakultur



PEMANFAATAN
**CAIRAN
RUMEN**
Pada Aquakultur

Dr. Ir. Murni, S.Pi., M.Si., IPP.

 Penerbit
litrus.

PEMANFAATAN CAIRAN RUMEN
Pada Aquakultur

Ditulis oleh:

Dr. Ir. Murni, S.Pi., M.Si., IPP.

Diterbitkan, dicetak, dan didistribusikan oleh
PT. Literasi Nusantara Abadi Grup
Perumahan Puncak Joyo Agung Residence Kav. B11 Merjosari
Kecamatan Lowokwaru Kota Malang 65144
Telp : +6285887254603, +6285841411519
Email: literasinusantaraofficial@gmail.com
Web: www.penerbitlitnus.co.id
Anggota IKAPI No. 340/JTI/2022



Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip
atau memperbanyak baik sebagian ataupun keseluruhan isi buku
dengan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Cetakan I, Maret 2024

Perancang sampul: Bagus Aji Saputra
Penata letak: Bagus Aji Saputra

ISBN : 978-623-114-592-5
E-ISBN : 978-623-114-596-3

vi + 110 hlm. ; 15,5x23 cm.

©Maret 2024

PENGANTAR REKTOR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan segala berkah dan karunia-Nya, kami merasa bangga dan berbahagia baik sebagai pribadi maupun sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah

DAFTAR ISI

Pengantar Rektor.....	iii
Daftar Isi.....	v
PEMANFAATAN CAIRAN RUMEN	
PENDAHULUAN	1
A. Gambaran Umum Cairan Rumen	1
B. Kerangka Pikir	3
C. Karakteristik Cairan rumen.....	3
POTENSI CAIRAN RUMEN	5
A. Mikroba Rumen	5
B. Pendegradasi	6
C. Mudah Diaplikasikan.....	7
PENGOLAHAN DAN PEMANFATAAN	9
A. Kondisi Cairan Rumen	9
B. Kandungan Cairan Rumen	9
C. Teknik Pengambilan Cairan Rumen	11
APLIKASI CAIRAN RUMEN DALAM PAKAN	13
A. Aplikasi Cairan Rumen pada Pakan Alami.....	13
B. Aplikasi Cairan Rumen pada Bahan Baku	16
C. Aplikasi Cairan Rumen pada Ikan dan Udang	26

APLIKASI TEPUNG LIMBAH SAYUR TERFERMENTASI CAIRAN RUMEN DALAM PAKAN UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI UDANG VANNAMEI *LITOPENAEUS VANNAMEI*

PENDAHULUAN	67
A. Latar belakang.....	67
B. Tujuan khusus penelitian	69
C. Urgensi (keutamaan) penelitian.....	69
TINJAUAN PUSTAKA	73
A. <i>State of The Art</i> Bidang yang Diteliti.....	73
B. Peta Jalan Penelitian.....	74
TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	77
METODE PENELITIAN	78
A. Hewan Uji.....	78
B. Persiapan ekstrak enzim cairan rumen.....	78
C. Persiapan Pakan Uji	78
D. Rancangan percobaan.....	79
E. Pengukuran peubah	79
F. Analisa Data	83
HASIL YANG DICAPAI	84
A. Uji Biologi.....	84
B. Pembahasan	94
KESIMPULAN DAN SARAN	99
A. Kesimpulan.....	99
B. Saran.....	99
Daftar Pustaka	101
Glosarium.....	105
Riwayat Hidup Penulis	109

PEMANFAATAN CAIRAN RUMEN

PENDAHULUAN

A. Gambaran Umum Cairan Rumen

Rumen adalah salah satu bagian lambung ternak ruminansia yang merupakan bagian saluran pencernaan pada ruminansia seperti sapi, kerbau, kambing dan domba yang terdiri dari kantong otot, kantung kranial, kantung ventral, ventral blindsac dan retikulum serta sering juga disebut sebagai bagian kedua dari perut ruminansia. Sistem pencernaan pada ruminansia terjadi secara mekanik dan kimiawi didalam mulut yang bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel pakan yang dikonsumsi, dan fermentasi oleh mikroba dalam rumen berlangsung secara kimiawi oleh enzim-enzim yang dihasilkan oleh organ-organ pencernaan. Pada dasarnya isi rumen adalah bahan-bahan makanan yang terdapat dalam rumen yang belum menjadi feses dan dikeluarkan dari dalam lambung setelah hewan dipotong.

Pada umumnya rumah pematangan hewan hanya membuang cairan rumen setelah dipotong dan tidak dimanfaatkan, sehingga mencemari lingkungan. Sementara ketersediaan cairan rumen sangat banyak, karena jumlah cairan rumen yang dihasilkan mencapai 31 liter per ekor. Jika tidak diolah dengan baik akan mencemari lingkungan yang nantinya berdampak pada munculnya berbagai penyakit. Morfologi rumen sapi disajikan pada Gambar 1.

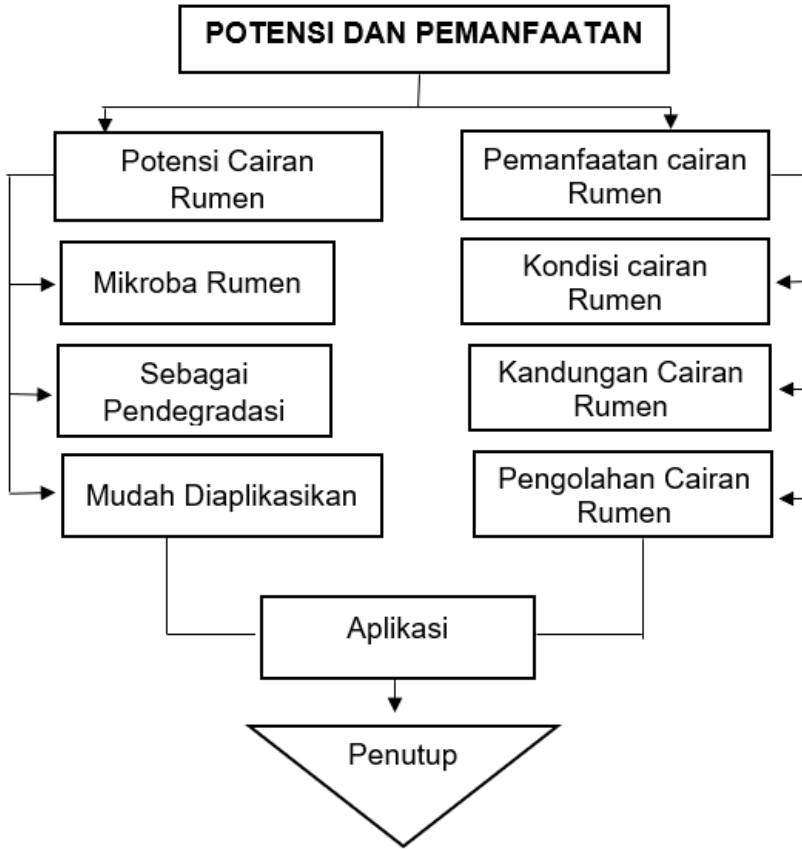




Gambar 1. Morfologi Rumen Sapi

Isi rumen merupakan bahan-bahan makanan yang terdapat dalam rumen sebelum menjadi feces dan dikeluarkan dari dalam lambung rumen setelah hewan dipotong. Kandungan nutriennya cukup tinggi, hal ini disebabkan belum terserapnya zat-zat makanan yang terkandung didalamnya sehingga, kandungan zat-zatnya tidak jauh beda dengan kandungan zat makanan yang berasal dari bahan bakunya. Rumen diakui sebagai sumber enzim pendegradasi polisakarida. Polisakarida dihidrolisis di rumen karena adanya pengaruh sinergis dan interaksi yang kompleks mikroorganisme, terutama enzim selulase dan xilanase (Trinci *et.al.* 1994).

B. Kerangka Pikir



Gambar 2. Kerangka Pikir

C. Karakteristik Cairan rumen

Ruminansia termasuk dalam kelompok poligastrik yaitu hewan yang memiliki lambung depan yang terdiri dari rumen, retikulum, omasum, dan lambung sejati. Selain itu ruminansia mengandung mikroorganisme di dalam rumen. Mikroorganisme inilah yang membantu dalam proses pencernaan ruminansia dalam memecah pakan sehingga dapat diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh ruminansia.

Proses pencernaan makanan pada ruminansia sangat unik karena adanya peran mikroba rumen dalam molekul. Dengan adanya mikroba dan aktivitas dalam rumen merupakan salah satu karakteristik yang membedakan antara sistem pencernaan ruminansia dengan hewan lainnya. Mikroba sangat berperan dalam mendegradasi pakan yang masuk ke dalam rumen menjadi produk sederhana yang dapat dimanfaatkan oleh mikroba (Offer dan Robert, 1996).

Proses pencernaan zat makanan pada ternak ruminansia sangat unik dengan adanya peran mikroba rumen dalam molekul zat makanan dari ransum yang telah dikonsumsi. Pencernaan ruminansia terbagi dalam tiga tahap yaitu: (1) pencernaan mekanik yaitu pencernaan yang berlangsung dalam mulut, dan (2) pencernaan fermentatif yaitu proses pencernaan yang dilakukan oleh mikroba dan (3) pencernaan hidrolitik yaitu pencernaan yang dilakukan oleh enzim pencernaan.

Rumen merupakan habitat yang baik untuk media pertumbuhan mikroba rumen karena memiliki habitat atau ekosistem dengan suhu antara 38°C-40°C dengan pH netral 6-7 dan kelembaban relatif konstan, anaerob dengan volume cairan 5-3 liter tergantung besar kecilnya hewan (Owen dan Goetsch 1988).

Komposisi mikroba dalam rumen sangat dipengaruhi oleh jenis makanan yang dikonsumsi, dimana apabila pakan yang dikonsumsi banyak mengandung serat, maka yang dominan adalah bakteri karena bakteri menghasilkan atau mensekresikan enzim yang dapat mencerna karbohidrat dan protein.

POTENSI CAIRAN RUMEN

A. Mikroba Rumen

Isi rumen kaya akan nutrisi karena mengandung protein 8,86%, lemak, 2,60%, serat kasar 28,78%, kalsium 0,53%, phosphor 0,55%, BETN 41,24%, abu 18,54%, air 10,92% (Rasyid, 1981). Selain itu isi rumen mengandung bakteri dengan konsentrasi sekita 10 pangkat 9 setiap cc isi rumen, dan protozoa bervariasi sekitar 10 pangkat 5 sampai 10 pangkat enams setiap cc isi rumen (Tillman, 1991).

Cairan rumen berpotensi karena selain kaya nutrisi juga sebagai pendegradasi karena cairan rumen merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroba seperti bakteri, protozoa dan jamur secara anaerob. Jenis bakteri pada cairan rumen adalah bakteri selulitik, amilolitik, proteolitik, bakteri pemakai asam, bakteri pemakai gula, bakteri methanogenik. Jenis bakteri tersebut mensekresikan enzim yang dapat mendegradasi serat, enzim α -amilase, galaktosidase, hemiselulase, selulase dan xilanase. Menurut Kung et.al. 2000, bahwa cairan rumen mengandung mikroba yang dapat mensekresikan enzim protease untuk menghidrolisis protein menjadi asam amino, amylase untuk menghidolisis pati menjadi glukosa, selulase untuk menghidrolisis selulosa, hemiselulose untuk menghidrolisis hemiselulosa, lipase untuk menghidrolisis lemak, dan fitase untuk menghidrolisis fitat.

Mikroba rumen yang terdapat dalam retikulum rumen terdiri atas protozoa, jamur dan bakteri yang berfungsi

melakukan fermentasi untuk mensintesis asam amino, vitamin B-komplek dan vitamin K sebagai sumber zat makanan bagi hewan induk semang (Hungate 1966). Mikroba rumen dapat dibagi dalam tiga kelompok utama yaitu bakteri, protozoa dan fungi (Czerkawski, 2013). Beberapa jenis bakteri yang dilaporkan oleh Hungate (1966) adalah : (a) bakteri pencerna selulosa (*Bakteroidessuccinogenes*, *Ruminococcus flavafaciens*, *Ruminococcus albus*, *Butyrifibrio fibrisolvens*), (b) bakteri pencerna hemiselulosa (*Butyrivibrio fibrisolvens*, *Bakteroides ruminocola*, *Ruminococcus sp*), (c) bakteri pencerna pati (*Bakteroides ammylophilus*, *Streptococcus bovis*, *Succinimonas amylolytica*, (d) bakteri pencerna gula (*Triponema bryantii*, *Lactobasilus ruminus*), (e) bakteri pencerna protein (*Clostridium sporogenus*, *Bacillus licheniformis*). Dengan adanya fungi dalam rumen diakui sangat bermanfaat dalam mencerna pakan berserat, karena membentuk koloni pada jaringan selulosa pakan.

B. Pendegradasi

Mikroba-mikroba rumen mensekresikan enzim-enzim pencernaan ke dalam cairan rumen untuk membantu mendegradasi partikel makanan. Enzim-enzim tersebut antara lain enzim yang mendegradasi substrat selulase yaitu selulase, hemiselulase/xylosa adalah hemiselulase/xylanase, pati adalah amilase, pektin adalah pektinase, lipid/lemak adalah lipase, protein adalah protease dan lain-lain (Kamra, 2005). Aktivitas enzim dalam cairan rumen juga tergantung dari komposisi atau perlakuan makanan (Moharrery and Das 2001). Lee *et al.* (2002) memetakan enzim dalam cairan rumen sapi. Enzim cairan rumen sapi adalah enzim-enzim selulolitik terdiri atas beta-D-

endoglukanase, beta-D-exoglukanase, beta-D-glukosidase, dan beta-D-fucosida fucohydrolase, enzim-enzim xylanolitik terdiri atas beta-D-xylanase, beta-D-xylosidase, acetyl esterase, dan alfa-L-arabinofuranosidase, enzim-enzim pektinolitik terdiri atas polygalacturonase, pectate lyase dan pectin lyase, dan enzim-enzim lain yang terdiri atas beta-amilase, endo-arabilase, beta-D-gluanase (laminarinase), beta-D-glucanase (Lichenase), beta-D-glucanase (Pechimanase) dan protease.

Menurut Pamungkas (2012) bahwa cairan rumen merupakan salah satu sumber bahan alternatif yang murah dan dapat dimanfaatkan dengan mudah sebagai sumber enzim pendegradasi, sehingga cairan rumen dapat digunakan sebagai sumber enzim dalam menghidrolisis serat pada pakan organisme akuatik. Lokapirnasari, *et. al.*, (2015) menyatakan bakteri *Enterobacter cloacae* WPL 214 yang diisolasi dari cairan rumen menghasilkan enzim selulase dengan aktivitas enzim selulolitik endo- (1,4) β -D-glukanase, exo- (1,4) β -D-glukanase dan β - glukosidase dapat menurunkan kandungan serat pakan.

Serat merupakan kandungan bahan baku pakan pada organisme akuatik yang sulit dicerna, karena pada organisme akuatik tidak terdapat organ pencernaan yang menghasilkan enzim selulase yang dapat menghidrolisis atau mendegradasi serat, kecuali ada mikroba yang terdapat dalam organ pencernaan yang dapat menghasilkan enzim selulase.

C. Mudah Diaplikasikan

Cairan rumen diperoleh dari ruminasia seperti sapi, kambing kerbau, dan domba yang sudah dipotong. Salah Isi perut ruminansia yang disebut rumen dibuka, kemudian disaring

menggunakan kain katun dalam kondisi dingin. Cairan rumen yang diperoleh disentrifuse untuk mendapat ekstrak enzim yang siap digunakan. Hal ini dapat diaplikasikan oleh pembudidaya sebagai *Freegist* pakan karena praktis.

PENGOLAHAN DAN PEMANFATAAN

A. Kondisi Cairan Rumen

Kondisi cairan rumen ada yang berair dan padat, sehingga kendala dalam pemanfaatan cairan rumen atau isi rumen sebagai sumber enzim yang dapat digunakan sebagai *fregist* dalam pakan adalah baunya yang sangat kuat sehingga mengurangi palatabilitas. Selain itu kandungan airnya sangat tinggi sehingga cairan rumen mudah mengalami pembusukan dan didalamnya terdapat mikroba. Mikroba tersebut merombak isi rumen dengan cepat jika tidak disimpan dalam kondisi dingin. Cairan rumen yang akan dimanfaatkan diusahakan diambil dalam kondisi dingin untuk menghindari terjadi pembusukan.

B. Kandungan Cairan Rumen

Cairan rumen merupakan limbah rumah potong hewan yang belum dimanfaatkan secara optimal dan bahkan dibuang begitu saja sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan. Padahal cairan rumen yang kaya akan mikroorganisme yang selama ini hanya dimanfaatkan pada pakan ternak dan belum tidak dimanfaatkan dengan baik pada organisme akuatik.

Mikroba dalam rumen meliputi bakteri, protozoa dan jamur. These microbes feed mikroba tersebut mengkonsumsi on forages ingested by the cow, and, by fermentation, produce end products that are hijauan yang tertelan oleh sapi, dan fermentasi, menghasilkan produk akhir yang utilised by the cow as well as by the microbes themselves for their own reproduction

dimanfaatkan sapi serta mikroba sendiri untuk reproduksi and cell growth.dan pertumbuhan sel. Bacteria and protozoa are the most important microbes. Bakteri dan protozoa adalah mikroba yang paling penting. Billions of bacteria and Miliaran bakteri dan protozoa are found in the rumen,protozoa yang ditemukan dalam rumenThey digest about 70% to 80% of the digestible dry dan mencerna sekitar 70% sampai 80% bahan kering yang dicerna dalam rumen. Different species of bacteria and protozoa perform different Spesies yang berbeda dari bakteri dan protozoa mempunyai fungsi yang berbedafunctions.. Some digest starch and sugar while others digest cellulose. Beberapa mencerna pati dan gula sementara yang lain mencerna selulosa.

Jumlah protozoa cairan rumen pada sapi Jawa (64,12 per μ l cairan rumen) lebih rendah dari sapi peranakan Ongole (76,33 per μ l cairan rumen), populasi bakteri cairan rumen sapi Jawa ($2,7 \times 10^7$ cfu/g) lebih rendah dari sapi Ongole ($2,3 \times 10^8$ cfu/g), tetapi populasi jamur cairan rumen sapi Jawa ($9,3 \times 10^4$ cfu/g) lebih tinggi dari sapi Ongole ($1,9 \times 10^3$ cfu/g) (Purbowati dkk. 2014), konsentrasi bakteri pada sapi dapat mencapai 21×10^9 per ml cairan rumen (Aurora, 1989).

Cairan rumen menghasilkan enzim selulase, amilase, protease, fitase, dan lipase (Fitriyanti, 2011); (Lee *et al.* 2002) yang direkresikan oleh mikroba rumen. Andriani (2015) menyatakan bahwa mikroorganisme rumen sapi mengandung enzim selulase dan amilase yang cukup untuk menghidrolisis pakan ikan, sedangkan Budiansyah (2010) menyatakan bahwa cairan rumen mengandung enzim selulase, xilanase, mannanase, amilase, protease, dan fitase mampu menghidrolisis bahan pakan lokal.

Beberapa enzim dalam cairan rumen sapi dan aktivitas enzimnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Enzim Cairan Rumen Sapi

Enzim	Lee <i>et al.</i> (2002) ¹	Agarwal <i>et al.</i> (2002) ²
	Enzim cairan rumen	Enzim rumen
Selulase - CMC	362,7 ± 12,80 μmol glukosa/jam/mL	1183,7 ± 20,39 μmol glukosa/jam/mL
Hemiselulase	528,6 ± 29,03 μmol xylosa/jam/mL	1751 ± 26,53 μmol xylosa/jam/mL
Amilase	439,0 ± 16,53 μmol glukosa/jam/mL	637,9 ± 14,80 μmol glukosa/jam/mL
Protease	84,80 ± 2,52 μg hidrolisis protein	125,6 ± 3,83 μg hidrolisis protein
		3,60 ± 0,63 μmol glukosa/jam/mL
		0,29 ± 0,05 μmol xylosa/jam/mL
		0,33 ± 0,09 μmol glukosa/jam/mL
		452,7 ± 154,3 μg hidrolisis protein

Keterangan : ¹)Sapi dewasa yang diberi makan ransum dasar alfalfa

²) Anak domba dengan berat badan 23,5 kg yang diberi air susu sampai 8 minggu dan diteruskan dengan 50 persen konsentrat dan 50 persen rumput sampai umur 24 minggu Selulase -Fpase (ug glukosa / ml/ jam)

C. Teknik Pengambilan Cairan Rumen

Beberapa teknik pengambilan cairan rumen menurut para peneliti diantaranya adalah:

1. Cairan rumen segar diambil dengan cara memeras isi rumen. Cairan rumen ditempatkan dalam termos yang telah dipanaskan terlebih dahulu dengan suhu 39°C. Cairan rumen disaring dengan kain kasa

dan ditampung dalam wadah yang telah diletakkan dalam *water bath* pada suhu 39°C. Cairan rumen ditambahkan gas CO₂ supaya kondisi anaerob tetap dipertahankan sampai dilakukan inokulasi (Afdal dan Erwan, 2008).

2. Cairan rumen sapi diambil dari isi rumen sapi dengan cara filtrasi yaitu penyaringan dengan menggunakan kain katun pada kondisi suhu 4°C. Ekstrak enzim cairan rumen sapi diperoleh dengan mengikuti metode Lee *et. al.*, (2002).

