

**CAIRAN RUMEN SEBAGAI BIODEGRADATOR LIMBAH SAYUR
DALAM PAKAN BUATAN TERHADAP KINERJA PERTUMBUHAN
UDANG VANNAMEI *Litopenaeus vannamei***

**Rumen Fluid as Biodegradator of Vegetable Waste in Artificial feed
on Growth Performance Shrimp Vannamei of *Litopenaeus Vannamei***

**MURNI
P0100314412**



**PROGRAM PASCASARJANA ILMU-ILMU PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2018**

**CAIRAN RUMEN SEBAGAI BIODEGRADATOR LIMBAH
SAYUR DALAM PAKAN BUATAN TERHADAP KINERJA
PERTUMBUHAN UDANG VANNAMEI
*Litopenaeus vannamei***

**Rumen Fluid as Biodegradator of Vegetable Waste in Artificial feed
on Growth Performance Shrimp Vannamei of *Litopenaeus Vannamei***

DISERTASI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Doktor

Program Studi

Ilmu Pertanian

Disusun dan Diajukan oleh

MURNI

Kepada

**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2018**

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas berkat dan kasih sayangNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan Laporan Hasil Penelitian Disertasi dengan judul “**Cairan Rumen sebagai Biodegradator Limbah Sayur dalam Pakan Buatan terhadap Kinerja Pertumbuhan Udag *Vannamei Litopenaeus vannamei***”. Disertasi ini merupakan tugas akhir dalam penyelesaian studi pada Program Studi Ilmu Pertanian, Program Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa dukungan dari berbagai pihak, penulis tidak dapat menyelesaikan Disertasi ini, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua tercinta ayahanda kiramang dan ibunda cika, ibu mertua, suami tercinta Mardani Hamdan, SE, MM, anakku tersayang Muhammad akbar Dhani, Aulia Putri Ramadhani, Muhammad Akram Dhani, atas dukunganya selama ini.

Terimakasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Haryati, M.S., Prof. Dr. Ir. Herry Sonjaya, DEA,DES, Dr. Ir. Siti Aslamyah, M.P selaku Promotor dan Ko-promotor yang senantiasa memotivasi, memberikan arahan, dan membuka wawasan mulai proses perencanaan penelitian sampai proses penyelesaian disertasi ini.
2. Prof.Dr.Ir.Laily Agustina, MS, Dr. Ir. Zainuddin, M.Si, Dr.Ir. Edison Saade, M.Sc, Dr. Ir. Gunarto Latama, M.Sc. selaku penguji internal yang telah banyak memberikan saran, masukan dan arahan mulai dari seminar proposal sampai penyempurnaan disertasi ini.
3. Prof. Dr. Ir. RachmanSyah, MS. selaku penguji eksternal yang banyak memberikan masukan sehingga disertasi ini dapat dirampungkan.
4. Kamaruddin, S.Pi, M.Si, Ibu Rosni dan staff laboran di Laboratorium Nutrisi Balai Pengembangam Penelitian Budidaya Air Payau Maros.

5. Staff laboran di Laboratorium Terpadu Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin Makassar.
6. Rekan-rekan Mahasiswa Sekolah Pascasarjana Ilmu Pertanian angkatan 2014, terkhusus trio (A. Khaeriyah, Murni, Jumiati) yang telah memberikan motivasi dan dukungan hingga studi ini selesai.

Akhir kata, semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Penyusun

Murni

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Murni
Nomor Mahasiswa : P0100314412
Program Studi : Ilmu Pertanian

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau seluruh disertasi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 7 April 2018

Yang menyatakan

Murni

ABSTRAK

MURNI. Cairan rumen sebagai biodegradator limbah sayur dalam pakan buatan terhadap kinerja pertumbuhan udang vannamei *Litopenaeus vannamei* (dibimbing oleh Haryati, Herry Sonjaya, dan Siti Aslamyah).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi cairan rumen sebagai biodegradator limbah sayur dalam pakan buatan terhadap kinerja pertumbuhan udang vannamei *Litopenaeus vannamei*.

Penelitian ini terdiri dari dua tahap dengan menggunakan pola faktorial dengan rancangan dasar acak lengkap dan tahap kedua menggunakan rancangan acak lengkap.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi limbah sayur menggunakan dosis cairan rumen, lama waktu inkubasi dan interaksi keduanya berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik, derajat hidrolisis serat, derajat hidrolisis karbohidrat limbah sayur, dan protein terlarut, tetapi tidak berpengaruh terhadap derajat hidrolisis lemak limbah sayur. Dosis cairan rumen berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap derajat hidrolisis protein, namun lama inkubasi dan interaksi tidak berpengaruh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi limbah sayur menggunakan cairan rumen 3% dengan lama waktu inkubasi 4 hari mampu menurunkan serat 30,73 ke 11,56%. Hasil penelitian tahap kedua menyimpulkan bahwa substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi dalam pakan udang vannamei berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap tingkat konsumsi pakan, aktivitas enzim pencernaan, pencernaan total dan nutrien, retensi protein dan lemak, kadar glikogen tubuh udang vannamei, laju pertumbuhan, pertumbuhan mutlak, dan sintasan udang vannamei. Hasil penelitian tahap kedua menunjukkan bahwa substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% mampu meningkatkan dan kinerja pertumbuhan udang vannamei.

Kata kunci : *cairan rumen, limbah sayur, fermentasi, pakan, udang vannamei*

ABSTRAK

MURNI. *Rumen fluid as biodegradator of vegetable waste in artificial feed on vannamei shrimp growth performance of *Litopenaeus vannamei*.* (Supervised by **Haryati, Herry Sonjaya, Siti Aslamyah**).

This research aimed to evaluation the rumen fluid as the biodegradator of vegetable waste in artificial feed for vannamei shrimp growth performance of *Litopenaeus vannamei*.

The study used two stages of designs, namely. The first stage using a factorial pattern with a complete randomized base design, and the second stage using a complete randomized.

The research results indicated that the fermentation of vegetable waste using the rumen fluid dose, the incubation time, and the second interaction had significant effect ($P < 0,05$) on the digestibility of the dry material and organic material, degree of the fiber hydrolysis, degree of carbohydrate hydrolysis vegetable waste and soluble protein, but had insignificant effect ($P > 0,05$) on lipid hydrolysis degree of vegetable waste. The rumen fluid dose significant effect ($P < 0,05$) on the degree of protein hydrolysis, but the incubation and interaction no effect. The results showed that fermentation of vegetable waste using rumen fluid 3% with the incubation time of 4 days was able to reduce the fiber 30,73 to 11,56%. The results of the second stage of the research indicated that the substitution of tofu waste with fermented vegetable waste in shrimp feed vannamei had a significant effect ($P < 0.05$) on the feed intake, digestive enzyme activity, the total digestion and nutrient, protein and fat retention, glycogen content of shrimp vannamei, growth rate, absolute growth, and vannamei shrimp stability. The substitution of tofu waste with 66.67% fermented vegetable waste could increase shrimp vannamei growth performance.

Key words : *rumen fluid, vegetable waste, fermented, feed, shrimp vannamei*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PRAKATA	lii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan dan Manfaat	5
D. Hipotesis	6
E. Kerangka Konseptual	8
BAB II TINAJAUAN PUSTAKA	9
A. Kebutuhan Nutrisi Udang Vanname	9
B. Limbah Sayur	11
C. Cairan Rumen sebagai Enzim	13
D. Aktivitas Enzim Pencernaan	18
E. Kinerja Pertumbuhan Udang Vanname	21
1. Pertumbuhan	21
2. Kecernaan Nutrien	22
F. Kualitas Air	23

BAB III. EVALUASI DOSIS DAN LAMA WAKTU INKUBASI MENGUNAKAN CAIRAN RUMEN TERHADAP KUALITAS NUTRISI LIMBAH SAYUR	26
A. Pendahuluan	26
B. Bahan dan Metode	27
C. Prosedur Penelitian	28
D. Analisis Statistik	30
E. Hasil	31
F. Pembahasan	41
G. Kesimpulan	46
BAB IV. SUBSTITUSI AMPAS TAHU DENGAN LIMBAH SAYUR YANG DIFERMENTASI CAIRAN RUMEN DALAM PAKAN TERHADAP EFISIENSI PAKAN DAN KINERJA PERTUMBUHAN UDANG VANNAME	47
A. Pendahuluan	47
B. Bahan dan Metode	49
C. Prosedur Penelitian	50
D. Pengukuran Parameter	53
E. Analisis Statistik	59
F. Hasil	60
G. Pembahasan	76
H. Kesimpulan	85
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	86
A. Kesimpulan	86
B. Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	88

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Komposisi Enzim Cairan Rumen Sapi	16
2.	Kecernaan bahan kering dan organik limbah sayur yang diberi dosis cairan rumen dan lama waktu inkubasi pada semua kombinasi perlakuan	31
3.	Derajat Hidrolisis serat limbah sayur hasil inkubasi cairan rumen pada semua kombinasi perlakuan	34
4.	Derajat hidrolisis karbohidrat limbah sayur hasil inkubasi cairan rumen pada semua kombinasi perlakuan	36
5.	Derajat hidrolisis lemak limbah sayur setelah diinkubasi menggunakan cairan rumen pada semua kombinasi perlakuan	38
6.	Rata-rata Derajat hidrolisis protein limbah sayur setelah diinkubasi menggunakan cairan rumen	39
7.	Protein terlarut pada berbagai dosis cairan rumen dan lama waktu inkubasi pada semua kombinasi perlakuan	40
8.	Persentase bahan baku pakan untuk setiap perlakuan Tahap II	50
9.	Kandungan protein kasar dan energy pakan uji	51
10.	Analisis proksimat limbah sayur dan ampas tahu	51
11.	Hasil analisis proksimat pakan perlakuan	59
12.	Komposisi asam amino esensial pada pakan perlakuan	61
13.	Aktivitas enzim pencernaan juvenil udang vannamei yang diberi kadar limbah sayur yang berbeda dalam pakan pada semua perlakuan selama penelitian	64
14.	Kecernaan total dan nutrien juvenil udang vannamei	

yang diberi kadar limbah sayur yang berbeda dalam pakan pada semua perlakuan selama penelitian	66
15. Retensi Protein dan Lemak juvenil udang vannamei yang diberi kadar limbah sayur yang berbeda dalam pakan pada semua perlakuan selama penelitian	69
16. Rekapitan hasil penelitian	75