APLIKASI CAIRAN RUMEN DALAM PAKAN

A. Aplikasi Cairan Rumen pada Pakan Alami

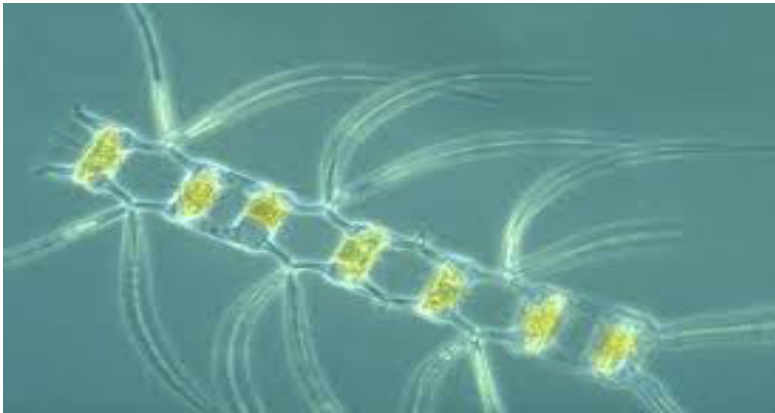
Cairan rumen dapat diaplikasikan dalam pakan organisme akuatik seperti pada pakan alami, bahan baku, dan pakan buatan. Jenis pakan alami yang sudah diaplikasikan cairan rumen pupuk organik dalam media budidaya adalah : (1) *Chaetoceros* sp. dan (2) *skeletonema costatum*.

1. *Chaetoceros* sp

Chaetoceros sp merupakan salah satu jenis pakan alami yang digunakan di panti-panti pembenihan. *Chaetoceros* sp digunakan sebagai pakan bagi larva udang vannamei pada stadia awal sebagai pakan alami, karena udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) pada stadia larva merupakan stadia yang sangat rentan karena peralihan pakan endogeneous ke eksogeneous sehingga stadia ini sering disebut sebagai stadia kritis. Pakan merupakan salah satu faktor yang sangat krusial pada stadia larva, sehingga pakan sebagai sumber nutrisi yang terdiri dari protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral harus sesuai dengan kebutuhan larva udang vannamei. Nutrisi dimanfaatkan oleh udang vannamei sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan berkembangbiak. Untuk itu, diperlukan pakan alami yang sesuai seperti: jenis, jumlah, dan berkualitas. Pemberian pakan yang sesuai dengan kebutuhan akan memacu pertumbuhan dan perkembangan udang

vannamei secara optimal sehingga produktivitasnya dapat ditingkatkan.

Chaetoceros sp merupakan jenis pakan alami yang memiliki syarat yang dibutuhkan larva karena mudah dicerna, berukuran kecil, nutrisinya tinggi, mudah dibudidayakan dan cepat berkembang biak. Kandungan nutrisi dari *Chaetoceros sp* yaitu: protein 35%, lemak 6,9 %, karbohidrat 6,6%, dan kadar abu 28%, (Isnansetyo dan kurniastuty,1995). Adapun morfologi *chaetoceros sp.* seperti disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Morfologi *Chaetoceros sp.*

Pemberian pakan alami jenis *Chaetoceros sp* yang dipupuk cairan rumen mampu mempercepat perkembangan larva udang vannamei pada stadia awal yaitu zoea sampai mysis. Perkembangan larva udang vannamei yang diberi pakan alami jenis *Chaetoceros sp* yang dipupuk cairan rumen lebih cepat berkembang dari stadia zoea 1 ke zoea 2 dibanding dengan pemberian *Chaetoceros sp* tanpa dipupuk cairan rumen.

Demikian juga dengan sintasan larva udang vannamei yang diberi pakan alami jenis *Chaetoceros sp* yang dipupuk

cairan rumen lebih tinggi. Oleh karena itu cairan rumen dapat diaplikasikan dalam media kultur pakan alami jenis *Chaetoceros* sp. sebagai pupuk organik.

2. *Skeletonema costatum*

Selain *Chaetoceros* sp salah satu jenis pakan alami yang biasa digunakan di panti pembenihan adalah *Skeletonemas costatum*. *Skeletonema costatum* merupakan salah satu pakan alami yang diberikan pada pemeliharaan larva udang vannamei stadia awal karena memenuhi syarat yang dibutuhkan larva seperti mudah dicerna, berukuran kecil, memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, mudah dibudidayakan serta cepat berkembang biak.

Skeletonema costatum mengandung protein 30,55 %, lemak 1,55 %, serat 2,09 %, abu 44,37 %, dan kadar air 8,41% (BBPBAP Jepara, 2004). walaupun demikian, dalam pertumbuhannya, *Skeletonema costatum* sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nutrien yang terkandung dalam media maupun lingkungan yang ada. Salah satu yang dapat dijadikan sumber nutrisi adalah cairan rumen sebagai pupuk dalam media kultur. Hal ini dikarenakan isi rumen kaya akan protein, vitamin B kompleks serta mengandung enzim-enzim hasil sintesa mikroba rumen (Gohl, 1981 dalam Afdal dan Erwan, 2006). Menurut Rasyid (1981), bahwa cairan rumen sapi mempunyai kandungan protein sebesar 8,86 %, lemak 2,60%, dan air 10,92%. Morfologi *Skeletonema costatum* disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Morfologi *Skeletonema costatum*

Pemanfaatan pakan alami jenis *Skeletonema costatum* yang dipupuk cairan rumen dengan frekuensi pemberian 5 kali per hari pada larva udang vannamei stadia zoea sampai mysis memberikan sintasan 61.33% (Murni dan Dini, 2016). Sintasan ini cukup tinggi, karena pada stadia larva khususnya zoea sampai mysis pada umumnya tingkat sintasanya rendah, karena terkendala pada kesesuaian jenis, dan kualitas pakan alami.

B. Aplikasi Cairan Rumen pada Bahan Baku

Aplikasi cairan rumen pada bahan baku pakan yang sudah dilakukan yaitu; (1) limbah sayur, (2) Limbah Roti, (3) Enceng Gondok, (4) Ampas Tahu.

1. Limbah Sayur

Limbah sayur merupakan bagian dari sayuran yang tidak dapat dimanfaatkan lagi oleh manusia dan ketersediaannya melimpah dalam jumlah besar dan belum dimanfaatkan dengan baik. Limbah sayur cepat membusuk karena mengandung air yang cukup tinggi sehingga mudah rusak dan mencemari lingkungan. Selama ini limbah sayur hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan ternak, namun untuk pakan organisme akuatik belum dimanfaatkan.

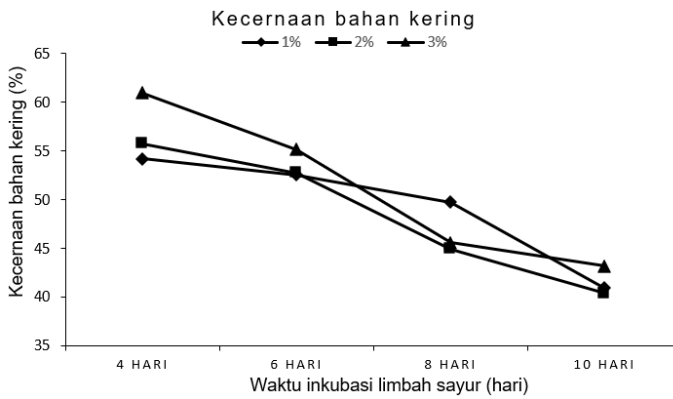
Sementara limbah sayur mempunyai potensi dan sangat berpeluang untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan, karena limbah sayur mengandung protein kasar 22.63%, serat kasar 30.71% (Murni et al. 2018), namun karena kandungan seratnya tinggi (Murni, dkk. 2017) maka perlu difermentasi untuk menurunkan kandungan selulosa yang tinggi dan meningkatkan pencernaan limbah sayur dengan menggunakan cairan rumen.

Cairan rumen menghasilkan enzim selulase (Fitriliyani, 2011); (Lee et. al. 2002) dan lebih lanjut Andriani (2015) menyatakan bahwa mikroorganisme rumen sapi mengandung enzim selulase dan amilase yang cukup untuk menghidrolisis pakan ikan, sedangkan menurut Budiansyah (2011), bahwa cairan rumen mengandung enzim selulase, xilanase, mannanase, amilase, protease, dan fitase mampu menghidrolisis bahan pakan local.

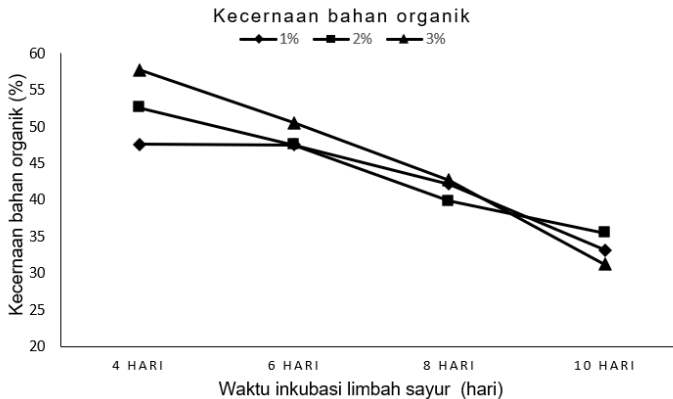
Menurut Murni dan Darmawati (2016) menyatakan bahwa limbah sayur yang difermentasi menggunakan cairan rumen dengan dosis 10 – 15 mL/kg limbah sayur dapat meningkatkan kandungan nutrisi untuk pakan ikan

nila dan Murni, et.al. (2017), menyatakan fermentasi limbah sayur dengan dosis 15 mL/kg dan lama waktu inkubasi 4 hari mampu menurunkan serat kasar limbah sayur 29,35% ke 14,83%.

Limbah sayur yang difermentasi cairan rumen dengan dosis 3% dan diinkubasi 4 hari dapat meningkatkan kecernaan bahan kering dan bahan organik yang disajikan pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Interaksi antara dosis dan lama waktu inkubasi

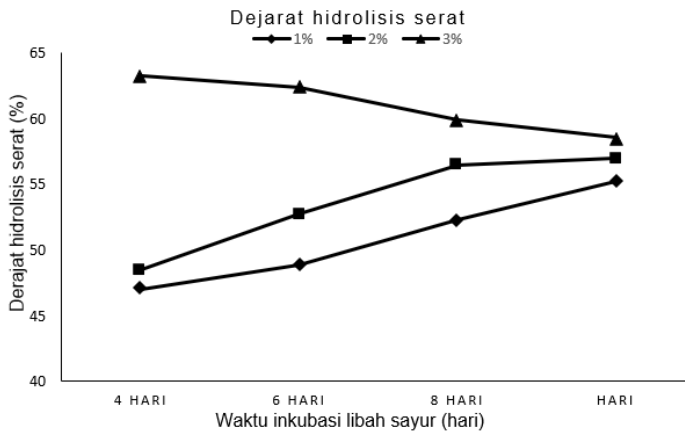


Gambar 6. Interaksi antara dosis dan lama waktu inkubasi limbah sayur

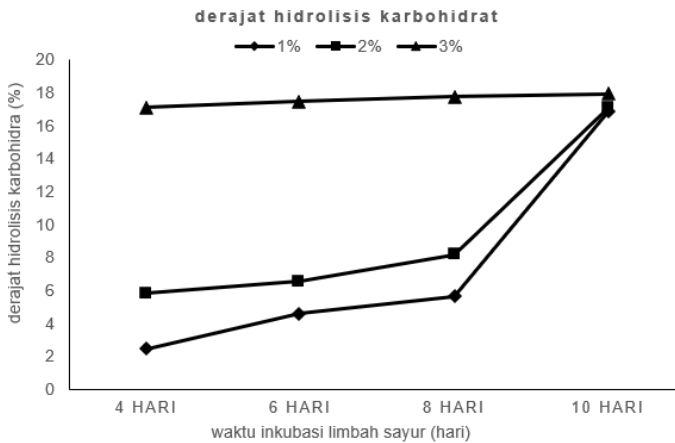
Kecernaan bahan kering dan organik limbah sayur yang difermentasi menggunakan cairan rumen dosis 3% dan diinkubasi 4 hari lebih tinggi disebabkan adanya penambahan dosis cairan rumen dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sehingga konsentrasi enzimnya lebih tinggi, sedangkan dosis 1% dan 2% lebih rendah, akibatnya enzim cairan rumen tidak bekerja maksimal. Suriyahadi *et al.*, (2005) melaporkan bahwa penambahan enzim kasar yang berasal dari *Trichoderma viride* memperbaiki kecernaan bahan kering dan kecernaan bahan organik silase jerami padi.

Terjadinya penurunan kecernaan bahan kering dan organik pada waktu Inkubasi 6 hari sampai inkubasi 10 hari disebabkan waktu inkubasinya terlalu lama, sehingga substrat sebagai media enzim sudah berkurang. Hal ini sejalan dengan Giraldo *et al.*, (2008), menyatakan bahwa aktivitas enzim bervariasi tergantung pada dosis enzim (Jalilvand *et al.*, 2008). Nilai kecernaan bahan kering dan organik limbah sayur yang difermentasi menggunakan cairan rumen lebih rendah dibanding dengan yang dilaporkan Seo *et. al.* (2013) kecernaan bahan kering 68,90% dan bahan organik 67,81%, dan Sridhar, *et. al.* (2015) kecernaan bahan kering dan organik $77,36 \pm 4,28$ dan $77,04 \pm 5,69\%$; Lunagariya *et. al.* (2017) kecernaan bahan kering 63,03% dan bahan organik 63,62%; Has *et.al.* (2013) kecernaan bahan kering 61,30% dan bahan organik 47,25%.

Selain meningkatkan kecernaan bahan kering dan bahan organik juga mampu meningkatkan derajat hidrolisis serat dan karbohidrat yang disajikan pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Interaksi antara dosis cairan rumen dengan lama waktu inkubasi.



Gambar 8. Interaksi antara dosis cairan rumen dan lama waktu inkubasi

Derajat hidrolisis serat limbah sayur yang difermentasi dengan menggunakan cairan rumen tertinggi diperoleh pada dosis 3% inkubasi 4, dan 6 hari akibat adanya penambahan dosis cairan rumen lebih tinggi, sehingga dengan waktu inkubasi 4 dan 6 hari sudah mampu menghidrolisis kandungan serat yang kompleks pada limbah sayur menjadi lebih sederhana dengan

adanya enzim selulase yang disekresikan oleh mikroba cairan rumen. Penambahan cairan rumen mampu menurunkan serat kasar, penurunan serat kasar disebabkan oleh adanya aktifitas enzim selulase. Penambahan enzim cairan rumen akan merombak komponen bahan yang sulit dicerna menjadi bahan yang mudah dicerna sehingga dapat dimanfaatkan oleh hewan Zuraida *et. al.* (2013).

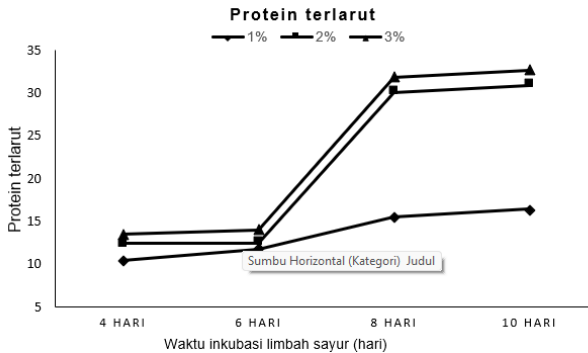
Menurut Purnomohadi (2006), bahwa fermentasi jerami padi selama 7 hari dengan bakteri selulolitik rumen menghasilkan penurunan bahan kering 10,6%, kadar serat 15,98%. Menurut Krizsan dan Huhtanen (2013), bahwa karakteristik dinding sel dalam proses hidrolisis ditentukan oleh kondisi ideal dan waktu inkubasi. Lokapirnasari, *et. al.*, (2015), menyatakan bahwa bakteri *Enterobacter cloacae* WPL 214 yang diisolasi dari cairan rumen menghasilkan enzim selulase dengan aktivitas enzim selulolitik endo- (1,4) - β -D-glukanase, exo- (1,4) - β -D-glukanase dan β - glukosidase.

Sedangkan derajat hidrolisis serat limbah sayur yang difermentasi menggunakan cairan rumen dosis 1 dan 2% dan waktu inkubasi 4 hari lebih rendah dibanding dengan dosis 3% dan terjadi peningkatan pada waktu inkubasi 6 hari sampai 10 hari disebabkan penambahan dosis cairan rumen lebih rendah sehingga membutuhkan waktu lebih lama dalam menghidrolisis serat limbah sayur. Hal ini sama dengan yang dihasilkan oleh Elwakeel *et al.*, (2007); Krueger dan Adesogan, (2007); Alvarez *et al.*, (2009), bahwa hidrolisis serat dipengaruhi oleh interaksi antara enzim, substrat dan periode inkubasi.

Sementara derajat hidrolisis karbohidrat limbah sayur difermentasi cairan rumen 3% lebih tinggi dan terendah pada dosis 1% dan 2% pada waktu inkubasi 4, 6, 8, dan 10 hari disebabkan dosis cairan rumen yang digunakan lebih tinggi, selain itu porsi enzim amilase juga lebih tinggi, sehingga pada waktu inkubasi tersebut sudah mampu menghidrolisis limbah sayur dengan maksimal yang disebabkan oleh adanya aktivitas enzim amilase. Hasil Penelitian Fitriliani (2010) menyatakan bahwa terjadi peningkatan glukosa terlarut dan penurunan total gula tepung daun lamtoro seiring dengan peningkatan volume cairan rumen yang digunakan untuk menghidrolisis tepung daun lamtoro, sehingga peningkatan penggunaan tepung daun lamtoro terhidrolisis dalam pakan akan meningkatkan pula kandungan monosakarida yaitu glukosa akibat kerja enzim selulosa yang terkandung dalam rumen.

Protein terlarut limbah sayur tertinggi dihasilkan pada dosis 3% dengan waktu inkubasi 8 dan 10 hari disebabkan dosis cairan rumen yang ditambahkan lebih tinggi, namun porsi dari enzim protease dalam cairan rumen lebih rendah dibanding dengan enzim lainnya (Fitriliani, 2010), sehingga membutuhkan waktu lebih lama dalam menghidrolisis senyawa kompleks limbah sayur menjadi lebih sederhana yang disebabkan oleh adanya enzim protease (Lee *et al.* 2002) yang disekresikan oleh mikroba cairan rumen; (Palupi, *et.al* (2011) menyatakan bahwa enzim mendegradasi senyawa-senyawa kompleks menjadi lebih sederhana. Kurniasih *et. al.* (2012) menyatakan bahwa konsentrasi protein terlarut meningkat dengan bertambahnya konsentrasi cairan rumen

domba yang diberikan pada tepung bungkil kedelai dan kadar protein terlarut tertinggi terdapat pada dosis 800 mL/ kg tepung bungkil kedelai, sedangkan yang terendah pada 0 mL/kg tepung bungkil kedelai. Interaksi antara dosis cairan rumen dengan lama waktu inkubasi terhadap protein terlarut limbah sayur disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Interaksi antara dosis cairan rumen dengan lama waktu inkubasi terhadap protein terlarut limbah sayur

Protein terlarut yang diperoleh pada limbah sayur yang difermentasi cairan rumen dosis 1%, 2% dan 3% pada inkubasi 4 dan 6 hari lebih rendah, namun dosis 3% lebih tinggi, karena waktu inkubasinya lebih singkat, sehingga protein terlarut yang dihasilkan lebih rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Fitriliani (2010) menyatakan bahwa waktu inkubasi 24 jam tepung daun Lamtoro dengan penambahan konsentrasi ekstrak enzim kasar cairan rumen domba 100 mL/kg menghasilkan kadar protein terlarut jauh lebih tinggi dibanding perlakuan dengan waktu inkubasi 2 jam. Aslamyah (2006), menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi enzim maka semakin besar peluang substrat untuk bertemu dengan katalisator biologis dalam proses hidrolisis, dan semakin

lama waktu inkubasi maka semakin lama proses hidrolisis berlangsung sampai batas waktu tertentu, semakin banyak substrat yang terdegradasi dan produk yang dihasilkan lebih tinggi, Dolinska, *et. al.* (2012) menyatakan bahwa jenis enzim dan waktu inkubasi mempengaruhi efisiensi hidrolisis dan konsentrasi protein.

2. Limbah Roti

Limbah roti merupakan roti yang sudah kadaluarsa atau roti yang telah afkir kurang dari 1 minggu, kemudian roti tersebut ditarik dari pasaran, sehingga tidak bisa lagi dikonsumsi oleh manusia. Apabila tidak termanfaatkan maka roti tersebut menjadi produk yang terbuang oleh pabrik dan akan mencemari lingkungan. Limbah roti atau roti yang kadaluarsa dapat diolah kembali sebagai bahan baku pakan ikan dalam bentuk pellet. Tetapi perlu diketahui bahwa roti terbuat dari gandum yang mengandung serat tinggi, sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh semua ikan.

Oleh karena itu untuk memanfaatkan sebagai bahan baku pakan perlu difermentasi dengan menggunakan cairan rumen untuk menurunkan kandungannya. Kandungan nutrisi limbah roti sebelum difermentasi menggunakan cairan rumen yaitu: Protein kasar 34.33%, Sedangkan kandungan nutrisi limbah roti setelah inkubasi menggunakan cairan rumen selama 6 jam (34,66%, 12 jam (34,26%) dan 18 jam (29,33%). Hasil memperlihatkan bahwa semakin lama waktu inkubasi maka semakin rendah kadar protein kasarnya. Hal ini dimungkinkan karena protein kasar sudah terhidrolisis dan ini dapat dilihat pada hasil hidrolisis protein yang dihasilkan. Hasil hidrolisis protein limbah roti yang diinkubasi

menggunakan cairan rumen dengan dosis 15 mL diperoleh pada waktu inkubasi 6 jam (0.8%), 12 jam (1.2%) dan 18 jam (14.05%). Aslamyah (2006) menyatakan bahwa semakin lama waktu inkubasi maka semakin lama proses hidrolisis berlangsung sampai batas waktu tertentu, semakin banyak substrat yang terdegradasi dan produk yang dihasilkan lebih tinggi, Dolinska, *et. al.* (2012) menyatakan bahwa jenis enzim dan waktu inkubasi mempengaruhi efisiensi hidrolisis dan konsentrasi protein.