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Kerangka Konseptual Penelitian	8
2.	Interaksi antara dosis dan lama waktu inkubasi limbah sayur terhadap pencernaan Bahan Kering (%)	32
3.	Interaksi antara dosis dan lama waktu inkubasi limbah sayur terhadap pencernaan Bahan organik (%)	33
4.	Interaksi antara dosis cairan rumen dengan lama waktu inkubasi terhadap derajat hidrolisis serat Limbah Sayur	34
5.	Interaksi antara dosis cairan rumen dan lama waktu inkubasi terhadap derajat hidrolisis karbohidrat (%) limbah sayur	37
6.	Interaksi antara dosis cairan rumen dengan lama waktu inkubasi terhadap protein terlarut limbah sayur	41
7.	Tingkat Konsumsi pakan juvenil udang vannamei yang diberi kadar limbah sayur yang berbeda dalam pakan selama penelitian	64
8.	Efisiensi pakan juvenil udang vannamei yang diberi kadar limbah sayur yang berbeda dalam pakan selama penelitian.	69
9.	Kadar glikogen juvenil udang vannamei yang diberi limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen dalam pakan pakan buatan selama penelitian.	72
10.	Laju pertumbuhan juvenil udang vannamei yang diberi limbah sayur hasil inkubasi cairan rumen dalam pakan buatan pada selama penelitian.	73

11. Pertumbuhan Mutlak Juvenil Udang Vannamei yang Diberi limbah sayur hasil inkubasi cairan rumen dalam pakan selama penelitian 74
12. Sintasan juvenil udang vannamei yang diberi limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan 75

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1.	Metode Pengukuran KCBK dan KCBO	100
2.	Analisis asam amino	102
3.	Analisis pencernaan pakan udang vanname	103
4.	Uji aktifitas enzim selulase/FP-ase (Metode Ghosse, 1987)	105
5.	Uji aktifitas enzim amilase (Bergmeyer dan Grassi 1983)	105
6.	Uji aktifitas enzim protease (Bergmeyer <i>et.al.</i> 1983)	106
7.	Prosedur analisis proksimat mengikuti metode AOAC (1990).	107
8.	Prosedur analisis kadar glikogen (Wedemeyer dan Yasutake, 1977)	111
9.	Data Kecernaan Bahan Kering Limbah Sayur Hasil Fermentasi Cairan Rumen pada Semua Perlakuan	113
10.	Hasil Analisis Anova Kecernaan Bahan Kering Limbah Sayur Hasil Fermentasi Cairan Rumen pada Semua Perlakuan	113
11.	Data Kecernaan Bahan Organik Limbah Sayur Hasil Fermentasi Cairan Rumen pada Semua Perlakuan	114
12.	Hasil Analisis Anova Kecernaan Bahan Organik Limbah Sayur Hasil Fermentasi Cairan Rumen pada Semua Perlakuan	115
13.	Data Derajat Hidrolisis Serat Limbah Sayur Hasil Fermentasi	116
14.	Analisis Ragam Derajat Hidrolisis Serat Limbah Sayur hasil fermentasi	116
15.	Data Derajat Hidrolisis Karbohidrat Limbah Sayur Hasil Fermentasi	116

16.	Hasil Analisis sidik ragam derajat hidrolisis karbohidrat Limbah Sayur Hasil fermentasi	118
17.	Derajat Hidrolisis Lemak Limbah Sayur Hasil Fermentasi Hasil Analisis Anova Derajat Hidrolisis Lemak Limbah sayur terfermentasi	120
18.	Hasil analisis ragam Hidrolisis lemak Limbah Sayur Hasil Fermentasi Cairan Rumen pada semua Perlakuan	120
19.	Derajat Hidrolisis protein limbah sayur terfermentasi	121
20.	Hasil Analisis Ragam Derajat Hidrolisis Protein Limbah Sayur Hasil Fermentasi	121
21.	Protein Terlarut Silase Limbah Sayur Hasil Fermentasi Cairan Rumen pada Semua Perlakuan	123
22.	Hasil analisis ragam protein terlarut limbah sayur terfermentasi	124
23.	Hasil Proksimat Tubuh Udang Vannamei semua Perlakuan Selama Penelitian	125
24.	Data konsumsi pakan udang vanname	126
25.	Hasil analisis ragam konsumsi pakan udang vanname	126
26.	Hasil analisis anova konsumsi pakan udang vanname	126
27.	Hasil Pengukuran Aktivitas Enzim Protease Pencernaan Udang Vannamei	127
28.	Hasil Analisis Anova Aktivitas Enzim Protease Pencernaan Udang Vannamei	127
29.	Hasil Uji Lanjut Duncan Aktivitas Enzim Protease Pencernaan Udang Vannamei	127
30.	Hasil Pengukuran Aktivitas Enzim amilase Pencernaan Udang Vannamei	128
31.	Hasil Analisis Anova Aktivitas Enzim Amilase Pencernaan Udang Vannamei	128