3. Enceng Gondok

Enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan salah satu jenis tanaman air yang mengapung. Pertumbuhan eceng gondok sangatlah cepat sehingga tanaman jenis ini sering disebut sebagai gulma yang dapat mencemari lingkungan perairan. Fenomena ini dapat menimbulkan permasalahan baru, oleh karena itu perlu penanganan khusus. Tanaman eceng gondok mengalami proses degradasi dikarenakan kandungan selulosa yang tinggi.

Eceng gondok sangat potensial untuk pakan hewan, karena kandungan proteinnya yang tinggi (11,2%) namun satu kelemahan eceng gondok ialah merupakan bahan pakan yang ketercernaannya rendah karena banyak mengandung serat kasar (16,79%). Untuk mengubah eceng gondok menjadi bahan pakan yang bernilai gizi baik dan mudah dicerna, maka salah satu cara yang dapat ditempuh adalah menggunakan teknologi fermentasi.

C. Aplikasi Cairan Rumen pada Ikan dan Udang

Aplikasi cairan rumen dalam pakan organisme budidaya yang sudah dilakukan yaitu: (1) Ikan nila, (2) larva udang vannamei dan (3) Juvenil udang vannamei, (4) Larva ikan Lele.

1. Ikan Nila

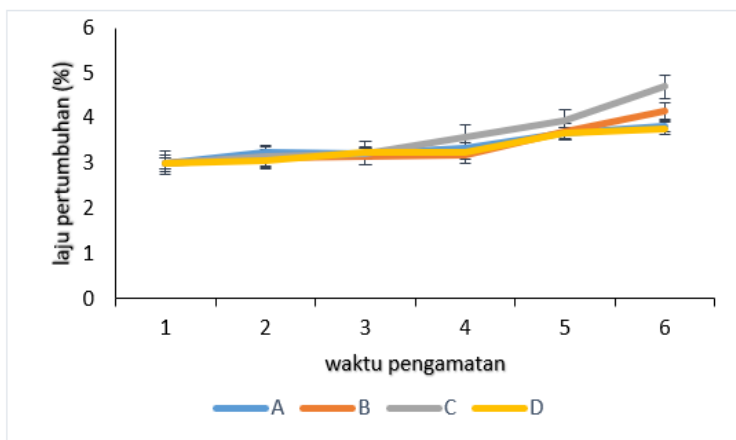
Perkembangan pakan ikan komersil pada umumnya masih menggunakan tepung ikan sebagai sumber protein utama. Namun terjadinya penurunan produksi tepung ikan dan meningkatnya permintaan menyebabkan peningkatan harga tepung ikan secara signifikan. Penggantian tepung ikan dengan sumber protein nabati sudah berhasil dilakukan diantaranya tepung bungkil kedelai (Suprayudi et al. 1999; Pebriyadi 2004).

Untuk mengurangi penggunaan pakan komersil, maka dapat menggunakan bahan baku pakan lokal yang berkualitas, harga layak, persediaannya terjamin, tidak bersaing dengan kebutuhan manusia, ramah lingkungan dan berkelanjutan. Budidaya ikan nila menggunakan pakan komersil telah banyak dilakukan. Namun biaya operasional tertinggi budidaya ikan secara intensif adalah biaya pakan yakni lebih dari 60% dari total biaya produksi, sehingga diperlukan ampas kelapa yang difermentasi cairan rumen sebagai bahan baku pakan untuk ikan nila. Ampas kelapa merupakan salah satu sumber nabati yang berpotensi sebagai bahan baku pakan ikan. Selain mudah diperoleh, penggunaan ampas kelapa sebagai salah satu komponen nabati dalam pakan ikan diharapkan dapat meningkatkan nilai gizi pakan. Menurut Derrik (2005), protein kasar yang terkandung pada ampas

kelapa mencapai 23%, dan kandungan seratnya yang mudah dicerna merupakan suatu keuntungan tersendiri untuk menjadikan ampas kelapa sebagai bahan baku pakan. Untuk meningkatkan daya guna protein dan nilai manfaat ampas kelapa yaitu dengan melalui proses fermentasi menggunakan cairan rumen.

Ekstrak cairan rumen sapi diketahui mengandung enzim pendegradasi serat (Williams dan Withers, 1992). Selanjutnya (Martin et al., 1999) mendapatkan bahwa enzim-enzim pencernaan karbohidrat dalam cairan rumen antara lain adalah amilase, xilanase, avicelase, α -D-glukosidase, α -L-arabinofuranosidase, β -Dglukosidase, dan β -D-xylosidase. Selain itu, ekstrak cairan rumen mengandung enzim selulase, xilanase, mannanase, amilase, protease, dan fitase mampu menghidrolisis bahan pakan local dan penambahan enzim cairan rumen sapi local dalam pakan meningkatkan pencernaan (Budiansyah, 2010). Keterbatasan ikan dalam memanfaatkan serat berkaitan dengan ketersediaan enzim selulolitik yang terbatas dalam saluran pencernaan ikan, bahkan pada level tertentu dapat menghambat pertumbuhan ikan. Penambahan enzim cairan rumen pada bahan baku pakan ikan nila dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pakan, sintasan dan pertumbuhan.

Hasil penelitian (Murni dan Muthmainah, 2016) menunjukkan bahwa pemberian ampas kelapa yang difermentasi cairan rumen dalam pakan mampu meningkatkan laju pertumbuhan dan pertumbuhan biomassa benih ikan nila yang disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Laju pertumbuhan benih ikan nila

Gambar 10 menunjukkan bahwa pemberian ampas kelapa yang difermentasi cairan rumen 80 mL dalam pakan menghasilkan laju pertumbuhan yang lebih tinggi akibat adanya peningkatan kadar nutrisi ampas kelapa. Terjadinya peningkatan kadar nutrisi pada ampas kelapa disebabkan oleh adanya aktivitas enzim yang disekresikan oleh mikroba cairan rumen. Sebaliknya persentase bakteri yang tinggi dan tidak diimbangi dengan kandungan nutrisi yang sesuai dapat menyebabkan aktivitas bakteri selulolitik untuk tumbuh selama proses fermentasi akan menjadi terhambat. Hal ini sejalan dengan pendapat Palupi dan Imsya (2011) yang menyatakan bahwa dalam proses fermentasi mikroba akan menghasilkan enzim yang akan mendegradasi senyawa-senyawa kompleks menjadi lebih sederhana, dan mikroba juga akan mensintesis protein yang merupakan *protein enrichment* yaitu pengkayaan bahan protein.

2. Larva Ikan Lele

Ikan lele (*Clarias batracus*) merupakan salah satu komoditas unggulan produk perikanan air tawar. Kelebihan ikan lele diantaranya adalah rasa yang enak serta kandungan gizi yang tinggi dan mudah untuk dibudidayakan, hal inilah yang mengakibatkan ikan lele merupakan komoditas yang bisa diserap oleh pasar domestik maupun luar negeri, (Lim & Webster, 2006). Namun kendala yang dialami pembudidaya terkait ketersediaan larva ikan lele yakni larva ikan lele merupakan stadia yang sangat rentan sehingga stadia ini sering disebut sebagai stadia kritis, karena peralihan pakan endogeneus ke pakan eksogeneus, sehingga pakan yang dibutuhkan harus sesuai dengan ukuran dan bukaan mulut larva ikan lele. Belum sempurnanya organ pencernaan pada larva ikan lele menyebabkan ikan lele membutuhkan pakan yang mempunyai kandungan nutrisi yang tinggi sehingga berdampak pada pertumbuhan yang optimal dan tingginya kelulushidupan.

Oleh karena itu, upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut yakni melalui pemberian pakan komersial yang diinkubasi dengan cairan rumen. Pakan merupakan sumber nutrisi yang terdiri dari protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral. Kandungan nutrisi yang terdapat pada pakan komersial sudah disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi organisme, namun tidak semua gizi dari pakan dapat dimanfaatkan oleh organisme budidaya dengan maksimal. Oleh karena itu perlu ditambahkan cairan rumen ke pakan komersial dengan harapan bahwa larva ikan lele dapat memaksimalkan nutrisi pakan karena sudah melalui proses

pregist, sehingga dapat mempercepat proses pencernaan pakan agar energi yang terdapat pada pakan dapat terserap dengan baik oleh organisme dan energi yang diperoleh organisme dari pakan tidak habis dalam proses pencernaan pakan dan lebih dimanfaatkan untuk bertahan hidup dan pertumbuhan.

Hasil penelitian Fuadi (2018) menunjukkan bahwa penambahan enzim cairan rumen sapi dengan dosis 100ml/ kg tepung bungkil kelapa sawit dengan waktu inkubasi 24 jam dapat menurunkan serat kasar tepung bungkil kelapa sawit sebesar 52%, meningkatkan pencernaan protein sebesar 88,21% pencernaan total 72,62%, pencernaan energi sebesar 78,01%, dan energy tercerna (DE) sebesar 3.927,31kkl/kg, efisiensi pemanfaatan pakan sebesar 60,74%, protein efisiensi rasio sebesar $2,11 \pm 0,03\%$, serta laju pertumbuhan relative dalam budidaya ikan mas sebesar $3,01 \pm 0,06\%$ / hari.

a. Pertumbuhan Larva Ikan Lele

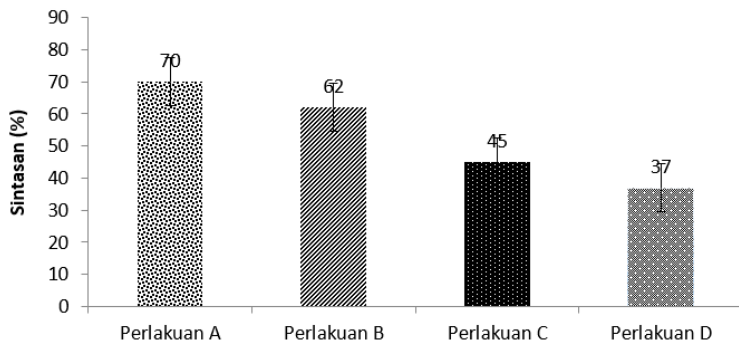
Pemberian pakan komersil yang terlebih dahulu dilakukan *pregist* pada larva ikan lele ternyata mampu meningkatkan pertumbuhan mutlak pada dosis cairan rumen 3% dibandingkan dengan larva ikan lele yang diberi pakan komersil yang dilakukan *preegist* dengan dosis cairan rumen 5% dan tanpa terlebih dahulu dilakukan *preegist* pada pakan komersil yang diberikan.

Hal ini disebabkan larva ikan lele yang diberikan pakan komersil yang di *pregist* dengan cairan rumen mampu dimanfaatkan dengan baik oleh larva artinya dapat dicerna dengan baik, akibat adanya adanya enzim yang disekresikan oleh mikroba cairan rumen yang mampu menghidrolisis pakan yang akan dicerna oleh

larva ikan lele. Menurut Kamra (2005) Mikroba-mikroba rumen mensekresikan enzim-enzim pencernaan ke dalam cairan rumen untuk membantu mendegradasi partikel makanan. Enzim-enzim tersebut antara lain adalah enzim yang mendegradasi substansi selulosa yaitu selulase, hemiselulase/xylosa adalah hemiselulase/xylanase, pati adalah amilase, pektin adalah pektinase, lipid/lemak adalah lipase, protein adalah protease. Enzim rumen ini mengandung protease yang mampu memecah protein menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga lebih mudah untuk diserap dan akhirnya jumlah protein yang disimpan dalam tubuhpun akan lebih besar, sehingga nutrisi pakan yang tidak digunakan untuk metabolisme disimpan dalam tubuh dan mengkonversinya menjadi energi.

b. Sintasan

Sintasan larva ikan lele merupakan jumlah larva yang hidup setelah dipelihara beberapa waktu dikurangi dengan jumlah larva pada awal pemeliharaan dan dinyatakan dalam persen (Effendi, 2004). Rata-rata sintasan larva ikan lele yang diberi pakan komersil setelah diinkubasi cairan rumen disajikan pada Gambar 12.

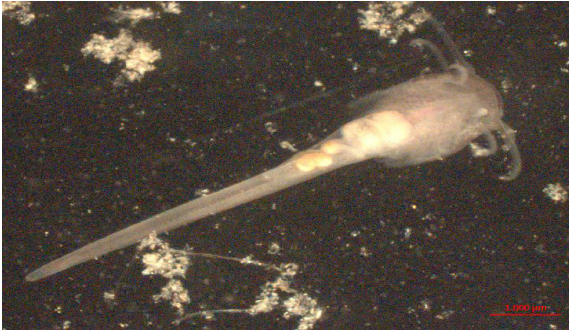


Gambar 12. Sintasan larva ikan lele

Berdasarkan Gambar 12, menunjukkan bahwa sintasan paling tinggi larva ikan lele yang diberi pakan komersil setelah diinkubasi cairan rumen dengan dosis 3 mL/gram pakan yaitu 70% dibandingkan dengan yang diberi dosis 5mL/gram pakan dan pemberian pakan komersil tanpa penambahan cairan rumen. Hal ini seiring dengan parameter pertumbuhan diperoleh pertumbuhan tertinggi pada dosis tersebut. Hal ini disebabkan karena nutrisi pakan dapat dimanfaatkan dengan baik. Pemberian pakan yang berkualitas dalam jumlah yang cukup akan memperkecil presentase angka kematian larva udang (Rostini, 2007). Selain itu karena itu penambahan cairan rumen pada pakan komersil yang diberikan juga lebih banyak untuk memudahkan larva udang menyerap pakan dan menyalurkannya ke seluruh tubuh.

- c. Laju Pengosongan lambung larva Ikan Lele
Larva ikan lele yang diberi pakan yang telah diinkubasi cairan rumen dengan dosis 3 mL/gram pakan mampu mempercepat Laju pengosongan lambung larva ikan

lele, sehingga larva ikan lele lebih cepat mengambil makanan dibanding yang beri dosis 5 mL/gram pakan dan pemberian pakan komersil tanpa diinkubasi cairan rumen. Hal ini berdampak pada pertumbuhan dan sintasan larva ikan lele yang juga lebih tinggi pada dosis 3 mL/gram pakan. Laju pengosongan lambung larva ikan lele disajikan pada Gambar 13.



Gambar 13. Larva ikan lele yang diberi pakan komersil tanpa penambahan cairan rumen



Gambar 14. Ikan lele yang diberi pakan komersil dengan penambahan cairan rumen 3 mL/g pakan



Gambar 15. Larva ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan dosis cairan rumen 5 mL/g pakan



Gambar 16. Larva ikan lele yang diberi pakan komersil dengan penambahan dosis cairan rumen 7 mL/g pakan

3. Udang Vannamei

Limbah sayur merupakan limbah pertanian yang jumlahnya melimpah yang selama ini mencemari lingkungan karena limbah sayur mudah busuk dan belum dimanfaatkan dengan baik, sehingga perlu dikelola agar bernilai ekonomis. Salah satunya adalah sebagai bahan baku pakan udang vannamei. Limbah sayur mengandung protein kasar cukup tinggi 22,63% (Murni, et. al. 2018); (Murni, 2018). Namun terkendala untuk memanfaatkan karena kandungan selulosa tinggi 31,73% (Murni, et. al. 2018); (Murni 2018), sehingga kecernaanya rendah.

Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan melalui proses fermentasi dengan memanfaatkan cairan rumen sebagai fermentor. Lokapirnasari, *et. al.*, (2015) melaporkan bahwa bakteri *Enterobacter cloacae* WPL 214 yang diisolasi dari cairan rumen menghasilkan enzim selulase dengan aktivitas enzim selulolitik endo- (1,4) β -D-glukanase, exo- (1,4) β -D-glukanase dan β -glukosidase mampu menurunkan kandungan serat pakan; Andriani (2015) menyatakan bahwa mikroorganisme rumen sapi mengandung enzim selulase dan amilase yang cukup untuk menghidrolisis pakan ikan dan Fitriliani (2010) mendapatkan aktivitas enzim selulase lebih besar ($1,66 \pm 0,19$ IU/mL/menit); amilase ($1,32 \pm 0,02$ IU/mL/menit); fitase ($0,27 \pm 0,13$ IU/ mL/menit); protease ($0,26 \pm 0,07$ IU/mL/menit); lipase ($0,01 \pm 0,00$ IU/mL/menit) pada cairan rumen domba. mikroba cairan rumen yang mensekresikan enzim protease dan lipase (Fitriliani, 2011); (Lee *et al.* 2002); Agarwal *et al.* (2002); Moharrey and Das (2001); Budiansyah (2010), menyatakan bahwa cairan rumen mengandung enzim selulase, xilanase, mannanase, amilase, protease, dan fitase mampu menghidrolisis bahan pakan lokal.

Menurut Nalar, (2014) bahwa rekayasa bioteknologi dengan menggunakan isolat bakteri selulolitik yang diperoleh dari cairan rumen sapi dapat melonggarkan ikatan kompleks ligno-selulosa dan ligno-hemiselulosa pada limbah pertanian. Hasil penelitian sebelumnya telah dilaporkan oleh Jusadi (2013) bahwa penambahan enzim cairan rumen domba dapat meningkatkan ketercernaan kulit buah kakao pada pakan ikan nila. Pamungkas (2012) menyatakan bahwa cairan rumen merupakan salah satu sumber bahan alternatif yang murah

dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber enzim penghidrolisis melalui pengolahan bahan baku pakan lokal hasil limbah agroindustri dengan metode fermentasi. Dengan metode fermentasi menggunakan cairan rumen sebagai fermentor dapat memberikan dampak positif terhadap peningkatan nilai nutrisi bahan pakan lokal sehingga dapat digunakan sebagai sumber pakan alternatif yang berkualitas.

Menurut Murni dan Darmawati (2016) bahwa fermentasi limbah sayur menggunakan cairan rumen dengan dosis 10 – 15 mL/kg limbah sayur meningkatkan kandungan nutrisi limbah sayur hasil fermentasi untuk pakan ikan nila dan aktivitas enzim amylase (0.250 u/mL/menit), protease (0.49 u/mL/menit), sellulase (0.124 u/mL/menit). Selanjutnya Murni,dkk. (2017) melaporkan bahwa fermentasi limbah sayur dengan dosis 15 mL/kg dan lama waktu inkubasi 4 hari mampu menurunkan serat kasar limbah sayur 29.35% ke 14.83%. Murni et.al (2018) melaporkan bahwa fermentasi limbah sayur menggunakan cairan rumen dosis 3% dengan lama waktu inkubasi 4 hari mampu menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan pencernaan bahan kering, pencernaan bahan kering dan kualitas nutrisi limbah sayur. Selanjutnya Murni (2018) melaporkan bahwa penggunaan 30% kadar silase limbah sayur yang difermentasi cairan rumen dalam pakan mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan udang vannamei.

a. Hasil Proksimat Pakan

Hasil analisis proksimat pakan yang mengandung konsentrasi limbah sayur berbeda hasil fermentasi cairan rumen disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis proksimat pakan

Komposisi (%)	Pakan A	Pakan B	Pakan C	Pakan D
Protein kasar	28,41	29,43	30,21	29,88
Lemak kasar	12,86	12,51	12,03	10,74
Serat kasar	5,56	5,01	4,33	5,69
Abu	13,17	13,17	10,26	11,73
BETN	33,54	32,14	30,75	31,85
Energi pakan (kkal/kg)	4197,22	4160,22	4110,95	3996,67
C/P (kkal/g Protein)	14,77	14,14	13,61	13,38

Keterangan : Pakan A : 100% dengan limbah sayur terfermentasi

Pakan B : 33,33% limbah sayur terfermentasi

Pakan C : 66,67% limbah sayur terfermentasi

Pakan D: 100% limbah sayur terfermentasi

Komposisi asam amino esensial pakan yang mengandung konsentrasi limbah sayur yang berbeda hasil fermentasi cairan rumen disajikan pada Tabel 3.

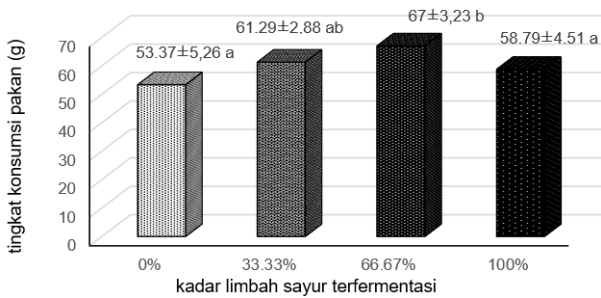
Tabel 3. Komposisi asam amino esensial dan non esensial pakan uji

Asam	Pakan A	Pakan B	Pakan C	Pakan D	Yang direkomendasikan
Amino Asam amino Esensial					
Histidin	0,78	0,82	0,6	0,86	0,80 ^b
Threonin	1,25	1,27	1,04	1,09	1,40 ^d
Arginin	1,68	1,71	1,33	1,45	1,90 ^a
Methionin	**	**	**	**	0,90 ^c
Valin	1,34	1,36	1,16	1,18	1,40 ^e
Phenilalanin	1,48	1,5	1,18	1,38	1,40 ^b
Isoleusin	1,19	1,22	1,04	1,08	1,00 ^b
Leusin	2,14	2,13	1,82	1,87	1,70 ^b
Lysine	2,13	1,97	1,76	1,67	2,10 ^a
Tryptophan	*	*	*	*	1,3
Asam amino Non Esensial					
Prolin	1,29	1,25	1,11	1,13	-
Tirosin	0,94	0,96	0,75	0,89	-
Asam Aspartat	2,49	2,36	2,18	2,11	-
Alanin	1,43	1,3	1,15	1,82	-
Asam Glutamat	4,38	4,25	3,84	3,73	-
Serin	1,29	1,3	1,1	1,13	-

- 1) Keterangan :
- 2) * tidak dianalisa,
- 3) ** tidak dapat dideteksi
- 4) a. Millamena *et.al.*, (1998)

- 5) b. Millamena *et.al.*, (1999)
 - 6) c. Richard *et.al.*, (2010)
 - 7) d. Millamena *et.al.*, (1997)
 - 8) e. Alam *et.al.*, (2005)
 - 9) Pakan A : 100% limbah sayur terfermentasi
 - 10) Pakan B : 33,33% limbah sayur terfermentasi
 - 11) Pakan C : 66,67% limbah sayur terfermentasi
 - 12) Pakan D : 100% limbah sayur terfermentasi
- b. Tingkat Konsumsi Pakan

Tingkat konsumsi pakan juvenil udang vannamei yang diberi pakan yang mengandung konsentrasi limbah sayur yang berbeda hasil fermentasi cairan rumen disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Tingkat Konsumsi pakan juvenil udang vannamei

Tingginya konsumsi pakan juvenil udang vannamei yang diberi pakan dengan substitusi ampas tahu dan limbah sayur terfermentasi 66,67% diduga dipengaruhi oleh palatabilitas pakan. Palatabilitas merupakan faktor yang sangat penting untuk menentukan tingkat konsumsi pada udang vannamei. Kuarniasih, dkk. (2012) menyatakan bahwa tepung bungkil kedelai yang difermentasi dengan cairan rumen dapat meningkatkan palatabilitas melalui perbaikan aromanya. Pakan yang disubstitusi ampas tahu

dengan limbah sayur terfermentasi 0% diperoleh tingkat konsumsi pakan terendah diduga karena kandungan ampas tahu dalam pakan terlalu tinggi, dan tidak dapat dicerna dengan baik. Hal ini dimungkinkan karena ampas tahu tidak melalui proses fermentasi, sehingga kandungan serat dalam pakan tinggi 5,56%. Pakan yang mengandung serat yang tinggi susah dicerna dan menghambat proses pencernaan nutrisi lainnya, sehingga mengakibatkan turunnya konsumsi pakan. Hal ini dapat dilihat pada hasil analisis proksimat pakan uji dengan kandungan serat 5,56%. Selain itu diduga dipengaruhi oleh palatabilitas pakan yang diberikan tidak sesuai dengan kebutuhan udang vannamei. Hasil serupa dilaporkan Surianti (2017), bahwa semakin tinggi penggunaan bungkil tahu hasil fermentasi mikroorganisme mix dalam pakan maka tingkat konsumsi pakan udang vannamei relatif menurun.

c. Aktivitas Enzim Pencernaan

Aktivitas enzim pencernaan protease, amilase dan selulase juvenil udang vannamei yang diberi pakan dengan disubstitusi ampas tahu dan limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan buatan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Aktivitas enzim pencernaan juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi dalam pakan pada semua perlakuan selama penelitian.

Perlakuan (%limbah sayur terfermentasi + ampas tahu)	Aktivitas Enzim (U/mL/menit)		
	Protease	Amilase	Selulase
Pakan A (%0 limbah sayur)	0,00±0,183 ^a	0,03±0,077 ^a	0,00±0,043 ^a
Pakan B (%33,33 limbah sayur)	0,00±0,328 ^c	0,03±0,275 ^c	0,00±0,253 ^c

Pakan C (%66,67 limbah sayur)	0,13±0,340 ^c	0,02±0,291 ^d	0,00±0,265 ^d
Pakan D (100 limbah sayur)	0,00±0,311 ^b	0,03±0,265 ^b	0,00±0,248 ^b

Keterangan : Nilai rata-rata pada kolom yang sama dengan huruf superscript berbeda menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($p < 0,05$).

Tingginya aktivitas enzim protease, amilase, dan selulase pada udang vannamei yang diberi pakan yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% karena dipengaruhi oleh konsentrasi enzim dan konsentrasi substrat. Lokapirnasari, *et. al.*, (2015) melaporkan bahwa bakteri *Enterobacter cloacae* WPL 214 yang diisolasi dari cairan rumen menghasilkan enzim selulase dengan aktivitas enzim selulolitik endo-(1,4) β -D-glukanase, exo- (1,4) β -D-glukanase dan β -glukosidase yang mampu menurunkan kandungan serat pakan. Andriani (2015) menyatakan bahwa mikroorganisme rumen sapi mengandung enzim selulase dan amilase yang cukup untuk menghidrolisis pakan ikan dan Fitriliani (2010) mendapatkan aktivitas enzim selulase lebih besar ($1,66 \pm 0,19$ IU/mL/menit); amilase ($1,32 \pm 0,02$ IU/mL/menit); fitase ($0,27 \pm 0,13$ IU/ mL/menit); protease ($0,26 \pm 0,07$ IU/mL/menit); lipase ($0,01 \pm 0,00$ IU/mL/menit) pada cairan rumen domba. Enzim protease mampu menghidrolisis protein menjadi peptida, selanjutnya menjadi asam-asam amino yang diperlukan untuk metabolisme enzim amilase menghidrolisis amilum dan membantu pencernaan pada organisme, dan lipase berfungsi dalam menghidrolisis lemak (Hamsah, 2017). Nilai aktivitas enzim protease 0,1247-0,2885U/g/menit,

dan amilase 0,0638-0,1104U/g/menit juvenil udang vannamei dengan perlakuan bungkil ampas tahu hasil fermentasi menggunakan Mikroorganisme Mix (Haryati, dkk. 2017), nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan aktivitas enzim protease 0,183-0,340 U/mL/menit, amilase 0,077-0,291 U/mL/menit, dan selulase 0,043-0,265U/mL/menit yang dihasilkan pada penelitian ini, dan lebih tinggi pada hasil penelitian yang dilaporkan Masria dkk, (2017), bahwa pemberian cairan rumen sapi pada berbagai karbohidrat dalam pakan ikan bandeng menghasilkan enzim protease berkisar antara 0,071-0,113U/mL/menit, amilase 0,172-0,214U/mL/menit, dan selulase 0,262-1,584U/mL/menit.

Konsentrasi substrat merupakan kandungan nutrisi pakan seperti protein, lemak, dan karbohidrat. Hasil analisis proksimat pakan uji menunjukkan bahwa semakin tinggi substitusi limbah sayur terfermentasi dengan ampas tahu, maka kandungan protein, dan kandungan BETNnya relatif tinggi. Tingginya konsentrasi substrat tidak diikuti dengan tingginya konsentrasi enzim akan mempengaruhi aktivitas enzim (Haryati, dkk. 2017). Hasil penelitian Rajkumar *et.al* (2017) menunjukkan bahwa aktivitas enzim pencernaan amilase dan protease meningkat karena pengaruh penggantian tepung ikan 25% dengan *T. Ornata* dan *G. corticata*.

- d. Kecernaan Nutrien Udang Vannamei
Kecernaan total dan nutrisi juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur yang berbeda dalam pakan buatan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kecernaan total dan nutrisi juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi dalam pakan pada semua perlakuan selama penelitian.

Konsentrasi limbah sayur (%)	Kecernaan total dan nutrisi (%)				
	Kecernaan total	Kecernaan Protein	Kecernaan Lemak	Kecernaan Serat	Kecernaan Karbohidrat
Pakan A	50,98±1,14 ^a	60,26±0,4 ^{1a}	39,27±0,73 ^a	78,83±0,4 ^{9a}	88,04±0,62 ^a
Pakan B	64,71±1,0 ^{1b}	74,70±0,3 ^{3c}	34,22±0,52 ^c	83,44±1,0 ^{4c}	92,21±0,17 ^c
Pakan C	68,13±0,6 ^{6c}	79,51±0,8 ^{8d}	38,33±0,41 ^d	86,70±0,2 ^{4d}	93,75±0,43 ^d
Pakan D	63,17±0,3 ^{4b}	71,58±0,6 ^{1b}	31,87±0,59 ^b	81,15±0,6 ^{1b}	89,40±0,10 ^b

Keterangan : 1. Nilai rata-rata pada kolom yang sama dengan huruf superscript berbeda menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($p < 0,05$).

2. Pakan A : 0% limbah sayur terfermentasi
- Pakan B : 33,33% limbah sayur terfermentasi
- Pakan C ; 66,67% limbah sayur terfermentasi
- Pakan D : 100% limbah sayur terfermentasi

Nilai kecernaan karbohidrat, protein, kasar lemak tertinggi diperoleh pada pakan udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% masing-masing 93,75%, 79,51%, dan 88,33%, sedangkan nilai kecernaan karbohidrat, protein, dan lemak yang disarankan adalah kecernaan karbohidrat 73,5%, kecernaan protein 91,6, kecernaan lemak 70,4

(Akiyama, 1991). Selanjutnya nilai pencernaan protein dan lipid pada produk tanaman yang difermentasi dilaporkan oleh Yang (2009), yaitu masing-masing berkisar 87,89-93,18% dan 91,57-95,28%, nilai pencernaan ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai pencernaan protein dan lipid yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 60,26-79,51, dan 69,27-88,33%.

Tingginya nilai pencernaan total, protein, lemak, karbohidrat dan pencernaan serat dihasilkan pada pakan uji yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% dalam pakan, disebabkan karena aktivitas enzim pencernaan udang vannamei pada perlakuan tersebut lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Menurut Lee dan Lawrence, 1997) bahwa pencernaan protein kasar udang cukup tinggi jika lebih dari 80%. Nilai pencernaan protein tertinggi pada penelitian ini sebesar 79,51%, nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan pencernaan protein 84% pada juvenil udang vannamei yang dihasilkan oleh Terrazas-Fierro, *et al.* (2010); Villarreal-Cavazos (2014) disebabkan karena perbedaan bahan baku pakan. Sedangkan nilai pencernaan total yang dihasilkan sebesar 79,50% pada penelitian ini relatif sama dengan hasil penelitian Surianti (2017) mendapatkan pencernaan total sebesar 79,70% pada udang vannamei yang diberi pakan yang mengandung bungkil tahu terfermentasi menggunakan mikroorganisme mix. Sedangkan terendah pada pencernaan total, protein, lemak, karbohidrat dan pencernaan serat pada juvenil udang vannamei yang diberi pakan dengan substitusi ampas tahu 100% dan limbah

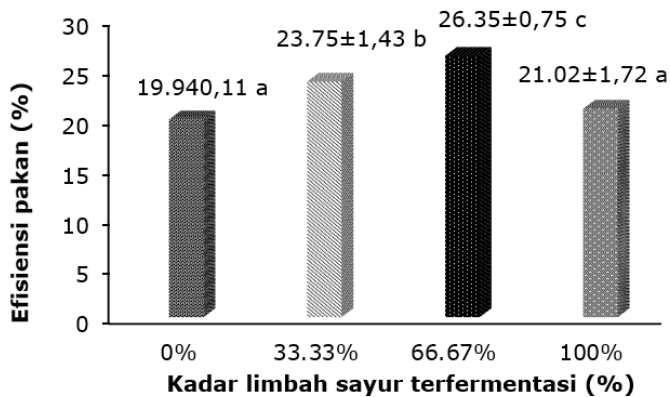
sayur terfermentasi 0%, dipengaruhi oleh substitusi ampas tahu. Semakin tinggi substitusi ampas tahu dalam pakan, maka pencernaan nutrisi semakin rendah karena ampas tahu tidak mengalami proses fermentasi sehingga pencernaan yang dihasilkan rendah. Hal ini dapat dilihat pada aktivitas enzim pencernaan udang vannamei pada perlakuan tersebut lebih rendah dibanding perlakuan lainnya (Tabel 10). Hasil ini sejalan dengan yang dilaporkan Zuliyan, *et.al.*, (2017) bahwa pencernaan protein dan energi relatif lebih rendah pada perlakuan yang disubstitusi 40% kedelai dan 0% fermentasi tepung daun lamtoro dibanding dengan substitusi 10% kedelai dan 30% fermentasi tepung daun lamtoro.

Nilai pencernaan pakan menunjukkan kemampuan udang vannamei dalam mencerna pakan, kualitas pakan yang dikonsumsi dan didukung oleh aktivitas enzim pencernaan. Adanya pengaruh pakan yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi terhadap pencernaan total, protein, serat kasar, karbohidrat dan lemak udang vannamei menunjukkan bahwa dengan peningkatan komposisi limbah sayur terfermentasi dalam pakan sampai 66,67% dapat dicerna dengan baik oleh udang vannamei dengan syarat bahwa pakan tersebut difermentasi menggunakan cairan rumen dengan dosis 3%. Hal serupa dilaporkan Surianti (2017) bahwa penggunaan bungkil tahu hasil fermentasi 20% menggunakan mikroorganisme mix 10ml/100 g pakan dihasilkan pencernaan total 79,70%, pencernaan karbohidrat 90,67% dan lemak 96,75%. Shiu, *et al*, (2015) bahwa

tingkat penggantian tepung kedelai yang maksimal pada pakan udang adalah 37,42% sedangkan tepung kedelai terfermentasi *Bacillus subtilis* dengan dosis 5 mL adalah 61,67%.

e. Efisiensi Pakan

Efisiensi pakan juvenil udang vannamei yang diberi substitusi ampas tahu dengan limbah sayur yang berbeda hasil fermentasi cairan rumen dalam pakan selama penelitian disajikan pada Lampiran 50. Rata-rata efisiensi pakan juvenil udang vannamei yang diberi substitusi ampas tahu dengan limbah sayur yang berbeda hasil fermentasi cairan rumen dalam pakan selama penelitian disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Efisiensi pakan juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi dalam pakan selama penelitian.

Nilai efisiensi pakan tertinggi diperoleh pada pakan uji yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% sebesar 26,35%. Tingginya efisiensi pakan udang vannamei karena dipengaruhi oleh tingkat

konsumsi pakan, dan pencernaan nutrisi, hal ini dapat dilihat dari pencernaan nutrisi lebih tinggi pada pakan ini dibanding dengan perlakuan lainnya dan diikuti dengan aktivitas enzim pencernaan juga tinggi, sehingga dengan pencernaan pakan yang tinggi, akan meningkatkan efisiensi pakan. Sedangkan pakan yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 0% dihasilkan efisiensi pakan paling rendah, disebabkan karena pakan yang dikonsumsi tidak dapat dicerna dengan baik akibat tingkat konsumsi pakan dan pencernaan nutrisi udang vannamei yang dihasilkan pada perlakuan tersebut.

f. Retensi Protein dan Lemak

Retensi protein dan lemak juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen dalam pakan selama penelitian disajikan pada Lampiran 53, dan 56. Rata-rata Retensi protein dan lemak juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen dalam pakan selama penelitian disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Retensi Protein dan Lemak juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi dalam pakan pada semua perlakuan selama penelitian.

kadar limbah sayur terfermentasi(%)	Retensi Protein (%)	Retensi Lemak (%)
Pakan A (0% limbah sayur)	14,08±1,38 ^a	12,05±0,56 ^a
Pakan B (33,33% limbah sayur)	36,06±0,80 ^c	29,23±0,17 ^c

Pakan C (66,67% limbah sayur)	37,54±0,80 ^c	39,46±0,13 ^d
Pakan D (100% limbah sayur)	21,70±0,67 ^b	21,27±0,63 ^b

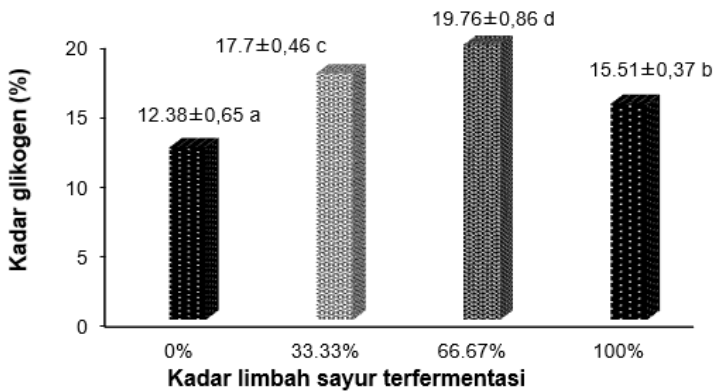
Keterangan : Nilai rata-rata pada kolom yang sama dengan huruf superscript berbeda menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($p < 0,05$).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai retensi protein dan lemak (Tabel 3) tertinggi diperoleh pada pakan yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% dipengaruhi oleh tingkat konsumsi pakan dan pencernaan nutrisi udang vannamei, hal ini terlihat pada perlakuan tersebut memiliki nilai pencernaan protein, dan lemak lebih tinggi, sehingga protein dan lemak limbah sayur terfermentasi dalam pakan yang diberikan dimanfaatkan dengan baik oleh juvenil udang vannamei, disebabkan oleh adanya mikroba cairan rumen yang mensekresikan enzim protease dan lipase (Fitriliani, 2011). Gamboa-delgado *et al.*, (2003), menyatakan bahwa karbohidrat dan protein sebagai macronutrien mempengaruhi aktivitas enzim pencernaan pada udang, sehingga dengan adanya limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen dalam pakan udang vannamei memperbaiki aktivitas enzim pencernaan dan status fisiologisnya, dan retensi protein dan lemak terendah pada pakan yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 0% dipengaruhi oleh konsentrasi ampas tahu dalam pakan terlalu tinggi dan tidak melalui proses fermentasi sehingga sulit dicerna oleh juvenil udang vannamei, hal ini dapat dilihat pada pencernaan

protein dan lemak pada perlakuan tersebut paling rendah. Nilai retensi protein udang vanamei dengan perlakuan substitusi tepung kedelai dengan fermentasi daun lamtoro yang laporkan Ariyandra, dkk. (2017) berkisar antara 4,121-4,286%, nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan retensi protein yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 14,08-37,54%.

g. Kadar Glikogen Tubuh Udang

Hasil pengukuran kadar glikogen juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur yang fermentasi cairan rumen dalam pakan buatan selama penelitian disajikan pada Lampiran 59. Rata-rata kadar glikogen juvenil udang vannamei disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Kadar glikogen juvenil udang vannamei

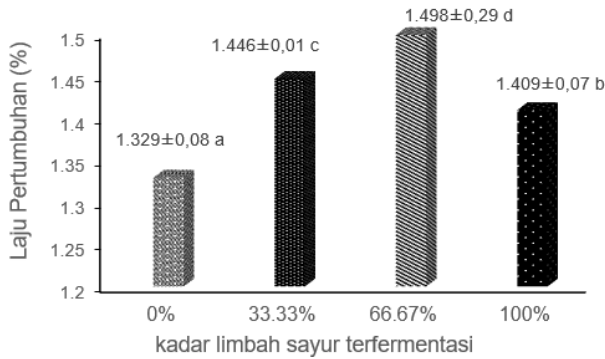
Kadar glikogen tubuh udang vannamei tertinggi diperoleh pada pakan uji yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% artinya energi yang dihasilkan dari karbohidrat dan tidak digunakan maka disimpan dalam bentuk glikogen dalam tubuh.

Tingginya kadar glikogen pada tubuh udang vannamei yang diberi pakan uji tersebut dipengaruhi oleh tingkat konsumsi pakan, pencernaan karbohidrat, aktivitas enzim amilase, sehingga pakan yang dikonsumsi dan dicerna dengan baik oleh enzim amilase disimpan dalam bentuk glikogen dalam tubuh udang vannamei yang dapat dimobilisasi untuk kebutuhan cadangan energi. Xia, *et. al.* (2015) menyatakan bahwa kelebihan karbohidrat yang tidak digunakan untuk kebutuhan energi dapat menyebabkan deposit glikogen dalam tubuh udang vannamei, dan mobilisasi glukosa melebihi jumlah glukosa yang dibutuhkan dalam jalur glikolitik, sehingga nilai glikogen udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% lebih tinggi. Nilai kadar glikogen udang vannamei yang dihasilkan 19,76% lebih tinggi dibanding dengan hasil penelitian xia, *et.al.* (2015) sebesar 5,59%, dan kadar glikogen terendah pada pakan uji yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 0% disebabkan karena tingkat konsumsi pakan, aktivitas enzim pencernaan dan pencernaan karbohidrat yang rendah, sehingga glukosa yang dihasilkan tidak disimpan dalam tubuh melainkan digunakan sebagai sumber energi.

h. Pertumbuhan

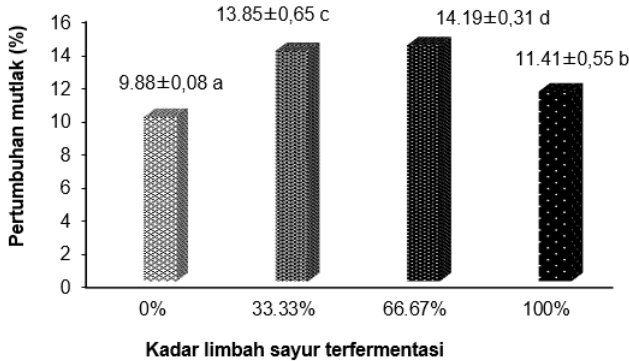
Laju pertumbuhan juvenil udang vannamei yang diberi substitusi ampas tahu dengan limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen dalam pakan buatan selama penelitian disajikan pada Lampiran 62. Rata-rata laju

pertumbuhan juvenil udang vannamei disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Laju pertumbuhan juvenil udang vannamei

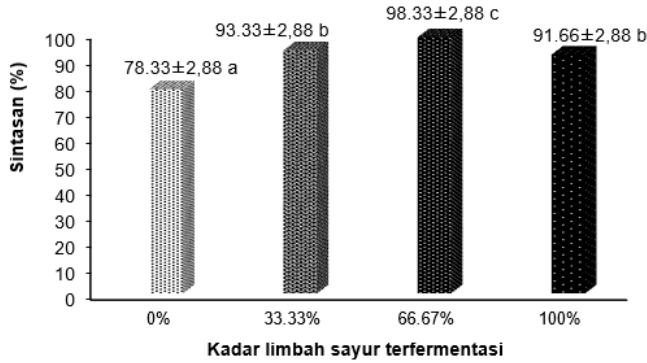
Pertumbuhan mutlak juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen dalam pakan buatan selama penelitian disajikan pada Lampiran 65. Rata-rata pertumbuhan mutlak juvenil udang vannamei disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Pertumbuhan mutlak juvenil udang vannamei

- i. Sintasan Juvenil Udang Vannamei
Sintasan juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur hasil fermentasi cairan

rumen disajikan pada Lampiran 68. Rata-rata sintasan juvenil udang vannamei selama penelitian disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Sintasan juvenil udang vannamei

Laju pertumbuhan, pertumbuhan mutlak dan sintasan tertinggi (Gambar 5, 6, dan 7) pada pakan yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67%, hal ini disebabkan karena kualitas pakan dan kemampuan juvenil udang vannamei dalam mengkonsumsi, mencerna pakan. Kualitas pakan dievaluasi hasil proksimat dan asam amino pakan uji dan diperoleh hasil proksimat dan asam amino pakan uji yang substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi cairan rumen 66,67% sesuai dengan kebutuhan udang vannamei. Hal ini dapat dilihat dari hasil pencernaan total dan nutrisi, retensi protein, lemak, dan kadar glikogen tubuh juvenil udang vannamei pada perlakuan tersebut lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan Jiang *et.al.* (2018), menyatakan bahwa substitusi bungkil kedelai dengan residu kedelai terfermentasi dalam pakan mampu meningkatkan pertumbuhan juvenil *largemouth bass*, peningkatan berat

badan, rasio pertumbuhan spesifik, dan rasio efisiensi protein sampai tingkat substitusi 40g/kg dan Sankar *et al.*, (2011), menyatakan bahwa peningkatan kadar enzim pencernaan menghasilkan kinerja pertumbuhan udang windu lebih baik yang diberi suplemen *Ricinus communis* dalam pakan dibandingkan kontrol.