32.	Hasil Uji Lanjut Duncan Aktivitas Enzim Amilase Pencernaan Udang Vannamei	128
33.	Hasil Uji Lanjut Duncan Aktivitas Enzim Amilase Pencernaan Udang Vannamei	129
34.	Hasil Analisis Anova Aktivitas Enzim Selulase Pencernaan Udang Vannamei	129
35.	Hasil Uji Lanjut Duncan Aktivitas Enzim Selulase Pencernaan Udang Vannamei	129
36.	Kecernaan Total Limbah Sayur Hasil Fermentasi Cairan Rumen pada Semua Perlakuan	130
37.	Hasil Analisis Kecernaan Total pakan perlakuan	130
38.	Hasil Uji Lanjut Duncan Kecernaan Total Limbah Sayur Hasil Fermentasi Cairan Rumen pada Semua Perlakuan	130
39.	Kecernaan Protein pakan perlakuan	131
40.	Hasil Analisis Sidik Ragam Kecernaan Protein pakan perlakuan	131
41.	Hasil Uji Lanjut Duncan Kecernaan Protein pakan perlakuan	131
42.	Kecernaan Serat pakan perlakuan	132
43.	Hasil Analisis Varians (Anova) Kecernaan Serat pakan perlakuan	132
44.	Hasil Analisis Varians (Anova) Kecernaan Serat pakan Udang Vannamei	132
45.	Hasil Analisis Kecernaan Karbohidrat pakan perlakuan	133
46.	Hasil Analisis Kecernaan Karbohidrat pakan Semua Perlakuan	133
47.	Data Kecernaan Lemak Udang Vannamei pada Semua Perlakuan	134

48.	Hasil Analisis Varians (Anova) Kecernaan Lemak Udang Vannamei	134
49.	Hasil Uji Lanjut Duncan Kecernaan Lemak Udang Vannamei	134
50.	Hasil Perhitungan Efisiensi Pakan Udang Vannamei	135
51.	Hasil analisis Varians efisiensi pakan Udang Vannamei	135
52.	Hasil analisis uji lanjut Duncan Efisiensi pakan Udang Vannamei	135
53.	Retensi Protein Udang Vannamei	136
54.	Hasil Analisis Retensi Protein Udang Vannamei	136
55.	Hasil uji lanjut retensi protein udang vantage	136
56.	Retensi Lemak Udang Vannamei	137
57.	Hasil Analisis Retensi Lemak Udang Vannamei	137
58.	Hasil uji lanjut retensi lemak udang vantage	137
59.	Hasil Analisis Kadar Glikogen Udang Vannamei	138
60.	Hasil Analisis Ragam Kadar Glikogen Udang Vannamei	138
61.	Hasil Analisis Uji Lanjut Duncan Kadar Glikogen Udang Vannamei	138
62.	Hasil Pengamatan laju Pertumbuhan Udang Vantage	139
63.	Hasil Analisis Varians (Anova) laju Pertumbuhan Udang Vannamei	139
64.	Analisis Uji Lanjut Duncan laju Pertumbuhan Udang Vannamei	139
65.	Hasil Pengamatan Pertumbuhan mutlak biomassa Udang Vannamei	140
66.	Hasil Analisis Ragam Pertumbuhan mutlak biomassa Udang Vannamei	140

67.	Hasil Uji Lanjut Duncan Pertumbuhan mutlak biomassa Udang Vannamei	140
68.	Hasil Pengamatan Sintasan Udang Vannamei	141
69.	Hasil Analisis Ragam Sintasan Udang Vannamei	141
70.	Hasil Uji Lanjut Duncan Sintasan Udang Vannamei	141

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Permintaan udang vannamei sebagai salah satu komoditas unggulan terus meningkat, sehingga mendorong petani untuk membudidayakan udang vannamei secara intensif maupun superintensif dalam rangka meningkatkan produktivitas. Intensifikasi budidaya adalah kegiatan budidaya yang sangat bergantung pada suplay pakan buatan dengan pemberian pakan yang intensif. Namun, kendala yang dihadapi untuk pemenuhan kebutuhan pakan adalah 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). Oleh karena itu perlu dikembangkan biaya pakan efektif dan efisien.

Salah satu bahan baku pakan yang digunakan sebagai sumber protein selama ini adalah tepung ikan dan tepung kedelai. Namun permasalahannya adalah ketersediaannya terbatas karena digunakan sebagai makanan ternak, sehingga diperlukan bahan alternatif yang mempunyai nilai gizi tinggi dan jumlahnya melimpah. Salah satu alternatif yang dilakukan adalah dengan memanfaatkan hasil pertanian berupa

limbah sayur. Pemilihan alternatif ini berdasarkan pertimbangan limbah sayur tersedia dalam jumlah besar dan belum dimanfaatkan dengan baik.