Pemberian pakan pada juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 0% merupakan pertumbuhan paling rendah disebabkan karena ampas tahu tidak melalui proses fermentasi, sehingga sulit dicerna, hal ini dapat dilihat dari hasil pencernaan nutrisi pada perlakuan tersebut lebih rendah dibanding perlakuan lainnya. Hal serupa dilaporkan Qui, *et al.* (2018) dengan mengevaluasi biomassa fermentasi kering sebagai bahan pakan dalam pakan berbasis tanaman pada juvenil udang vannamei menunjukkan bahwa suplemen biomassa fermentasi kering 100 g/kg dalam pakan menurunkan berat badan (WG) udang vannamei 340,0% ke 311,3% dan meningkatkan rasio konversi pakan (FCR) 1,79% ke 1,61% yang disebabkan oleh palatabilitas atau ketidakseimbangan gizi pakan.

DAFTAR PUSTAKA

Agarwal, N., D.N. Kamra, L.C. Chaudhary, I. Agarwal, A. Sahoo and N.N. Pathak. (2002). Microbial status and rumen enzyme profile of crossbred calves fed on different microbial feed additives. *Letters in Applied Microbiology*, 34(5), 329-336.

- Akiyama, D. M., W.G. Dominy, and A.L. Lawrence. (1991). *Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry*. American Soybean Association.
- Alsted, N. (1991). Studies on the reduction of discharges from fish farms by modification of the diet. In *Nutritional Strategies and Aquaculture Waste*. Proceedings of the 1st International Symposium on Nutritional Strategies in Manage (pp. 77-90). Fish Nutrition Research Laboratory, Department of Nutritional Sciences, College of Biological Science, University of Guelph.
- Ali, A.S. (1996). Carbohydrate nutrition under different dietary conditions in prawn *Penaeus indicus*. *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 11, 13-26.
- Alam, M. S., S.I. Teshima, S. Koshio, M. Ishikawa, O. Uyan, L.H.H. Hernandez, and F.R. Michael. (2005). Supplemental effects of coated methionine and/or lysine to soy protein isolate diet for juvenile kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus*. *Aquaculture*, 248(1-4), 13-19.
- Alvarez, G., J.M. Pinos-Rodríguez, J.G. Herrera, J.C. García, S.S. Gonzalez, and R. Barcena. (2009). Effects of exogenous fibrolytic enzymes on ruminal digestibility in steers fed high fiber rations. *Livestock Science*, 121(2), 150-154.
- Andriani, Y. (2015). Assessment on Cow Rumen Fluid Cellulose-Amylase Enzyme Activity as an Alternative Source of Crude Fiber Degrading Enzyme in Fish Feed Materials. *Lucrări Științifice-Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară, Seria Zootehnie*, 63, 242-245.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. *Official methods of analysis, 12th edition*. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., 1,141 pp.
- Aranyakananda, P., and A.L. Lawrence. (1993). Dietary protein and energy requirements of the white-legged shrimp, *Penaeus vannamei*, and the optimal protein to energy ratio. From Discovery to

Commercialization. *European Aquaculture Soc.*, Oostende, Belgium, 21.

- Ariyandra, R., Agustono, and W.H. Satyantini. 2017. Substitution effect of soybean with fermentation lamtoro leave for white shrimp *Litopenaeus vannamei* for retention of protein and energy. *Journal of Aquaculture Science* April 2017 vol 1 (1) : 10 – 18
- Aslamyah, S. 2006. Penggunaan Mikroflora Saluran Pencernaan sebagai Probiotik untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Bandeng. (desertasi). Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Aurora, S. P. 1989. Pencernaan Mikroba pada Ruminansia. Diterjemahkan oleh Retno Muwarni. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ayyappan, S., and S.A. Ali. (2007). *Analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development in India*. FAO Fisheries Technical Paper, 497, 191.
- Banos, N., J. Baro, C. Castejon, I. Navarro, and J. Gutierrez. (1998). Influence of high-carbohydrate enriched diets on plasma insulin levels and insulin and IGF-I receptors in trout. *Regulatory peptides*, 77(1-3), 55-62.
- Bergmeyer HU, M. Gossi, H.E. Walter. 1983. *Reagents for Enzymatic Analysis*. In: *Bergmeyer HU (ed.) Methodes in enzymatic analysis* vol. II. 3rd eds. Weinheim. 274-275 pp.
- Bhilave, M.P. (2018). Evaluation of nutritional parameters of feed formulated from Soyabean. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. Vol. 6. 166-169.
- Brauge, C., F. Medale, and G. Corraze. (1994). Effect of dietary carbohydrate levels on growth, body composition and glycaemia in *rainbow trout, Oncorhynchus mykiss*, reared in seawater. *Aquaculture*, 123(1-2), 109-120.

- Brown M. 2002. Preparation and assessment of microalga concentrates as feeds for larva and juvenile pacific oyster crassostrea. *Journal of the World Aquaculture Society*. 7: 189-199.
- Brosnan, J. T., and M.E. Brosnan. (2006). Branched-chain amino acids: enzyme and substrate regulation. *The Journal of nutrition*, 136(1), 207S-211S.
- Budiansyah, A. (2010). Aplikasi cairan rumen sapi sebagai sumber enzim, asam amino, mineral dan vitamin pada ransum broiler berbasis pakan lokal. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Budiansyah, A., Resmi, Nahrowi, K.G. Wiryawan, M.T. Suhartono dan Y. Widyastuti. 2011. Hidrolisis Zat Makanan Pakan oleh Enzim Cairan Rumen Sapi Asal Rumah Potong. *Jurnal Agrinak* Vol.01 No. 1 September 2011.
- Colvin, L. B., and C.W. Brand. (1977). The Protein Requirement of Penaeid Shrimp at Various Life-Cycle Stages in Controlled Environment Syatems. *Journal of the World Aquaculture Society*, 8(1-4), 821-840.
- Cruz-Suarez, L. E., D. Ricque -Marie, J.D. Pinal-Mansilla, and P. Wesche-Ebelling. (1994). Effect of different carbohydrate sources on the growth of *Penaeus vannamei*: economical impact.. *Aquaculture*, 123(3-4), 349-360.
- Czerkawski, J. W. (2013). An introduction to rumen studies. Elsevier.
- Dehaghani, P. G., M.J. Baboli, A.T. Moghadam, S. Ziaei-Nejad, and M. Pourfarhadi, (2015). Effect of synbiotic dietary supplementation on survival, growth performance, and digestive enzyme activities of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. *Czech Journal of Animal Science*, 60(5), 224-232.
- Dolińska, B., M. Zieliński, Z. Dobrzański, K. Chojnacka, S. Opaliński and F. Ryszka. 2012. Influence of incubation conditions on hydrolysis efficiency and iodine enrichment in baker's yeast. *Biological Trace Element Research*. Vol.147(1-3):354-8.

- Elwakeel, E. A., E.C. Titgemeyer, B.J. Johnson, C.K. Armendariz, and J.E. Shirley, (2007). Fibrolytic Enzymes to Increase the Nutritive Value of Dairy Feedstuffs1. *Journal of Dairy Science*, 90(11), 5226-5236.
- Fitriliyani, I. (2010). Evaluation of the nutritional value of *Leucaena leucophala* leaf meal hydrolyzed by sheep rumen liquor enzyme extract on the growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 9(1), 30-37.
- Fitriliyani, I. (2011). The Effect of Addition Sheep Rumen Liquor Enzyme Extract On Fiber Component and Fitate Acid Content *Leucaena* Leaf Meal. *Fish Scientiae*, 1(1), 67-79.
- Gamboa-delgado, J., C. Molina-poveda, and C. Cahu, C. (2003). Digestive enzyme activity and food ingesta in juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) as a function of body weight. *Aquaculture research*, 34(15), 1403-1411.
- Giraldo, L. A., M.L Tejido, M.J. Ranilla, S. Ramos, M.D. and Carro. (2008). Influence of direct-fed fibrolytic enzymes on diet digestibility and ruminal activity in sheep fed a grass hay-based diet 1. *Journal of Animal Science*, 86(7), 1617-1623.
- Halver J.E. and R.CW. Hardy. 2002. *Fish nutrition*. Academic Press. United States
- Has, H., V.D. Yulianto, and B. Sukamto. 2013. The Effectivity of Fermented Mulberry Leaves with Rumen Liquor as Broiler Feed on Final Body Weight, Dry Matter and Crude Fiber Digestibility, and Metabolic Energy. *Animal Production*. 15(3):173-179.
- Haryati, S. Aslamyah, dan Surianti, 2017. Pengaruh Penggunaan Bungkil Ampas Tahu Hasil Fermentasi dengan menggunakan Mikroorganisme Mix terhadap Aktivitas Enzim Pencernaan Juvenil Udang Vanname. Prosiding. Simposium Kelautan dan Perikanan Ke-4. ISBN: 978-602-71759-3-8. Hal. 303-309.
- Hamsah. 2017. Kinerja Pertumbuhan, Respon Imun dan Resistansi Larva Udang Vanname yang diberi *Pseudoalteromonas piscicida* dan

- Mannanoligosakarida melalui Bioenkapsulasi *Artemia* sp. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. 83 hal.
- Hepher B. 1990. *Nutrition of pond fishes*. New York : Cambridge University Press.
- Hertrampf, J. 2006. *Quick method for crude fibre estimation*. Feed Technology, 10.2.2006, pp. 29–31.
- Herawati, V. E. (2014). Transfer Nutrisi Dan Energi Larva Udang Vanname (*Litopennaeus vannamei*) dengan Pemberian Pakan *Artemia* sp. Produk Lokal dan Impor. *Aquasain*, 2(2).
- Hungate R. 1966. *The rumen and its microbes*. London and New York: Academic Press London. 533pp.
- Huisman, E. A. (1976). Food conversion efficiencies at maintenance and production levels for carp, *Cyprinus carpio* L., and Rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Aquaculture*, 9, 259-273.
- Jalilvand, G., N.E. Odongo, S. López, A. Naserian, R. Valizadeh, F. Eftekhar Shahrodi, E. Kebreab and J. France (2008). Effects of different levels of an enzyme mixture on *invitro* gas production parameters of contrasting forages. *Animal Feed Sciences Technology*. 146: 289-301.
- Jiang, Y, P.F. Zhao, S.M. Lin, R.J. Tang, Y.J. Chen, and L. Luo. 2018. Partial substitution of soybean meal with fermented soybean residue in diets for juvenile largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Aquaculture Nutrition*. DOI: 10.1111/anu.12659
- Jusadi, D., dan N.P. Utomo. (2013). Efektivitas Penambahan Enzim Penurunan Serat Kasar Bungkil Kelapa sebagai Bahan Baku Pakan Ikan. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(2), 117-126.
- Jusadi, D., J. Ekasari, and A. Kurniansyah. (2014). Improvement of cocoa-pod husk using sheep rumen liquor for tilapia diet. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(1), 40-47.
- Kaushik, S.J. and C.B. Cowey. 1991. Dietary factors affecting nitrogen excretion by fish. In: Cowey, C.B. and Cho, C.Y. (Eds.). *Nutritional Strategies and Aquaculture Waste*. Fish Nutrition Research. Lab.,

Departemen. of Nutrition. Sciences., University. of Guelph, Guelph, Ontario, pp.: 3-19.

- Kamra D.N. 2005. *Special section microbial diversity*: Rumen microbial ecosystem. *Current Science*, 89 (10) : 124–135.
- Kohn R.A and Allen M.S. 1995. Invitro protein degradation of feed using concentrated enzyme extracted form rumen content. *Animal feed Science and Technology*, 52:15-28.
- Krizsan, S .J., and P. Huhtanen. 2013. Effect of diet composition and incubation time on feed indigestible neutral detergent fiber concentration in dairy cows. *Journal of Dairy sciences*. Vol. 96. pp 1715-1726.
- Kuzmina W. 1996. Influence of age on digestive enzyme activity in some freshwater teleostei. *Aquaculture*, 148:25-37.
- Kureshy, N., and D.A. Davis. (2002). Protein requirement for maintenance and maximum weight gain for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 204(1-2), 125-143.
- Krueger, N.A. and A.T. Adesogan (2008). Effects of different mixtures of fibrolytic enzymes on digestion and fermentation of bahia grass hay. *Animal Feed Sciences Technology* 145: 84-94.
- Kurniasih, T., I. Fitriyani, dan Z.I. Azwar. (2012). Pemberian Ekstrak Enzim Kasar dari Cairan Rumen Domba oada Tepung Bungkil Kedelai Lokal dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Ikan Nila. *Jurnal Riset Akuakultur*, 7(2), 247-256.
- Lee, P.G. and A.L. Lawrence. 1997. Digestibility. In L.R D>Abramo, D.E. Conklin and D.M. Akiyama, eds. Crustacean nutrition, Vol 6, pp. 194–260. Baton Rouge, *World Aquaculture Society*
- Lee S.S, C.H. Kim, J.K. Ha, Y.H. Moon, N.J. Choi and K.J. Cheng. 2002. Distribution and activities of hydrolytic enzymes in the rumen compartments of hereford bulls fed alfalfa based diet. *Asian-Australian. Journal Animal Sciences* 15 (12): 1725-1731.

- Listiowati, E., dan T.B. Pramono. (2016). Potensi Pemanfaatan Daun Singkong (*Manihot utilisima*) Terfermentasi Sebagai Bahan Pakan Ikan Nila (*Oreochromis sp.*). *Jurnal Terubuk*, 42(2).
- Lokapirnasari, W.P., D.S. Nazar, T. Nurhajati, K. Supranianondo, and A.B. Yulianto. 2015. Production and assay of cellulolytic enzyme activity of *Enterobacter cloacae* WPL 214 isolated from bovine rumen fluid waste of Surabaya abbatoir, Indonesia. *Veterinary World*. V. 8(3) 367-371.
- Lunagariya, P.M., R.S. Gupta, and S. Parnerkar. 2017. In vitro evaluation of total mixed ration supplemented with exogenous fibrolytic enzymes for crossbred cows. *Veterinary World*, Vol. 10. EISSN: 2231-0916.
- Martin, C., E. Devillard, and B. Michalet-Doreau. (1999). Influence of sampling site on concentrations and carbohydrate-degrading enzyme activities of protozoa and bacteria in the rumen. *Journal of animal science*, 77(4), 979-987.
- Masria, A., S. Aslamyah, dan Zainuddin, 2017. Pengaruh Pemberian Cairan Rumen Sapi pada Berbagai Level Karbohidrat dalam Pakan terhadap Aktivitas Enzim Saluran Pencernaan Ikan Bandeng *Chanos-chanos* Forsskal). Prosiding. Simposium Kelautan dan Perikanan Ke-4. ISBN: 978-602-71759-3-8. Hal. 287-292.
- McVey, J.P. 1993. *CRC Handbook of mariculture*, Volume I. Crustacean Aquaculture, Second Edn. CRC Press.
- Millamena, O.M., M.N. Bautista, O.S. Reyes, and A. Kanazawa. (1997). Threonine requirement of juvenile marine shrimp *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 151(1-4), 9-14.
- Millamena, O.M., M.N. Bautista-Teruel, O.S. Reyes and A. Kanazawa. (1998). Requirements of juvenile marine shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricius) for lysine and arginine. *Aquaculture*, 164(1-4), 95-104.
- Millamena, O.M., M.B.Teruel, A. Kanazawa, and S.Teshima, (1999). Quantitative dietary requirements of postlarval tiger shrimp,

Penaeus monodon, for histidine, isoleucine, leucine, phenylalanine and tryptophan. *Aquaculture*, 179(1-4), 169-179.

- Moharrery, A., and T.K. Das. (2001). Correlation between microbial enzyme activities in the rumen fluid of sheep under different treatments. *Reproduction Nutrition Development*, 41(6), 513-529.
- Mangampa, M. dan A. Mustafa. 1992. Budidaya Udang Windu (*Penaeus monodon*) Pada padat Penebaran Berbeda Dengan Menggunakan Benih yang Dibantut. *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai Volume 8 No 4*. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai. Maros 8(4), 37-48.
- Muktiani, A., J. Achmadi, B.I.M. Tampoebolon, dan R. Setyorini. (2013). Pemberian silase limbah sayuran yang disuplementasi dengan mineral dan alginat sebagai pakan domba. *JITP*, 2(3).
- Murni, Haryati, Aslamyah, S., dan Herry Sonjaya. 2016. Peningkatan Kualitas nutrisi limbah sayur yang difermentasi cairan rumen dengan dosis yang berbeda sebagai pakan udang vanname. *Prosiding. Simposium Kelautan dan Perikanan 3* ISBN: 978-602-71759-3-8. Hal. 303-309.
- Murni and Darmawati, 2016. Optimize the use of Liquid Rumen in Fermentation Process on Increased the Nutrients Waste Vegetables for Tilapia`S Feed. *International Journal of Oceans and Oceanography* ISSN 0973-2667 Volume 10, Number 1 (2016), pp. 19-28
- Murni, M., D. Darmawati, D., dan M.I. Amri. 2017. Optimasi Lama Waktu Fermentasi Limbah Sayur dengan Cairan Rumen terhadap Peningkatan Kandungan Nutrisi Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan*, 6(1), 541-545.
- National Research Council [NRC]. 1993. *Nutrient requirements of warm water fishes*. Washington DC : National Academy of Sciences.
- Nalar, H.P, Herliani, B. Irawan, S.N. Rahmatullah, Askalani dan N.M.A. Kurniawan. 2014. Pemanfaatan Cairan Rumen dalam Proses Fermentasi Sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Nutrisi Dedak

- Padi Untuk Pakan Ternak. Prosiding Seminar Nasional “Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi”. Banjar Baru 6- 7 Agustus 2014.
- Nunes, A. J., M.V. Sá, C.L. Browdy, and M. Vazquez-Anon. (2014). Practical supplementation of shrimp and fish feeds with crystalline amino acids. *Aquaculture*, 431, 20-27.
- Pantaya, D.N., dan L.A. Sofyan. (2005). Penambahan enzim cairan rumen pada pakan berbasis *wheat pollard* dengan proses pengolahan steam pelleting pada performans broiler. *Media Kedokteran Hewan*, 21(1).
- Palupi, R., dan A. Imsya. (2011). Pemanfaatan kapang *Trichoderma viridae* dalam proses fermentasi untuk meningkatkan kualitas dan daya cerna protein limbah udang sebagai pakan ternak unggas. In Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor (pp. 7-8).
- Piedad-Pascual, F. (1989). Status of shrimp nutrition and feed development in Southeast Asia. In *Fish Nutrition Research in Asia. Proceedings of the Third Asian Fish Nutrition Network Meeting, 6-10 June 1988, Bangkok, Thailand* (pp. 80-89). Asian Fisheries Society. AFS Spec. Publ. 4.
- Poernomo, A. 1978. *Masalah Budidaya Udang Penaeid Di Indonesia*. Paper Pada Simposium Modernisasi Perikanan rakyat, Jakarta 27-30 Juni 1978.
- Prakash, C. B., C.P.K. Reddy, T.K. Ghosh, D. Ramalingaiah. and S.C. Kanudan. (2016). Effect of different dietary protein sources of growth, survival and carcass composition of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Journal of Experimental Zoology, India*, 19(1), 205-213.
- Purnomohadi, M. (2006). Peranan bakteri selulolitik cairan rumen pada fermentasi jerami padi terhadap mutu pakan. *Jurnal Protein*, 13(2).
- Purbowati, E., E. Rianto, W.S. Dilaga, C.M.S. Lestari, and R. Adiwiniarti. (2014). Karakteristik cairan rumen, jenis, dan jumlah mikrobia dalam

rumen sapi Jawa dan Peranakan Ongole. *Buletin Peternakan*, 38(1), 21-26.

Qiu, X., and D.A. Davis. (2018). Evaluation of dried fermented biomass as a feed ingredient in plant-based practical diets for juvenile Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 24(1), 383-391.