Limbah sayur selama ini hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan ternak, sedangkan untuk pakan organisme akuatik belum dimanfaatkan khususnya pada udang vannamei. Melihat potensi limbah sayur yang demikian besar, maka perlu dikaji lebih lanjut peluang pemanfaatannya sebagai bahan pakan udang vannamei. Limbah sayur (kangkung, wortel, sawi putih, kol) mengandung protein kasar 22,63%, serat kasar 30,71%, namun terkendala dalam memanfaatkan limbah sayur sebagai bahan baku pakan karena kandungan selulosa tinggi (Murni dan Darmawati, 2016), sehingga menghambat pencernaan pakan (Jusadi, dkk. 2014). Untuk mengatasi kandungan selulosa yang tinggi adalah dengan menggunakan cairan rumen sebagai fermentor melalui proses fermentasi, karena cairan rumen menghasilkan enzim selulase, amilase, protease, fitase, dan lipase (Fitriliyani, 2011); (Lee *et al.* 2002). 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.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya telah dilaporkan oleh Murni dan Darmawati (2016), menyatakan bahwa fermentasi limbah sayur dengan waktu inkubasi 7 hari dan dosis cairan rumen 10-15mL/kg mampu

meningkatkan kandungan nutrisi limbah sayur dan mendapatkan aktivitas enzim amylase (0,250 u/mL/menit), protease (0,49 u/mL/menit), dan sellulase (0,124 u/mL/menit). 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%. Fitriliani (2010) menyatakan bahwa pada perlakuan inkubasi 24 jam tepung daun Lamtoro dengan ekstrak enzim kasar cairan rumen domba, menghasilkan kadar protein terlarut jauh lebih tinggi dibanding perlakuan yang diinkubasi 2 jam dan kadar protein terlarut dengan penambahan ekstrak enzim kasar cairan rumen 20, 40, 60, 80, dan 100 mL enzim/kg tepung daun lamtoro tidak menunjukkan perbedaan tetapi lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa penambahan enzim. Budiansyah (2010), menyatakan bahwa cairan rumen mengandung enzim selulase, xilanase, mannanase, amilase, protease, dan fitase mampu menghidrolisis bahan pakan local dan penambahan enzim cairan rumen sapi lokal dalam pakan meningkatkan pencernaan ayam broiler. Berdasarkan hasil penelitian ini maka limbah sayur dapat mensubstitusi ampas tahu dalam pakan udang vannamei. Ampas tahu merupakan hasil sampingan dari proses pembuatan tahu dengan kandungan protein kasar relatif rendah sebesar 16,72%, lemak kasar, 8,11%, serat kasar 17,93, kadar abu 3,35% dan BETN 39,80.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya maka perlu dianalisis pengaruh interaksi antara dosis dan lama waktu inkubasi limbah sayur,

karena lama waktu fermentasi mempengaruhi hasil fermentasi. Penambahan enzim cairan rumen sapi dalam proses fermentasi limbah sayur diharapkan dapat menurunkan kandungan serat limbah sayur. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi dalam pakan yang mampu meningkatkan efisiensi pakan dan kinerja pertumbuhan udang vannamei.

B. Rumusan Masalah

Harga pakan yang tinggi merupakan salah satu kendala dalam budidaya udang Vannamei. Hal ini disebabkan karena komposisi nutrisi utama dalam pakan adalah protein terutama yang berasal dari tepung ikan dan kedelai yang sebagian besar produk impor, sehingga para pembudidaya banyak yang mengalami kerugian karena hasil produksi tidak sebanding dengan biaya produksi. Oleh karena itu diperlukan bahan alternatif lain yang murah dan mempunyai nilai gizi yang tinggi, serta mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan udang vannamei. Upaya yang dilakukan adalah dengan pemberian pakan yang berasal dari limbah sayur yang telah difermentasi cairan rumen sapi untuk mensubstitusi tepung ampas tahu sebagai sumber protein nabati. Limbah sayur merupakan bahan baku pakan dengan kualitas nutrisi yang cukup tinggi, namun sulit dimanfaatkan karena tingginya kandungan selulosa, sehingga perlu dilakukan fermentasi. Fermentor yang dapat digunakan adalah cairan rumen. Hal ini disebabkan cairan rumen mengandung mikroba berupa