Rachmawati, D., dan I. Samidjan. (2015). Performan Laju Pertumbuhan Relatif dan Kelulushidupan Udang *Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*) Melalui Substitusi Tepung Ikan dengan Silase Tepung Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*). *Pena Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 28(1).

Rajkumar, G., P.S. Bhavan, V. Srinivasan, R. Udayasuriyan, M. Karthik, and T. Satgurunathan. (2017). Partial Replacement of Fishmeal with Marine Algae *Turbinaria ornata* and *Gracilaria corticata* for Sustainable Culture of the Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *International Journal Research Studies Zoology* 3(2), 32-44.

Reksohadiprodjo, S. 1988. *Pakan Ternak Gembala*. BPFE. Yogyakarta.

Richard, L., P.P. Blanc, V. Rigolet, S.J. Kaushik, and I. Geurden. (2010). Maintenance and growth requirements for nitrogen, lysine and methionine and their utilisation efficiencies in juvenile black tiger shrimp, *Penaeus monodon*, using a factorial approach. *British journal of nutrition*, 103(7), 984-995.

Rosas, C., G. Cuzon, G. Gaxiola, L. Arena, P. Lemaire, C. Soyez, and A. Van Wormhoudt, A. (2000). Influence of dietary carbohydrate on the metabolism of juvenile *Litopenaeus stylirostris*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 249(2), 181-198.

Sankar, G.,A. Elavarasi, K. Sakkaravarthi, K. and Ramamoorthy. (2011). Biochemical changes and growth performance of black tiger shrimp larvae after using *Ricinus communis* extract as feed additive. *International Journal of PharmTech Research*, 3(1), 201-208.

- Seo, J.K., M.H. Kim, J.Y. Yang, H.J. Kim, J.H. Lee, H.K. Kim, and K.H. Jong. 2013. Effects of Synchronicity of Carbohydrate and Protein Degradation on Rumen Fermentation Characteristics and Microbial Protein Synthesis. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. Volume 26(3): 358-365.
- Shivaram, C. M., and R.P. Raj. (1997). Dietary Lipid Requirements of the Juveniles of Indian White Prawn *Penaeus indicus* H. Milne Edwards. *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 12, 165-180.
- Shiu, Y. L., S.L. Wong, W.C. Guei, Y.C. Shin, and C.H. Liu. (2015). Increase in the plant protein ratio in the diet of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), using *Bacillus subtilis* E20-fermented soybean meal as a replacement. *Aquaculture Research*, 46(2), 382-394.
- Sridhar, M., R. Bhatta, A. Dhali, M. Saravanan, Vidya Pradeep, and Vandana Thammaiah. 2015. Effect of exogenous lignolytic enzyme-treated ragi straw on DM intake, digestibility, rumen fermentation and rumen enzymes in sheep. *Indian Journal Animal Sciences*. Vol.85(9). 1012-1016.
- Suryahadi, S., R. Hidayat, S. Wulandari and K. Wiryawan. (2005). Production and Utilization of Cellulase from *Trichoderma Viride*. *BIOTROPIA-The Southeast Asian Journal of Tropical Biology*, (25).
- Surianti. 2017. Pengaruh Penggunaan Bungkil Tahu Hasil Fermentasi dengan Menggunakan Mikroorganisme Mix terhadap Kinerja Pertumbuhan Juvenil Udang Vanname. Tesis. Sekolah PascaSarjana Ilmu Perikanan. Universitas Hasanuddin. 77 hal.
- Takeuchi, M., S. Takasaki, H. Miyazaki, T. Kato, S. Hoshi, N. Kochibe and A. Kobata. (1988). Comparative study of the asparagine-linked sugar chains of human erythropoietins purified from urine and the culture medium of recombinant Chinese hamster ovary cells. *Journal of Biological Chemistry*, 263(8), 3657-3663.
- Taslihan, A, A. Widjajati, S. M. Astuti. dan Sumartini. 1991. *Laporan Uji Coba Pengaruh Kanamycin, Terramycin dan Neomycin Terhadap*

Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Udang Windu (Pennaeus monodon). Stadia Z1 – PL5. Balai Budidaya Air Payau. Jepara

- Terrazas-Fierro, M., R. Civera-Cerecedo, L. Ibarra-Martínez, E. Goytortúa-Bores, M. Herrera-Andrade, and A. Reyes-Becerra. (2010). Apparent digestibility of dry matter, protein, and essential amino acid in marine feedstuffs for juvenile whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 308(3-4), 166-173.
- Trinci A.P.J., D.R. Davies, K. Gull, M.L. Lawrence, B.B. Nielsen, A. Rickers and M.K. Theodorou. 1994. Anaerobic fungi in herbivorous animals. *Myco. Res.* 98:129-152.
- Van Wyk, P., J. and Scarpa. (1999). *Water quality requirements and management*. Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems, 128-138.
- Villarreal-Cavazos, D.A., D. Ricque-Marie, A. Peña-Rodríguez, M. Nieto-López, M., M. Tapia-Salazar, A. Lemme, and L.E. Cruz-Suárez. (2014). Apparent digestibility of dry matter, crude protein, and amino acids of six rendered by-products in juvenile *Litopenaeus vannamei*. *Ciencias marinas*, 40(3).
- Wardani, I. Y. K. (2004). Perbandingan Kadar Protein dan Asam Amino Ampas Tahu dari Sisa Hasil Pengolahan Tahu Secara Tradisional dengan Modern. Skripsi, Universitas Airlangga).
- Wedemeyer, G. A., and W.T. Yasutake. (1977). Clinical methods for the assessment of the effects of environmental stress on fish health (No. 89). US Fish and Wildlife Service.
- Xia, B., Q.F. Gao, J.L.P. Wang, L. Zhang, and Z. Zhang. (2015). Effects of dietary carbohydrate level on growth, biochemical composition and glucose metabolism of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka). *Aquaculture*, 448, 63-70.
- Yang, Q., X. Zhou, Q. Zhou, B. Tan, S. Chi, and X. Dong. (2009). Apparent digestibility of selected feed ingredients for white shrimp *Litopenaeus vannamei*, Boone. *Aquaculture Research*, 41(1), 78-86.

- Zainuddin, H., and Aslamyah, S. (2014). Effect of dietary carbohydrate levels and feeding frequencies on growth and carbohydrate digestibility by white shrimp *Litopenaeus vannamei* under laboratory conditions. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 5, 274.
- Zainuddin, Z., H. Haryati, S. Aslamyah, S. dan Surianti. 2014. Pengaruh Level Karbohidrat dan Frekuensi Pakan terhadap Rasio Konversi Pakan dan Sintasan Juvenil *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Perikanan*, 16(1), 29-34.
- Zainuddin, Z., Haryati, S. Aslamyah. (2015). Glycogen and proximate content of white shrimp fed on different carbohydrate level and feeding frequency. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 14(1), 18-23.
- Zonneveld N, E.A. Huisman dan J.H. Boon. 1991. Prinsip -prinsip budidaya ikan. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 318 hal.
- Zuliyah, B, Agustono, W.H. Satyantini. 2017. Substitution effect of soybean with fermentation lamtoro leave for white shrimp *Litopenaeus vannamei* feed on digestibility protein and energy. *Journal of Aquaculture and Fish Health*. Vol.6 ISSN 2301-7309.

APLIKASI TEPUNG LIMBAH SAYUR TERFERMENTASI CAIRAN RUMEN DALAM PAKAN UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI UDANG VANNAMEI *LITOPENAEUS* *VANNAMEI*

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Kegiatan budidaya udang vannamei sangat bergantung pada suplay pakan buatan dengan pemberian pakan secara intensif. Untuk pemenuhan kebutuhan pakan yang kuintinitas terkendala pada tingginya harga pakan. Harga pakan yang relatif mahal disebabkan oleh tingginya kandungan protein dalam pakan udang. Kebutuhan pakan buatan pada budidaya udang berkisar antara 50-70% dari total biaya produksi dalam budidaya, sehingga biaya produksi tinggi (Prakash, *et. al.* 2016). Untuk itu diperlukan bahan baku pakan yang murah dan berkualitas.

Salah satu bahan baku pakan yang murah dan berkualitas adalah limbah sayur. Limbah sayur merupakan limbah pertanian yang jumlahnya melimpah, selain itu limbah sayur (wortel, kangkung, sawi putih dan kol) mengandung protein yang cukup tinggi 22,63% (Murni *et. al.* 2018), namun untuk memanfaatkan limbah sayur tersebut terkendala pada kandungan selulosa yang tinggi 30,71% (Murni dan Darmawati, 2016), sehingga menghambat pencernaan pakan (Jusadi, 2014). Untuk menurunkan

kandungan selulosa pada tepung limbah sayur adalah melalui proses fermentasi dengan menggunakan cairan rumen kambing sebagai fermentor.

Cairan rumen menghasilkan enzim selulase (Fitriliyani, 2011). Lebih lanjut Andriani (2015) menyatakan bahwa mikroorganisme rumen sapi mengandung enzim selulase dan amilase yang cukup untuk menghidrolisis pakan ikan, sedangkan menurut Budiansyah (2011), bahwa cairan rumen mengandung enzim selulase, xilanase, mannanase, amilase, protease, dan fitase mampu menghidrolisis bahan pakan lokal.

Penggunaan cairan enzim rumen sebanyak 100 mL/kg tepung daun lamtoro dapat menurunkan kadar serat kasar dari 16,77% menjadi 7,77% (Fitriliyani, 2010). Penambahan enzim cairan rumen domba 100 mL/kg bahan dengan lama waktu inkubasi selama 24 jam dapat menurunkan kandungan serat kasar bungkil kelapa sawit paling tinggi yaitu dari 17,54% menjadi 6,69% dan meningkatkan nilai ketercernaan bungkil kelapa sawit sebesar 42,26% (Pamungkas, 2011). Hasil penelitian sebelumnya juga dilaporkan Murni dan Darmawati (2016) bahwa fermentasi limbah sayur menggunakan cairan rumen dengan dosis 10 – 15 mL/kg limbah sayur meningkatkan kandungan nutrisi limbah sayur hasil fermentasi untuk pakan ikan nila dan aktivitas enzim amylase (0,250 u/mL/menit), protease (0,49 u/mL/menit), sellulase (0,124 u/mL/menit). Selanjutnya Murni,dkk. (2017) melaporkan bahwa fermentasi limbah sayur dengan dosis 15 mL/kg dan lama waktu inkubasi 4 hari mampu menurunkan serat kasar limbah sayur 29,35% ke 14,83%. Murni et.al (2018) melaporkan bahwa fermentasi limbah sayur menggunakan cairan rumen dosis 3% dengan lama waktu inkubasi 4 hari mampu

menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan pencernaan bahan kering, pencernaan bahan kering dan kualitas nutrisi limbah sayur. Selanjutnya Murni (2018) melaporkan bahwa penggunaan 30% kadar silase limbah sayur yang difermentasi cairan rumen dalam pakan mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan udang vannamei.

Penelitian tentang aplikasi tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan untuk meningkatkan produksi udang vannamei, sepanjang pengetahuan peneliti belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk menguji kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan yang mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan udang vannamei.

B. Tujuan khusus penelitian

Tujuan khusus penelitian ini adalah menentukan kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen kambing dan sapi yang terbaik pada tahun I, dan pada tahun II membandingkan kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen kambing dan sapi terbaik pada tahun I dengan pakan komersil yang biasa diberikan udang vannamei ditinjau dari aspek biologi dan ekonomi, sehingga diharapkan nantinya diperoleh pakan yang murah, berkualitas dan ramah lingkungan yang dapat diaplikasikan pada tambak secara intensif untuk meningkatkan produksi udang vannamei.

C. Urgensi (keutamaan) penelitian

Upaya untuk mengurangi biaya produksi terutama biaya pakan pada budidaya udang vannamei sudah banyak dilakukan, salah satunya adalah dengan memaksimalkan penggunaan karbohidrat

dalam pakan. Namun terkendala pada keterbatasan udang dalam mencerna pakan yang mengandung serat tinggi. Oleh karena itu berbagai pengolahan terhadap bahan pakan berserat tinggi telah banyak dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pakan, seperti pengolahan secara fisik, kimia, dan biologi atau kombinasinya (fermentasi) (Pamungkas, 2011).

Selama ini salah satu metode yang dilakukan untuk menurunkan kandungan serat adalah melalui proses fermentasi. Penggunaan cairan rumen sebagai fermentor organisme akuatik masih terbatas khususnya pada udang vannamei. Terkait hal tersebut, maka dilakukan penelitian tentang aplikasi tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan buatan yang diharapkan mampu meningkatkan produksi udang vannamei. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap penggunaan pakan yang berkualitas dan ekonomis. Di sisi lain, yang lebih urgen adalah mampu memberikan kontribusi pada budidaya perikanan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kebutuhan pakan buatan pada budidaya udang berkisar antara 50-70% dari total biaya produksi dalam budidaya, sehingga biaya produksi tinggi (Prakash, *et. al.* 2016). Untuk itu diperlukan bahan baku pakan yang murah dan berkualitas. Limbah sayur (wortel, kangkung, sawi putih dan kol) mengandung protein yang cukup tinggi 22,63% (Murni *et. al.* 2018), namun untuk memanfaatkan limbah sayur tersebut terkendala pada kandungan selulosa yang tinggi 30,71% (Murni dan Darmawati, 2016), sehingga menghambat pencernaan pakan (Jusadi, 2014). Untuk menurunkan kandungan selulosa pada tepung limbah sayur

adalah melalui proses fermentasi dengan menggunakan cairan rumen kambing sebagai fermentor.

Cairan rumen menghasilkan enzim selulase (Fitriliyani, 2011). Lebih lanjut Andriani (2015) menyatakan bahwa mikroorganisme rumen sapi mengandung enzim selulase dan amilase yang cukup untuk menghidrolisis pakan ikan; Budiansyah (2011), Penggunaan cairan enzim rumen sebanyak 100 mL/kg tepung daun lamtoro dapat menurunkan kadar serat kasar dari 16,77% menjadi 7,77% (Fitriliyani, 2010). Penambahan enzim cairan rumen domba 100 mL/kg bahan dengan lama waktu inkubasi selama 24 jam dapat menurunkan kandungan serat kasar bungkil kelapa sawit paling tinggi yaitu dari 17,54% menjadi 6,69% dan meningkatkan nilai ketercernaan bungkil kelapa sawit sebesar 42,26% (Pamungkas, 2011). Hasil penelitian sebelumnya juga dilaporkan Murni dan Darmawati (2016) bahwa fermentasi limbah sayur menggunakan cairan rumen dengan dosis 10 – 15 mL/kg limbah sayur meningkatkan kandungan nutrisi limbah sayur hasil fermentasi untuk pakan ikan nila dan aktivitas enzim amylase (0,250 u/mL/menit), protease (0,49 u/mL/menit), selulase (0,124 u/mL/menit). Selanjutnya Murni,dkk. (2017) melaporkan bahwa fermentasi limbah sayur dengan dosis 15 mL/kg dan lama waktu inkubasi 4 hari mampu menurunkan serat kasar limbah sayur 29,35% ke 14,83%. Murni et.al (2018) melaporkan bahwa fermentasi limbah sayur menggunakan cairan rumen dosis 3% dengan lama waktu inkubasi 4 hari mampu menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan kecernaan bahan kering, kecernaan bahan kering dan kualitas nutrisi limbah sayur. Selanjutnya Murni (2018) melaporkan bahwa penggunaan 30% kadar silase limbah

sayur yang difermentasi cairan rumen dalam pakan mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan udang vannamei.

Penelitian tentang aplikasi tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan untuk meningkatkan produksi udang vannamei, sepanjang pengetahuan peneliti belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk menguji kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan yang mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan udang vannamei.

Tujuan khusus yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah mendapatkan teknologi budidaya udang dengan aplikasi tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan untuk meningkatkan produksi udang vannamei melalui pemanfaatan pakan murah, berkualitas dan ramah lingkungan.

Penelitian ini urgen untuk dilakukan karena memanfaatkan limbah sebagai bahan baku pakan yang murah dan ramah lingkungan untuk mengurangi biaya produksi dengan memaksimalkan penggunaan karbohidrat dalam pakan untuk menekan terjadi akumulasi amoniak akibat penggunaan protein yang tinggi dalam pakan. Metode ini diharapkan dapat mengurangi penggunaan pakan komersil yang harganya sangat tinggi.

Aplikasi tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen pada penelitian ini dilakukan pada kondisi laboratorium dan dimodifikasi mendekati lingkungan sesungguhnya dan dilakukan pada tambak pembesaran sehingga dapat diaplikasikan oleh para pembudidaya udang

TINJAUAN PUSTAKA

A. *State of The Art* Bidang yang Diteliti

Penelitian tentang aplikasi limbah sayur terfermentasi cairan rumen diawali pada tahun 2016 oleh Murni dan Darmawati (2016) menyatakan bahwa pemanfaatan cairan rumen dalam proses fermentasi limbah sayur berpengaruh terhadap kandungan kadar air limbah sayur fermentasi dan semakin tinggi dosis cairan rumen yang digunakan dalam proses fermentasi limbah sayur, maka terjadi penurunan kadar protein kasar fermentasi limbah sayur. Hal ini disebabkan karena terjadi peningkatan persentase bakteri, sehingga tidak sesuai dengan sumber nutrisi yang tersedia menyebabkan terjadinya persaingan antar mikroba. Lebih lanjut dijelaskan bahwa aktivitas enzim amylase lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas enzim protease dan aktivitas enzim selulase yang diperoleh pada limbah sayur yang difermentasi cairan rumen, disebabkan karena limbah sayur mengandung karbohidrat lebih tinggi, selain itu jenis rumput yang dikonsumsi sapi mengandung karbohidrat yang tinggi, sehingga di dalam rumen sapi lebih banyak enzim amylase untuk mencerna karbohidrat. Kemudian Murni dkk., (2016) menunjukkan bahwa penambahan cairan rumen dalam proses fermentasi limbah sayur dengan lama waktu inkubasi yang berbeda tidak berpengaruh terhadap peningkatan kualitas nutrisi limbah sayur hasil fermentasi, diduga karena range perlakuan yang digunakan terlalu rendah sehingga tidak terbentuk pola. Kemudian dilanjutkan pada ikan nila dengan penambahan cairan rumen 15 mL/kg limbah sayur dengan lama waktu fermentasi 5 hari kandungan nutrisi dan total gula terlarut masih

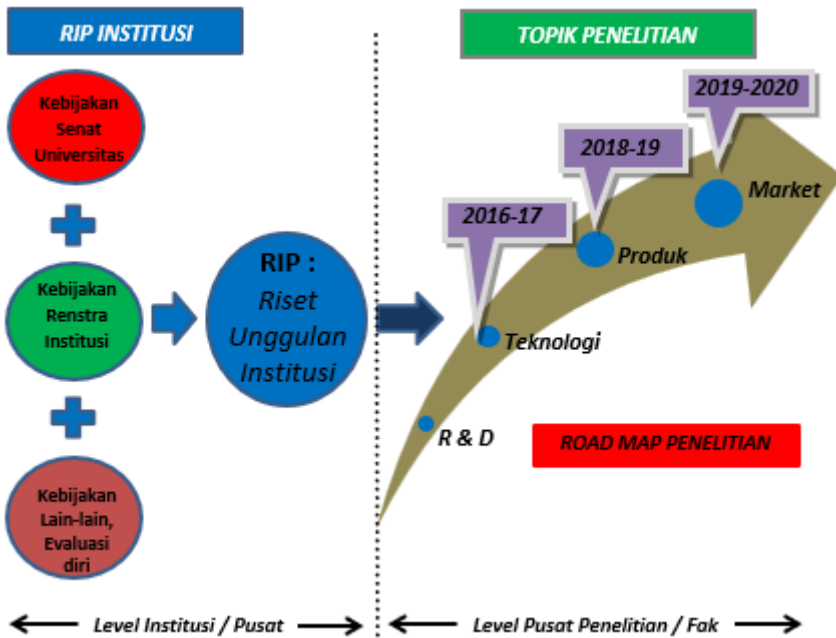
lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya Murni dkk. (2017). Selanjutnya Murni, dkk. (2017) melaporkan bahwa fermentasi limbah sayur dengan dosis 15 mL/kg dan lama waktu inkubasi 4 hari mampu menurunkan serat kasar limbah sayur 29,35% ke 14,83%. Murni et.al (2018) melaporkan bahwa fermentasi limbah sayur menggunakan cairan rumen dosis 3% dengan lama waktu inkubasi 4 hari mampu menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan kecernaan bahan kering, kecernaan bahan kering dan kualitas nutrisi limbah sayur. Selanjutnya Murni (2018) melaporkan bahwa penggunaan 30% kadar silase limbah sayur yang difermentasi cairan rumen dalam pakan mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan udang vannamei.

B. Peta Jalan Penelitian

Peta jalan penelitian pengusul berdasarkan Renstra Penelitian Unggulan Universitas Muhammadiyah Makassar (Gambar 1) dengan topik riset dan ruang lingkupnya sebagai berikut :

Ketahanan dan keamanan pangan

1. Biodiversitas plasma nutfah tanaman, dan ikan sebagai sumber pangan potensial .
2. Budaya pangan masyarakat (pengentasan kemiskinan, kesempatan kerja dan kualitas sumber daya manusia) .
3. Rekayasa teknologi budidaya serta produksi bibit dan benih tanaman, serta ikan unggul.
4. Pengembangan IPTEK pascapanen dan peningkatan nilai tambah produk hasil pertanian
5. Rekayasa dan penguatan kelembagaan untuk peningkatan daya saing pangan lokal unggul di pasar domestik dan global .
6. Agribisnis, pemasaran dan distribusi.