bakteri, jamur, dan protozoa yang dapat mensekresikan enzim untuk menyederhanakan senyawa-senyawa kompleks menjadi lebih sederhana. Nalar, (2014) mengatakan 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.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang substitusi ampas tahu dengan limbah sayur yang difermentasi cairan rumen yang mampu meningkatkan efisiensi pakan dan kinerja pertumbuhan udang vannamei. Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Berapa dosis cairan rumen, waktu inkubasi limbah sayur, dan interaksi antara keduanya yang efektif dalam meningkatkan derajat hidrolisis nutrisi, protein terlarut, pencernaan bahan organik, dan pencernaan bahan kering limbah sayur terfermentasi dengan cairan rumen?
2. Berapa kadar substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan yang efektif dalam meningkatkan konsumsi pakan, aktivitas enzim dan pencernaan udang Vannamei?
3. Berapa kadar substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan yang efektif untuk meningkatkan efisiensi pakan, retensi protein dan lemak, serta kinerja pertumbuhan udang Vannamei?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk menganalisis cairan rumen sebagai biodegradator limbah sayur dalam pakan buatan terhadap kinerja pertumbuhan udang vannamei. Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis dosis cairan rumen dan waktu inkubasi limbah sayur yang efektif untuk meningkatkan kualitas nutrisi limbah sayur melalui proses fermentasi
2. Mengevaluasi kadar substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan yang efektif untuk meningkatkan konsumsi pakan, aktivitas enzim pencernaan dan pencernaan nutrisi udang Vannamei.
3. Mengevaluasi kadar substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan yang efektif untuk meningkatkan efisiensi pakan, retensi protein, lemak, dan kinerja pertumbuhan udang Vannamei?

D. Manfaat Penelitian

Aplikasi cairan rumen sebagai biodegradator limbah sayur dalam pakan dapat memberikan manfaat bagi pengembangan budidaya udang vannamei untuk meningkatkan produksi udang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kebutuhan Nutrisi Udang *Vannamei*

Kebutuhan protein udang dapat diturunkan apabila kebutuhan energi dapat dipenuhi dari sumber lain non-protein, seperti karbohidrat. Udang memerlukan karbohidrat, selain sebagai pembakar dalam proses metabolisme juga diperlukan dalam sintesis kitin pada kulit keras. Lebih lanjut dijelaskan oleh (Kureshy and Davis 2002) bahwa kebutuhan protein udang dapat didefinisikan sebagai jumlah protein yang dibutuhkan atau jumlah biomassa perhari yang disesuaikan pencernaan pakan. Beberapa faktor biotik yang dapat mempengaruhi kebutuhan protein organisme budidaya yaitu spesies, keadaan fisiologis, ukuran, dan karakteristik pakan (kualitas protein dan ratio energi protein), sedangkan faktor abiotik adalah suhu dan salinitas.

Pentingnya penggunaan karbohidrat dalam pakan dikarenakan beberapa hal: (a) sebagai sumber energi yang jauh lebih murah bila dibandingkan dengan protein, maka karbohidrat dapat menekan ongkos produksi dan yang pada akhirnya dapat menurunkan total harga pakan (Cruz-Suarez *et al.*,1994), (b) pada tingkat tertentu, karbohidrat mampu mensubstitusi energi yang berasal dari protein pakan (sparing protein pakan) dan karena itu efisiensi pemanfaatan protein pakan untuk pertumbuhan dapat ditingkatkan (Rosas *et al.*, 2000), (c) sebagai binder,

karbohidrat (terutama yang berasal dari bahan pakan tertentu) mampu meningkatkan kualitas fisik pakan dan menurunkan prosentase kadar abu pakan, (d) sebagai komponen tanpa nitrogen, maka penggunaan karbohidrat dalam jumlah tertentu dalam pakan dapat menurunkan sejumlah limbah ber-nitrogen sehingga meminimalkan dampak negatif dari pakan terhadap lingkungan (Kaushik and Cowey, 1991).

Karbohidrat merupakan sumber energi yang penting meskipun kandungan karbohidrat dalam pakan berada dalam jumlah yang relatif rendah. Karbohidrat dalam pakan dapat berupa serat kasar serta bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN). Bahan ekstrak tanpa nitrogen mengandung banyak gula dan pati yang bersifat mudah dicerna sedangkan serat kasar kaya akan lignin dan selulase yang sukar dicerna.

Hasil penelitian Zainuddin and Aslamyah (2014) menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan dengan kadar karbohidrat 37% dan frekuensi pemberian pakan 4 kali merupakan kombinasi perlakuan terbaik terhadap laju pertumbuhan dan pencernaan karbohidrat udang Juvenil *Liptopeneus vannamei*, sedangkan rasio konversi pakan juvenile udang vannamei diperoleh kombinasi terbaik pada kadar karbohidrat 50% dengan frekuensi pemberian pakan 6 kali per hari.

Keterbatasan penggunaan karbohidrat pakan oleh udang merupakan konsekuensi dari adaptasi metabolik dalam menggunakan protein sebagai sumber energi utama. Hal ini disebabkan protein merupakan substrat cadangan yang lebih besar pada udang yang dapat

dikonversi menjadi glukosa melalui lintasan glukoneogenik (Rosas *et. al.*, 2000). Brauge *et. al.* (1994) mendapatkan nilai kebutuhan karbohidrat hingga 25% pada udang. Sementara itu Banos *et al.* (1998) menyatakan bahwa *rainbow trout* mampu memanfaatkan karbohidrat hingga konsentrasi 37% dengan pertumbuhan yang masih baik.