Gambar 1. Road Map Penelitian LP3M Unismuh Makassar

Setelah selasainya penelitian ini, ke depannya (2021-2022), dibutuhkan suatu penelitian mengenai Optimalisasi penggunaan tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan untuk menunjang pakan mandiri. Penelitian ini didasari oleh hasil evaluasi penerapan limbah sayur terfermentasi cairan rumen terhadap kinerja pertumbuhan udang vannamei (Gambar 2). Adapun road map penelitian ini, baik sebelum penelitian dilakukan yaitu 2016-2018, pelaksanaan penelitian 2019-2020, maupun setelah penelitian dilakukan yaitu pada tahun 2021-2022, seperti disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Road Map Penelitian Aplikasi tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan untuk meningkatkan produksi udang vannamei

Kebaruan dalam penelitian yang akan dilakukan ini berdasarkan pada hasil penelitian Murni (2018) pada skema penelitian Disertasi Doktor dan ditemukan bahwa pada penelitian tersebut formulasi pakan yang dihasilkan kurang maksimal karena kandungan air pada silase tinggi, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian dalam bentuk tepung limbah sayur.

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan khusus penelitian ini adalah menentukan kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen kambing dan sapi yang terbaik pada tahun I, dan pada tahun II membandingkan kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen kambing dan sapi terbaik pada tahun I dengan pakan komersil yang biasa diberikan udang vannamei ditinjau dari aspek biologi dan ekonomi, sehingga diharapkan nantinya diperoleh pakan yang murah, berkualitas dan ramah lingkungan yang dapat diaplikasikan pada tambak secara intensif untuk meningkatkan produksi udang vannamei.

Manfaat penelitian adalah sebagai bahan referensi dan informasi ilmiah tentang kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen kambing dan sapi yang optimal dalam pakan yang mampu meningkatkan produksi udang vannamei *Litopenaeus vannamei* untuk ketahanan pangan nasional.

METODE PENELITIAN

Tahun I

A. Hewan Uji

Hewan uji yang akan digunakan adalah juvenil udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) stadia post larva 30 (PL30) udang diperoleh dari Balai Budidaya Air Payau Takalar. Wadah pemeliharaan juvenil udang vannamei adalah bak fiber yang diisi air laut dengan salinitas sekitar 20 ppt yang diperoleh dari Balai Budidaya Air Payau Takalar dan ditampung dalam bak penampungan air dan telah disterilkan. Selama pemeliharaan akan diberikan pakan buatan berbentuk pellet sebanyak 10% dari biomasa per hari dengan frekuensi pemberian empat kali per hari yakni jam 6.00, 11.00, 15.00, dan jam 19.00. Pengamatan kualitas air dilakukan pada awal, tengah, dan akhir penelitian.

B. Persiapan ekstrak enzim cairan rumen

Cairan rumen sapi diambil dari Rumah Pematangan Hewan Sungguminasa Kabupaten Gowa. Cairan rumen sapi diambil dari isi rumen sapi dengan cara filtrasi (penyaringan dengan kain katun) kondisi suhu 4°C. Ekstrak enzim cairan rumen sapi diperoleh mengikuti metode Lee *et. al.*, (2002). Ekstrak enzim cairan rumen yang diperoleh sebelum digunakan terlebih dahulu diamati aktivitas enzim, jumlah koloni bakteri.

C. Persiapan Pakan Uji

Pakan uji yang akan digunakan pada penelitian ini adalah pakan pellet yang diformulasi dengan tepung limbah sayur terfermentasi

cairan rumen. Proses pembuatan pakan diawali dengan persiapan bahan baku, pencampuran bahan baku pakan, pencetakan pakan, pengeringan pakan, serta pengemasan pakan. Tepung limbah sayur (kol, sawi putih, kangkung dan kol) yang digunakan adalah hasil fermentasi menggunakan cairan rumen kambing dengan dosis 3% dan lama waktu inkubasi 4 hari, selanjutnya dilakukan pengeringan untuk pembuatan tepung limbah sayur.

D. Rancangan percobaan

Penelitian tahap ketiga menggunakan faktorial dengan rancangan dasar acak lengkap. Faktor pertama adalah Jenis pakan (Pakan komersil, Pakan dengan penambahan tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi 20% dan Pakan C dengan penambahan tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen kambing 10% dan Faktor kedua frekuensi pemberian pakan (B1= Pemberian 3 kali, B2 = pemberian 4 kali, B3= pemberian 5 kali) dan tiga ulangan.

E. Pengukuran peubah

1. Aktifitas Enzim Pencernaan

Aktivitas enzim yang diamati adalah enzim protease, selulase, dan amilase. Pengambilan sample penelitian dilakukan pada udang uji.

Pengukuran aktivitas enzim protease diestimasi dengan metode Bergmeyer dan Grassi (1983). Untuk pengukuran aktivitas enzim protease digunakan substrat kasein dan buffer fosfat (pH 7,6). Tirosin digunakan sebagai standar di mana 1 unit enzim ekuivalen dengan 1 mg tirosin yang dibebaskan

dalam waktu 1 menit. Aktivitas enzim protease dihitung dengan menggunakan formula:

$$\text{Aktivitas protease (U/mg larva/menit)} = \frac{\text{Act} - \text{Abl}}{\text{Ast} - \text{Abl}} \times P \times T^{-1}$$

Keterangan : Act = Nilai absorban sampel

Abl = Nilai absorban blanko

Ast = Nilai absorban standar

P = faktor pengenceran

T = waktu inkubasi (menit)

Pengukuran aktivitas enzim amilase diestimasi dengan metode Bernfeld (1955). Untuk pengukuran aktivitas enzim amilase digunakan substrat pati dan buffer sitrat pH 5,7. Aktivitas enzim amilase dihitung dengan menggunakan formula :

$$\text{Aktivitas amilase (U/mg larva/menit)} = \frac{\text{Act} - \text{Abl}}{\text{Ast} - \text{Abl}} \times P \times T^{-1}$$

Keterangan : Act = Nilai absorban sampel

Abl = Nilai absorban blanko

Ast = Nilai absorban standar

P = faktor pengenceran

T = waktu inkubasi (menit)

Pengukuran aktivitas enzim selulase diestimasi dengan metode Bernfeld (1955). Untuk pengukuran aktivitas enzim amilase digunakan substrat CMC dan buffer sitrat pH 5,7. Aktivitas enzim selulase dihitung dengan menggunakan formula :

$$\text{Aktivitas selulase (U/mg larva/menit)} = \frac{\text{Act} - \text{Abl}}{\text{Ast} - \text{Abl}} \times P \times T^{-1}$$

Keterangan : Act = Nilai absorban sampel

Abl = Nilai absorban blanko

Ast = Nilai absorban standar

P = faktor pengenceran

T = waktu inkubasi (menit)

2. Analisis asam amino pakan akan dilakukan di Laboratorium terpadu IPB.

3. Retensi Protein dan Lemak

Retensi protein dapat diketahui dengan melakukan analisis proksimat protein tubuh udang pada awal dan akhir percobaan, dan kandungan protein pakan, mengikuti metode (AOAC 1990). Rumus penghitungan retensi protein (Takeuchi, 1988) adalah :

$$RP = \frac{(Fp - Lp)}{P} \times 100\%$$

Keterangan :

Fp = jumlah protein tubuh udang pada waktu akhir pemeliharaan (g)

Lp = jumlah protein tubuh udang pada waktu awal pemeliharaan (g)

P = jumlah protein yang dikonsumsi udang selama pemeliharaan (g)

Retensi lemak dapat diketahui dengan melakukan analisis proksimat lemak tubuh ikan pada awal dan akhir percobaan, serta lemak pakan dengan mengikuti metode (AOAC 1990). Rumus penghitungan retensi lemak (Takeuchi, 1988) adalah :

$$RP = \frac{(F_1 - L_1)}{L} \times 100\%$$

Keterangan :

F_1 = jumlah lemak tubuh udang pada waktu akhir pemeliharaan (g)

L_1 = jumlah lemak tubuh udang pada waktu awal pemeliharaan (g)

L = jumlah lemak yang dikonsumsi udang selama pemeliharaan (g)

4. Kadar glikogen tubuh

Evaluasi terhadap kandungan glikogen tubuh udang vannamei dilakukan pada akhir percobaan (Lampiran 1). Penentuan kadar glikogen dilakukan pada seluruh bagian tubuh larva karena sulit memisahkan antara hepatopankreas dengan bagian tubuh yang lain. Metode perhitungan kandungan glikogen (Wedemeyer dan Yasutake, 1977) dengan menggunakan formula :

$$\text{Glikogen (mg/g sampel)} = \frac{\text{abs.spl/abs.std} \times \text{kons.std} \times \text{fp} \times 1/1000}{\text{Bobot sampel (g)}}$$

Keterangan :

Abs. spl = absorban sampel pada λ 670 nm

Abs .stda = absorbance standar

Kons. std = konsentrasi standar (500 $\mu\text{g/mL}$)

Fp = faktor pengenceran (5X)

1/1000 = perubahan dari mikrogram menjadi milligram

5. Pertumbuhan mutlak udang

Pertumbuhan berat mutlak larva udang uji dihitung mengikuti Dehaghani *et. al.*, (2015) :

$$W_g = W_2 - W_1$$

Keterangan :

W_g = Pertumbuhan biomassa mutlak (g)

W_2 = biomassa udang pada akhir penelitian (g)

W_1 = biomassa udang pada awal penelitian (g)

6. Sintasan Larva Udang Vannamei (%)

Sintasan juvenil udang vannamei pada setiap perlakuan dihitung pada akhir penelitian (Dehaghani *et.al.* 2015):

$$SR = N_t/N_0 \times 100$$

Keterangan:

SR = sintasan (%)

N_t = Jumlah udang pada akhir percobaan (ekor)

N_0 = Jumlah udang pada awal percobaan (ekor)

7. Analisis RNA/DNA

8. Sifat Fisika dan kimia air

Sifat fisik dan kimia air yang diukur meliputi kandungan oksigen terlarut, pH, suhu dan salinitas. Suhu dan salinitas akan diukur setiap hari sedangkan pH dan oksigen terlarut, amoniak akan diukur pada awal, pertengahan dan akhir penelitian.

F. Analisa Data

Data, aktivitas enzim pencernaan, , retensi protein, lemak, kadar glikogen, pertumbuhan, DNA/RNA pertumbuhan dan sintasan udang diuji dengan ANOVA (*Analisis of Varians*), jika terdapat pengaruh maka dilakukan uji lanjut Duncan dengan selang kepercayaan 95% menggunakan program SPSS (Statistical Program Software System) versi 16.

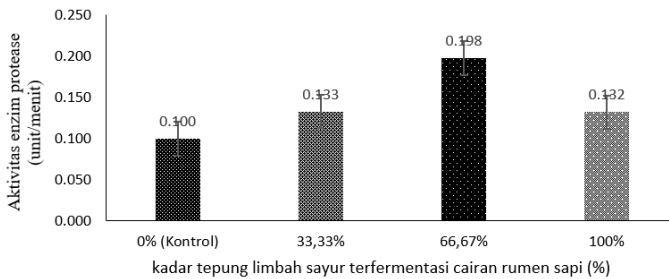
HASIL YANG DICAPAI

A. Uji Biologi

1. Aktivitas enzim pencernaan

Aktivitas Enzim Protease

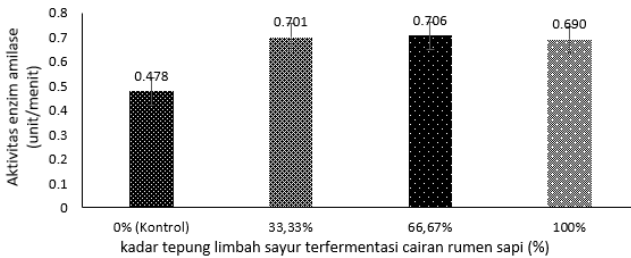
Rata-rata aktivitas enzim protease udang vannamei yang diberi pakan dengan penambahan tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi yang berbeda dalam pakan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Aktivitas enzim protease udang vannamei dengan pemberian tepung limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen sapi yang berbeda dalam pakan

Aktivitas Enzim Amilase

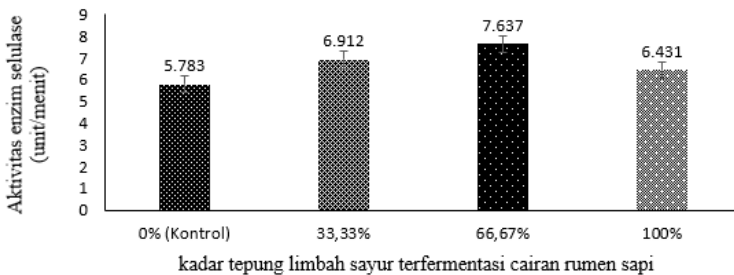
Rata-rata aktivitas enzim pencernaan udang vannamei yang diberi tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen yang berbeda dalam pakan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Aktivitas enzim amilase udang vannamei dengan pemberian tepung limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen sapi yang berbeda dalam pakan

Aktivitas Enzim Selulase

Rata-rata aktivitas enzim pencernaan udang vannamei dengan kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen yang berbeda dalam pakan buatan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Aktivitas enzim selulase udang vannamei dengan pemberian kadar tepung limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen sapi yang berbeda dalam pakan

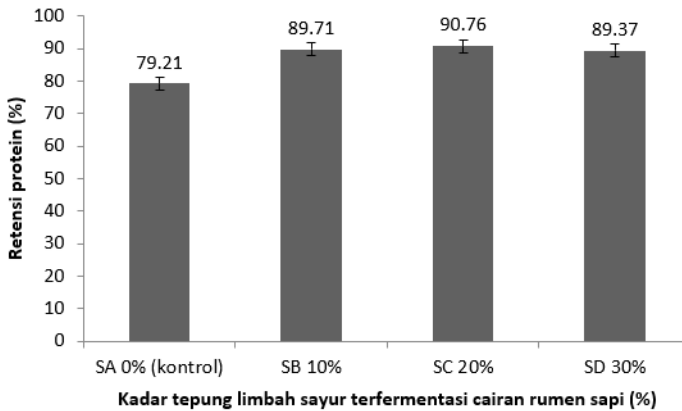
2. Retensi protein dan lemak

Rata-rata retensi protein udang vaname yang diberi tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi disajikan pada Gambar 4. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi menghasilkan perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,05$) diantara perlakuan terhadap nilai retensi protein udang vaname. Hal

tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi untuk udang vaname dapat meningkatkan nilai retensi protein yang lebih baik dibandingkan pakan tanpa penambahan tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi sebagai kontrol. Hal ini dikarenakan protein dalam pakan dengan nilai biologis tinggi akan memacu penimbunan protein tubuh lebih besar dibanding dengan protein yang bernilai biologis rendah (Perius, 2011).

Hasil perhitungan ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai retensi protein udang vaname. Nilai retensi protein yang rendah didapat pada perlakuan SA (79,21%) yang berbeda nyata dengan perlakuan SB (89,71%), SC (90,76%) dan SD (89,37%). Rendahnya nilai retensi protein dikarenakan pada perlakuan SA (kontrol) merupakan pemberian pakan tanpa penambahan tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi, sehingga ketersediaan bakteri penghasil enzim protease pada saluran pencernaan terbatas. Tingginya nilai retensi protein pada perlakuan SC dikarenakan hasil proksimat pakan uji menunjukkan bahwa nilai protein di pakan SC lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Retensi protein tertinggi pada perlakuan SC sebesar 90,76% dengan penambahan 20% tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen pada pakan. Protein dari pakan berperan sebagai struktur atau pembentuk tubuh (Soebandiyono, 2009). Kemampuan penyimpanan protein udang dalam tubuh secara maksimal dicapai pada kadar protein tersebut.



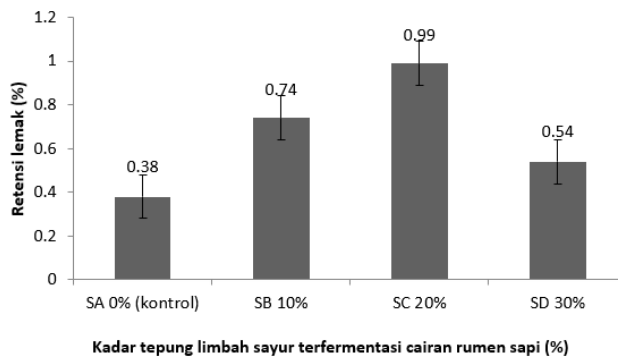
Gambar 4. Retensi protein udang vannamei yang diberi tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi yang berbeda dalam pakan selama penelitian.

Retensi Lemak Udang Vaname

Rata-rata retensi lemak juvenil udang vaname yang diberi tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi disajikan pada Gambar 5. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap retensi lemak udang vaname. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pemberian tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi menghasilkan perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai retensi lemak udang vanname.

Rendahnya nilai retensi protein dikarenakan pada perlakuan SA (kontrol) merupakan pemberian pakan tanpa penambahan tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi. Tingginya nilai retensi lemak pada perlakuan SC dikarenakan hasil proksimat pakan uji menunjukkan bahwa nilai lemak di pakan SC lebih tinggi dibandingkan perlakuan

lainnya. Wirahadikusumah, (1985) dalam Gunawan, (2012) menjelaskan bahwa, lemak pakan sebagian besar terdiri dari trigliserida atau trigliserol yang harus dipecah terlebih dahulu untuk mempermudah proses reabsorpsi dalam tubuh. Emulsifikasi adalah proses dimana terjadi pengikatan lemak oleh garam empedu, sehingga nantinya dalam bentuk emulsi ini dapat mempermudah proses penyerapan. Lemak dari pakan digunakan untuk energi dan memaksimalkan protein untuk proses pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Komariyah, 2009) bahwa penggunaan lemak sebagai “*protein sparing effect*” yaitu lemak mempunyai fungsi untuk menggantikan protein sebagai sumber energi, sehingga penggunaan protein dapat dioptimalkan untuk pertumbuhan.



Gambar 5. Retensi lemak udang vannamei yang diberi tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi yang berbeda dalam pakan selama penelitian.

3. Kadar glikogen

Glikogen berasal dari kelebihan glukosa dalam darah yang berbentuk granula-granula berwarna ungu di dalam sel hepatosit. Karbohidrat yang dikonsumsi oleh ikan akan dicerna di dalam pencernaan hingga menjadi glukosa. Glukosa akan

diserap oleh dinding usus dan kemudian masuk ke dalam darah. Glukosa yang dibawa dalam darah akan diambil oleh sel-sel pada tubuh organisme untuk menghasilkan energi melalui proses oksidasi. Pada organ hati, glukosa akan masuk ke dalam sel hepatosit secara mudah dan selanjutnya diubah menjadi glikogen (Hadim *dkk*,2003).

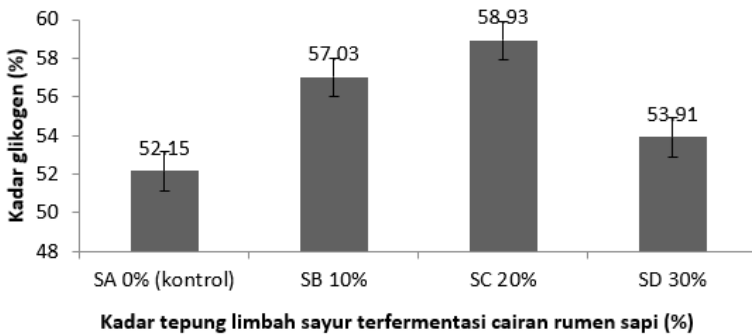
Rata-rata kadar glikogen juvenil udang vaname yang diberi tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi disajikan pada Gambar 3.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi menghasilkan perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,05$) diantara perlakuan terhadap nilai kandungan kadar glikogen udang vaname.

Hasil perhitungan ANOVA menunjukkan bahwa pemberian tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi menghasilkan perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai kadar glikogen udang vaname. Nilai kandungan kadar glikogen yang rendah didapat pada perlakuan SA (52.15%) yang berbeda nyata dengan perlakuan SB (57.03%), SC (58.93%) dan SD (53.91%). Rendahnya nilai kandungan kadar glikogen dikarenakan pada perlakuan SA (kontrol) merupakan pemberian pakan tanpa penambahan tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi. Tingginya nilai kandungan kadar glikogen pada perlakuan SC dikarenakan hasil uji lab menunjukkan nilai kadar glikogen lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Frekuensi pemberian pakan yang lebih banyak meningkatkan pemanfaatan karbohidrat. Pemberian pakan

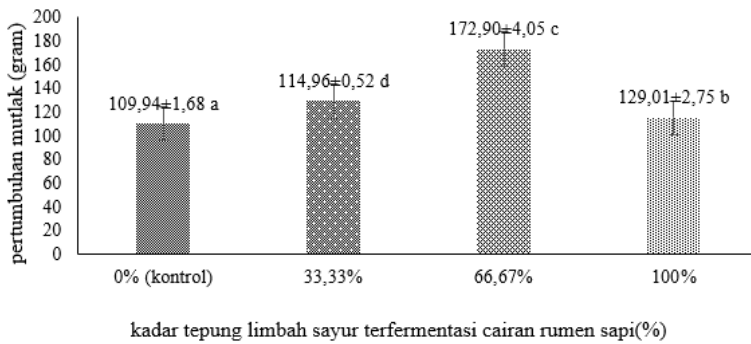
secara kontinu dapat meningkatkan penggunaan karbohidrat dan meningkatkan cadangan lemak melalui peningkatan proses lipogenesis. Pada beberapa spesies ikan, kandungan glikogen pada hati umumnya meningkat seiring dengan meningkatnya karbohidrat pakan (Enes et al., 2009).



Gambar 3. Kadar glikogen udang vannamei yang diberi tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi yang berbeda dalam pakan selama penelitian.

4. Pertumbuhan mutlak

Rata-rata pertumbuhan mutlak udang vannamei yang diberi pakan dengan kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi selama penelitian disajikan pada Gambar 2 selama penelitian disajikan pada Gambar 4.

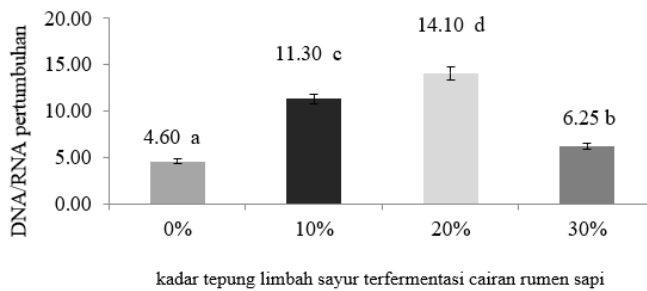


Gambar 4. Rata-rata pertumbuhan mutlak udang vannamei yang diberi pakan dengan kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi yang berbeda.

Analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi yang berbeda dalam pakan udang vannamei memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pertumbuhan mutlak udang vannamei. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi 66,67% nyata lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya., kadar tepung limbah sayur 33,33% nyata berbeda dengan perlakuan lainnya, namun lebih lebih rendah dibanding 66,67%, kadar tepung limbah sayur 100% nyata lebih tinggi dibanding dengan kontrol, namun lebih rendah dibanding dengan perlakuan lainnya, dan kontrol (0%) nyata lebih rendah dibanding perlakuan lainnya.

5. DNA/RNA

Rata-rata DNA/RNA pertumbuhan udang vannamei yang diberi pakan dengan penambahan kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi disajikan pada Gambar 5.

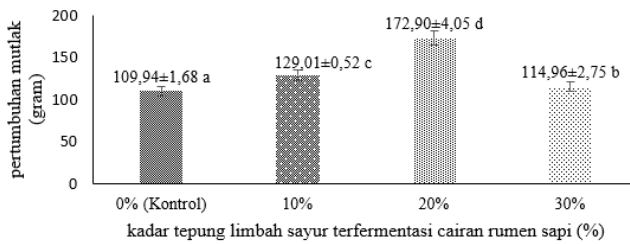


Gambar 5. DNA/RNA pertumbuhan udang vannamei yang diberi tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi yang berbeda dalam pakan selama penelitian.

Analisis sidik ragam memperjelas bahwa pemberian tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi yang berbeda dalam pakan udang vannamei memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap DNA/RNA pertumbuhan udang vannamei. Uji lanjut Duncan multiple pemberian tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi dalam pakan udang vannamei memperlihatkan bahwa DNA/RNA pertumbuhan udang vannamei yang diberi pakan dengan kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi 20% berbeda dengan perlakuan lainnya dan control.

6. Pertumbuhan Mutlak

Rata-rata pertumbuhan mutlak udang vannamei yang diberi pakan dengan kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi selama penelitian disajikan pada Gambar 2.

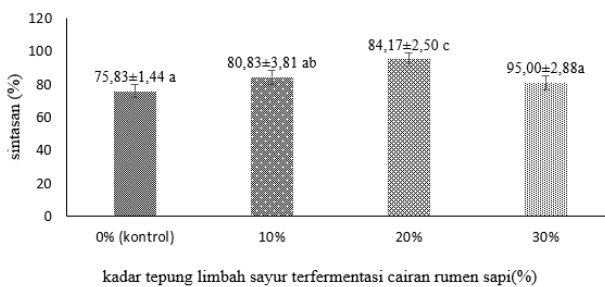


Gambar 2. Pertumbuhan mutlak udang vannamei yang diberi pakan dengan kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi selama penelitian

Analisis varians menunjukkan bahwa pemberian tepung limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen sapi yang berbeda dalam pakan udang vannamei memberikan pengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap pertumbuhan udang vannamei. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa kadar 20% tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi berbeda dengan perlakuan lainnya dan kontrol.

7. Sintasan

Rata-rata sintasan udang vannamei dengan pemberian kadar tepung limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen sapi disajikan pada pada Gambar 6.



Gambar 6. Sintasan udang vannamei yang diberi tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi yang berbeda dalam pakan selama penelitian.

Analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian tepung limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen sapi yang berbeda dalam pakan udang vannamei memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap sintasan udang vannamei. Uji lanjut Duncan pemberian tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi dalam pakan udang vannamei memperlihatkan bahwa sintasan udang vannamei yang diberi pakan dengan kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi 66,67% nyata lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya, kadar tepung limbah sayur 100% sama dengan kontrol, namun kontrol nyata lebih rendah dibanding 33,33% dan 66,67%, kadar tepung limbah sayur 33,33% sama dengan 100%.

B. Pembahasan

Tingginya aktivitas enzim pencernaan protease, amylase, dan selulase udang vannamei yang diberi pakan dengan kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi 66,67% diduga dipengaruhi oleh konsentrasi enzim dan konsentrasi substrat, selanjutnya dijelaskan bahwa konsentrasi substrat merupakan kandungan nutrisi pakan seperti protein, lemak, dan karbohidrat (Murni, 2018). Selain itu cairan rumen yang digunakan sebagai fermentor mengandung enzim selulase dengan aktivitas enzim selulolitik endo- (1,4) - β -D-glukanase, exo- (1,4) - β -D-glukanase dan β -glukosidase yang mampu menurunkan kandungan serat (Lokapirnasari, *et. al.*, 2015), Aktivitas enzim pencernaan protease, amylase, dan selulase yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibanding yang dilaporkan (Murni, 2018). Aktivitas enzim yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibanding dengan

Rendahnya aktivitas enzim pencernaan protease, amylase, dan selulase pada 0% (control), perlakuan 33,33%, dibandingkan dengan kadar tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi 66,67% disebabkan karena kadar tepung limbah sayur yang diberikan lebih rendah, sehingga diduga tidak sebanding antara jumlah enzim dalam saluran pencernaan dengan kandungan nutrisi yang diberikan, demikian halnya kadar tepung limbah sayur 100% terlalu tinggi sehingga udang tidak mampu mencerna dengan maksimal. Hal ini didukung oleh pernyataan (Haryati dkk. 2017) bahwa tingginya konsentrasi substrat tidak diikuti dengan tingginya konsentrasi enzim akan mempengaruhi aktivitas enzim (Haryati, dkk. 2017). Hasil penelitian Rajkumar *et.al* (2017) menunjukkan bahwa aktivitas enzim pencernaan amilase dan protease meningkat karena pengaruh penggantian tepung ikan 25% dengan *T. Ornata* dan *G. corticata*.

Tingginya retensi protein dan lemak pada penambahan 20% tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi menunjukkan bahwa protein dan lemak pada pakan perlakuan tersebut mampu dicerna dan dimanfaatkan oleh udang vannamei, hal ini dapat dibuktikan dengan aktivitas enzim yang diperoleh pada perlakuan tersebut lebih tinggi disbanding perlakuan lainnya dan kontrol.

Rendahnya retensi protein dan lemak pada perlakuan 20% tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi disebabkan karena pakan yang diberikan tidak mampu dicerna oleh udang sehingga kebutuhan nutrisi tidak terpenuhi.

Tingginya kadar glikogen udang vannamei yang diberi pakan dengan penambahan tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi disebabkan karena kemampuan udang dalam

mencerna dan memanfaatkan nutrisi pakan. Hadim dkk, (2003) melaporkan bahwa glikogen berasal dari kelebihan glukosa dalam darah yang berbentuk granula-granula berwarna ungu di dalam sel hepatosit. Karbohidrat yang dikonsumsi oleh ikan akan dicerna di dalam pencernaan hingga menjadi glukosa. Glukosa akan diserap oleh dinding usus dan kemudian masuk ke dalam darah. Glukosa yang dibawa dalam darah akan diambil oleh sel-sel pada tubuh organisme untuk menghasilkan energi melalui proses oksidasi. Pada organ hati, glukosa akan masuk ke dalam sel hepatosit secara mudah dan selanjutnya diubah menjadi glikogen (Hadim dkk,2003)

Tingginya pertumbuhan mutlak udang vannamei yang diperoleh pada perlakuan 66,67% tepung limbah sayur disebabkan karena kualitas pakan dan kemampuan juvenil udang vannamei dalam mengkonsumsi dan mencerna pakan. Kualitas pakan dievaluasi hasil proksimat dan asam amino pakan uji dan diperoleh hasil proksimat dan asam amino pakan uji 66,67% sesuai dengan kebutuhan udang vannamei. Hasil ini sama dengan yang dihasilkan Murni (2018) bahwa pemberian 66,67% limbah sayur yang difermentasi cairan rumen mampu meningkatkan pertumbuhan udang vannamei sebesar 14,19%, namun hasil yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi (172,90%) hal ini disebabkan karena perbedaan berat awal dan bahan baku pakan.

Pertumbuhan mutlak terendah diperoleh pada kontrol (0%) disusul perlakuan 33,33% dan 100% tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen karena pada kontrol (0%) bahan baku pakan (dedak) tidak terfermentasi, sehingga sulit dicerna oleh udang, hal ini dibuktikan dengan aktivitas enzim yang diperoleh pada perlakuan tersebut lebih rendah dibanding

dengan perlakuan lainya dan kontrol. Selain itu dipengaruhi oleh kandungan seratnya tinggi (6,62%) lebih tinggi. Hasil ini sejalan dengan yang dilaporkan Surianti (2017), bahwa semakin tinggi penggunaan bungkil tahu hasil fermentasi mikroorganismen mix dalam pakan maka tingkat konsumsi pakan udang vannamei relatif menurun dan hal ini akan berdampak pada rendahnya pertumbuhan.

Tingginya sintasan yang diperoleh pada perlakuan 20% tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi disebabkan karena pada perlakuan tersebut pakan uji yang diberikan mampu dicerna dan dimanfaatkan oleh udang vannamei, hal ini dapat dilihat pada pertumbuhan mutlak yang diperoleh juga lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Hal ini sejalan dengan Xia, *et al.* (2015) menyatakan bahwa kelebihan karbohidrat yang tidak digunakan untuk kebutuhan energi dapat menyebabkan deposit glikogen dalam tubuh udang vannamei yang akan berdampak pada tingginya sintasan yang diperoleh.

Rendahnya sintasan yang diperoleh pada kontrol (0%), perlakuan 10% dan 30% disebabkan karena pakan uji yang diberikan tidak sesuai dengan kebutuhan udang vannamei hal ini dapat dilihat pada pertumbuhan mutlak yang diperoleh lebih rendah dibanding dengan perlakuan 20% tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi. Hal serupa dilaporkan Murni (2018) bahwa pemberian limbah sayur 20% mampu meningkatkan sintasan udang vannamei, sedangkan penambahan limbah sayur dengan dosis yang lebih tinggi menurunkan sintasan udang vannamei, selanjutnya Qui, *et al.* (2018) pemberian pakan berbasis tanaman pada juvenil udang vannamei menunjukkan bahwa pemberian 100 g/kg dalam pakan menurunkan berat badan

(WG) udang vannamei 340,0% ke 311,3% dan meningkatkan rasio konversi pakan (FCR) 1,79% ke 1,61% yang disebabkan oleh palatabilitas atau ketidakseimbangan gizi pakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa pemberian pakan dengan penambahan tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi 20% dan pemberian pakan dengan penambahan tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen kambing 10% mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan udang vanname *Litopenaeus vannamei*.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka disarankan untuk menggunakan 20% tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen sapi dan 10% tepung limbah sayur terfermentasi cairan rumen kambing untuk budidaya pembesaran udang vannamei.

DAFTAR PUSTAKA

1. Murni. 2018. Cairan rumen sebagai biodegradator limbah sayur dalam pakan terhadap kinerja pertumbuhan udang vannamei. Disertasi. Pascasarjana UNHAS. 150 hal.
2. Ayyappan, S., and S.A. Ali. (2007). *Analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development in India*. FAO Fisheries Technical Paper, 497, 191.
3. Zainuddin, Z., H. Haryati, S. Aslamyah, S. dan Surianti. 2014. Pengaruh Level Karbohidrat dan Frekuensi Pakan terhadap Rasio Konversi Pakan dan Sintasan Juvenil *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Perikanan*, 16(1), 29-34.
4. Lokapirnasari, W.P., D.S. Nazar, T. Nurhajati, K. Supranianondo, and A.B. Yulianto. 2015. Production and assay of cellulolytic enzyme activity of *Enterobacter cloacae* WPL 214 isolated from bovine rumen fluid waste of Surabaya abbatoir, Indonesia. *Veterinary World*. V. 8(3) 367-371.
5. Hertrampf, J. 2006. *Quick method for crude fibre estimation*. *Feed Technology*, 10.2.2006, pp. 29–31.
6. Palupi, R., dan A. Imsya. (2011). Pemanfaatan kapang *Trichoderma viridae* dalam proses fermentasi untuk meningkatkan kualitas dan daya cerna protein limbah udang sebagai pakan ternak unggas. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Bogor (pp. 7-8).

7. Lee S.S, C.H. Kim, J.K. Ha, Y.H. Moon, N.J. Choi and K.J. Cheng. 2002. Distribution and activities of hydrolytic enzymes in the rumen compartments of hereford bulls fed alfalfa based diet. *Asian-Australian Journal Animal Sciences* 15 (12): 1725-1731.
8. Murni and Darmawati, 2016. Optimize the use of Liquid Rumen in Fermentation Process on Increased the Nutrients Waste Vegetables For Tilapia`S Feed. *International Journal of Oceans and Oceanography* ISSN 0973-2667 Volume 10, Number 1 (2016), pp. 19-28
9. Haryati, S. Aslamyah, dan Surianti, 2017. Pengaruh Penggunaan Bungkil Ampas Tahu Hasil Fermentasi dengan menggunakan Mikroorganisme Mix terhadap Aktivitas Enzim Pencernaan Juvenil Udang Vanname. Prosiding. Simposium Kelautan dan Perikanan Ke-4. ISBN: 978-602-71759-3-8. Hal. 303-309.
10. Rajkumar, G., P.S. Bhavan, V. Srinivasan, R. Udayasuriyan, M. Karthik, and T. Satgurunathan. (2017). Partial Replacement of Fishmeal with Marine Algae *Turbinaria ornata* and *Gracilaria corticata* for Sustainable Culture of the Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *International Journal Research Studies Zoology* 3(2), 32-44.
11. Hadim, E., M.I. Djawad dan M.Y.Karim.2003. *Kondisi Glikogen Dalam hati Juvenil Ikan bandeng (Chanos chanos Forskall) yang dibantut*. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 3:1-7.
12. Surianti. 2017. Pengaruh Penggunaan Bungkil Tahu Hasil Fermentasi dengan Menggunakan Mikroorganisme Mix terhadap Kinerja Pertumbuhan Juvenil Udang Vanname. Tesis. Sekolah PascaSarjana Ilmu Perikanan. Universitas Hasanuddin. 77 hal.
13. Xia, B., Q.F. Gao, J.L.P. Wang, L. Zhang, and Z. Zhang. (2015). Effects of dietary carbohydrate level on growth, biochemical composition and glucose metabolism of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka). *Aquaculture*, 448, 63-70.
14. Qiu, X., and D.A. Davis. (2018). Evaluation of dried fermented biomass as a feed ingredient in plant-based practical diets for juvenile Pacific

white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 24(1),
383-391.

GLOSARIUM

- Cairan rumen : merupakan media yang sangat baik untuk pertumbuhan bakteri dan protozoa secara anaerobik
- Rumen : struktur sistim pencernaan pada ruminansia yang terdiri dari kantong otot, kantung kranial, kantung ventral, ventral blindsac dan retikulum
- Ruminansia : kelompok hewan mamalia yang memamabiak seperti sapi, kambing, domba dan kerbau
- Mikroba rumen : organisme yang hidup dalam rumen ternak Ruminansia seperti sapi, kerbau kambing, domba yang berperan penting dalam pendegradasian polisakarida pada dinding sel tanaman serta serat kasar
- Pendegradasi : Enzim yang sekresikan atau yang dihasilkan oleh mikroba rumen yang mampu mendegradasi atau menghidrolisis (karbohidrat, protein, lemak dan serat)

- Limbah sayur : merupakan limbah padat organik yang terdiri dari berbagai jenis sayuran setelah disortir yang tidak bisa dikonsumsi oleh manusia
- Limbah roti : merupakan roti yang sudah kadaluarsa atau roti yang telah afkir kurang dari 1 minggu, kemudian roti tersebut ditarik dari pasaran, sehingga tidak bisa lagi dikonsumsi oleh manusia
- Ampas kelapa : merupakan hasil olahan dari pembuatan minyak
- Kelapa
- Larva : merupakan bentuk muda dari ikan atau udang yang perkembangannya melalui metamorfosis
- Juvenil : merupakan tahap perkembangan dari ikan atau udang menuju dewasa
- Polisakarida : polimer yang tersusun dari ratusan hingga ribuan satuan monosakarida yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik
- Xilanase : Enzim yang mampu memutuskan ikatan pada rantai utama xilan yang akan membentuk molekul oligosakarida pendek
- Selulase : nama bagi semua enzim yang memutuskan ikatan glikosidik beta-1,4 di dalam selulosa, dedodekstrin, selobiosa, dan turunan selulosa lainnya.

- Mikroorganisme : organisme hidup yang berukuran sangat kecil dan hanya dapat diamati dengan menggunakan mikroskop yang hidup didalam rumen
- Hidrolisis : reaksi kimia yang memecah molekul air (H_2O) menjadi kation hidrogen (H^+) anion hidroksida (OH^-) melalui suatu proses kimia
- Poligastrik : hewan-hewan yang mempunyai lambung jamak atau banyak, yaitu mempunyai empat bagian lambung rumen, retikulum, omasum, dan abomasum
- Pencernaan Mekanik : pencernaan yang dilakukan secara mekanik yaitu dengan bantuan gigi dan gerakan peristaltik dari usus
- Enzim Hidrolitik : Enzim yang ditemukan didalam organel kecil berselaput bernama lisosom
- Fermentasi : proses produksi energi dalam sel dalam keadaan Anaerob (tanpa oksigen)
- Ekosistem : suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbak balik tak terpisahkan antara makhluk hidup dengan lingkungannya
- Anaerob : merupakan suatu kondisi yang tidak memerlukan oksigen
- Bakteri Selulolitik : bakteri yang memiliki kemampuan menguraikan selulosa menjadi monomer

- glukosa dan menjadikannya sebagai karbon dan sumber energi
- Bakteri Amilolitik : bakteri yang memproduksi enzim amilase
- Bakteri Proteolitik : bakteri yang memproduksi enzim protease ekstraseluler, yaitu enzim pemecah protein yang diproduksi di dalam sel kemudian dilepaskan keluar dari sel
- Enzim : biomolekul berupa protein yang berfungsi sebagai katalis dalam suatu reaksi kimia organik
- Pati : adalah karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air berwujud bubuk putih, tawar dan tidak berbau
- Organisme akuatik : merupakan organisme yang hidup di perairan
- Serat : adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Penulis dilahirkan di Rantai Damai, Dusun Kampung Baru Kecamatan Walendrang Kabupaten Luwu pada tanggal 3 Maret 1973, sebagai putri kedua pasangan suami istri Kiramang dan Cika. Penulis menikah dengan seorang putra berasal dari Kecamatan Somba Opu Kabupaten Gowa yang bernama Hj. Hajerah Dg. Ngai dan telah dikaruniai tiga orang putera dan puteri yaitu Muhammad Akbar Dhani, Auliah Putri Ramadhani dan Muhammad Akram Dhani.

Penulis menamatkan pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 1987 di SD Negeri Rante Damai, Kabupaten Walendrang, Sekolah Menengah Pertama pada tahun 1990 di SMP Marobo Kabupaten Walendrang, Sekolah Menengah Atas pada tahun 1994 di SMA Negeri 8 Ujung Pandang. Melanjutkan pendidikan Strata Satu dari tahun 1994 – 1999 pada Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar dengan Judul Laju Pemangsa Larva Udang windu. Pada tahun 2001 mendapatkan beasiswa BPPS dari Departemen Pendidikan Nasional untuk melanjutkan pendidikan Strata Dua pada Program Studi Ilmu Perairan Institut Pertanian Bogor dan menyelesaikan pendidikan pada tahun 2004 dengan judul Tesis. Pada Tahun 2014 melanjutkan pendidikan Strata Tiga pada Program Studi Ilmu-Ilmu Pertanian, Universitas Hasanuddin Makassar dengan bantuan beasiswa BPDN dari kementerian Pendidikan Tinggi dan menyelesaikan pendidikan pada tahun 2018 dengan judul Disertasi Cairan Rumen sebagai Biodegradator limbah sayur

dalam pakan buatan terhadap kinerja pertumbuhan Udang Vannamei.

Penulis mengawali karirnya sebagai dosen pada tahun 2007 hingga saat ini dengan jabatan Lektor dan pangkat golongan IIIId.

PEMANFAATAN CAIRAN RUMEN

Pada Aquakultur

Rumen adalah salah satu bagian lambung ternak ruminansia yang merupakan bagian saluran pencernaan pada ruminansia seperti sapi, kerbau, kambing dan domba yang terdiri dari kantong otot, kantung kranial, kantung ventral, ventral blindsac dan retikulum serta sering juga disebut sebagai bagian kedua dari perut ruminansia. Sistem pencernaan pada ruminansia terjadi secara mekanik dan kimiawi didalam mulut yang bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel pakan yang dikonsumsi, dan fermentasi oleh mikroba dalam rumen berlangsung secara kimiawi oleh enzim-enzim yang dihasilkan oleh organ-organ pencernaan. Pada dasarnya isi rumen adalah bahan-bahan makanan yang terdapat dalam rumen yang belum menjadi feses dan dikeluarkan dari dalam lambung setelah hewan dipotong.

Pada umumnya rumah pemotongan hewan hanya membuang cairan rumen setelah dipotong dan tidak dimanfaatkan, sehingga mencemari lingkungan. Sementara ketersediaan cairan rumen sangat banyak, karena jumlah cairan rumen yang dihasilkan mencapai 31 liter per ekor. Jika tidak diolah dengan baik akan mencemari lingkungan yang nantinya berdampak pada munculnya berbagai penyakit.