Hasil penelitian Kureshy dan Davis (2002), menunjukkan bahwa pertumbuhan juvenil dan pradewasa vanamei lebih tinggi dengan pemberian protein pakan 32% dibandingkan 15% dan 48%. Akan tetapi, pemberian pakan dengan kadar protein 48% menghasilkan nilai efisiensi pakan lebih tinggi dibandingkan kadar protein 32% yang mengindikasikan kadar protein optimum yang dibutuhkan kemungkinan di atas 32%.

B. Limbah Sayur

Hasil penelitian 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. Namun, 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).

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 persentasi 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.

Muktiani, dkk. (2013) pemberian silase limbah sayuran tidak berpengaruh terhadap konsumsi bahan kering maupun bahan organik pakan. Perlakuan pemberian silase limbah sayuran menghasilkan penambahan bobot badan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian rumput yaitu 102 dan 96 g/hari. Peningkatan penambahan bobot badan Domba yang tinggi tersebut sebagai akibat dari meningkatnya konsumsi protein kasar dan perbaikan kualitas pakan terkonsumsi.

C. Cairan Rumen sebagai Sumber Enzim

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 berbeda 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 sellulase dan xilanase (Trinci *et al.* 1994). Mikroorganisme terdapat pada cairan rumen (*liquid phase*) dan menempel pada digesta rumen.

Mikroba dalam rumen meliputi bakteri, protozoa dan jamur. Mikroba tersebut mengkonsumsi hijauan yang tertelan oleh sapi, dan fermentasi, menghasilkan produk akhir yang dimanfaatkan sapi serta mikroba sendiri untuk reproduksi dan pertumbuhan sel. Bakteri dan protozoa adalah mikroba yang paling penting. Miliaran bakteri dan protozoa yang ditemukan dalam rumen dan mencerna sekitar 70% sampai 80% bahan kering yang dicerna dalam rumen. Spesies yang berbeda dari bakteri dan protozoa mempunyai fungsi yang berbeda. Beberapa mencerna pati dan gula sementara yang lain mencerna selulosa.

Jumlah protozoa cairan rumen pada sapi Jawa (64,12 per μl cairan rumen) lebih rendah dari sapi peranakan Ongole (76,33 per μl 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).

Fitriliani (2010) aktifitas enzim selulase sebesar 0,03 (IU/mL/menit), amilase adalah sebesar 1,16 IU/mL/menit; protease 0,22 IU/mL/menit; dan lipase 1,22 IU/mL/jam. Sedangkan Moharrey and Das (2001) melaporkan bahwa nilai aktifitas enzim rumen domba yang dihasilkan yaitu aktifitas selulase yang jauh lebih tinggi yaitu sebesar 1,66 IU/mL/menit sedangkan aktivitas protease tidak terlalu berbeda sebesar 0,26 IU/mL/menit tetapi aktifitas lipase 0,01 IU/mL/menit (setara dengan 0,044 IU/jam/mL) yang jauh lebih kecil.

Mikroba rumen yang terdapat dalam retikulum rumen terdiri atas protozoa 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.

Penggunaan cairan rumen sapi sebagai sumber enzim kasar telah dicobakan ke dalam ransum unggas berbasis wheat pollard dengan adanya perbaikan terhadap performan ayam broiler (Pantaya dkk. 2005). Selanjutnya Budiansyah (2010) melaporkan pula bahwa performan ayam broiler lebih baik dengan penambahan 0,5 % enzim cairan rumen sapi dalam ransum. Kohn and Allen (1995) melaporkan bahwa inkubasi bungkil kedelai dan jerami lucerne menggunakan ekstrak cairan rumen sapi dengan dosis 3, 5, dan 10 mL dengan waktu inkubasi untuk 2 jam pertama protein kacang kedelai terdegradasi $0,15 \text{ h}^{-1}$ dan melambat menjadi $0,01 \text{ h}^{-1}$ dari 8 menjadi 24 jam, demikian pula dengan protein jerami lucerne terdegradasi pada $0,06 \text{ h}^{-1}$ untuk 2 jam pertama dan kemudian melambat menjadi $0,01 \text{ h}^{-1}$. 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 rumen	cairan rumen	Enzim rumen	
Selulase-CMCase	362,7 ±12,80 µmol glukosa/jam/mL	1183,7 ±20,39 µmolglukosa/jam/mL	3,60 ±0,63 µmol glukosa/jam/mL	
Hemiselulase Xylanase	528,6 ±29,03 µmolxylosa/jam/mL	1751 ± 26,53 µmol xylosa/jam/mL	0,29 ± 0,05 µmol xylosa menit/mL	
Amilase	439,0 ± 16,53 µmol glukosa/jam/mL	637,9 ± 14,80 µmol glukosa/jam/mL	0,33 ± 0,09 (µmol glukosa/menit/mL	
Protease	84,80 ± 2,52 µg hidrolisis protein	125,6 ±3,83 µg hidrolisis protein	452,7 ± 154,3 µg hidrolisis protein	

Keterangan : ¹Sapi dewasa yang diberi makan ransum dasar alfalfa

²Anak 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)

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-gluhanase (laminarinase), beta-D-glucanase (Lichenase), beta-D-glucanase (Pechimanase) dan protease.

Martin *et al.* (1999) melaporkan bahwa enzim-enzim pencerna karbohidrat dalam cairan rumen antara lain adalah amilase, xylanase, avicelase, alpha-D-glukosidase, alpha-L-arabinofuranosidase, beta-D-glukosidase dan beta-D-xylosidase. Lebih lanjut dijelaskan bahwa aktivitas enzim-enzim pencernaan dalam cairan rumen dipengaruhi oleh posisi rumen, dimana pada bagian perut (ventral) dan bagian punggung (dorsal) terdapat protozoa dan bakteri berbeda. Aktivitas enzim-enzim fibrolitik (xylanase, avicelase, alpha-L-arabinofuranosidase, beta-D-glukosidase dan beta-D-xylosidase) yang berasal dari mikroba protozoa bagian punggung (dorsal) yang lebih besar/lebih tinggi sekitar 40 persen dari bagian perut (ventral), sebaliknya aktivitas enzim-enzim fibrolitik yang berasal dari bakteri lebih besar di bagian perut (ventral) dari pada bagian punggung (dorsal) dan aktivitas enzim yang berasal dari bakteri lebih tinggi dari pada yang berasal dari protozoa.

Penggunaan cairan rumen sapi sebagai sumber enzim kasar telah dicobakan kedalam ransum unggas berbasis *wheat pollard* dan ada perbaikan terhadap performa ayam broiler (Pantaya dkk. 2005). Budiansyah (2010) melaporkan pula bahwa performa ayam broiler lebih

baik dengan penambahan 0,5 % enzim cairan rumen sapi dalam ransum. Selanjutnya dijelaskan Fitriliani (2010) bahwa, kualitas nutrisi tepung daun lamtoro dengan penambahan enzim cairan rumen domba 100ml/kg TDL dengan waktu inkubasi 24 jam memberikan hasil lebih baik daripada yang diinkubasi 2 jam dengan peningkatan glukosa terlarut (21,27%); protein terlarut (35,38%), penurunan serat kasar (53%) dan asam fitat (68%) tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar protein dan kadar lemak tepung daun lamtoro.

D. Aktivitas Enzim Pencernaan

Perkembangan saluran pencernaan berlangsung secara bertahap, setelah mencapai ukuran/umur tertentu saluran pencernaan mencapai kesempurnaan. Perkembangan struktur alat pencernaan diikuti oleh perkembangan enzim pencernaan dan perubahan kebiasaan makan (*food habit*). Proses pencernaan secara fisika maupun kimia sangat berperan penting. Pencernaan merupakan proses yang berlangsung terus menerus yang dimulai dari pengambilan pakan dan berakhir dengan pembuangan sisa pakan. Pencernaan pakan meliputi hidrolisis protein menjadi asam-amino atau polipeptida sederhana, karbohidrat menjadi gula sederhana dan lipid menjadi gliserol dan asam lemak. Hidrolisis nutrien makro dimungkinkan dengan adanya enzim pencernaan seperti protease, karboksilase dan lipase (Zonneveld *et al.* 1991).

Kandungan nutrisi pakan dipengaruhi oleh aktivitas enzim pencernaan. Kuzmina (1996) menjelaskan bahwa ketersediaan substrat merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam pengaturan aktivitas enzim pada ikan dan mamalia. Enzim merupakan katalisator biologis yang dihasilkan oleh sel makhluk hidup untuk membantu proses biokimia. Selain enzim dalam saluran pencernaan, pencernaan pakan juga dapat dibantu oleh adanya bakteri dalam usus. Bakteri penghasil enzim akan membantu udang mencerna pakan dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh bakteri tersebut yaitu protease, karbohidrase, lipase, dan amylase. Enzim berperan dalam mengubah laju reaksi, sehingga kecepatan reaksi yang diperlihatkan dapat dijadikan ukuran keaktifan enzim. Satu unit enzim adalah jumlah enzim yang mengkatalisis transformasi 1 mikromol substrat dalam waktu 1 menit pada suhu 25°C dan pada keadaan pH optimal. Aktivitas enzim bergantung pada konsentrasi enzim dan substrat, suhu, pH dan inhibitor. Dinyatakan pula bahwa enzim pencernaan yang dihasilkan oleh lambung ikan aktif pada pH 2 sampai 4 (Huisman 1976).

Enzim pencernaan yang disekresikan dalam rongga pencernaan berasal dari sel-sel mukosa lambung, pyloric caeca, pankreas dan mukosa usus (Halver dan Hardy 2002). Oleh karena itu perkembangan sistem pencernaan erat kaitannya dengan perkembangan aktivitas enzim dalam rongga saluran pencernaan. Enzim-enzim tersebut berperan sebagai katalisator dalam hidrolisis protein, lemak dan karbohidrat menjadi bahan-bahan yang sederhana. Sel-sel mukosa lambung menghasilkan enzim

protease dengan suatu aktivitas proteolitik optimal pada pH rendah. Pilorik kaeca yang merupakan perpanjangan dari usus yang berfungsi mensekresikan enzim yang sama seperti yang dihasilkan pada bagian usus yaitu enzim pencernaan protein, lemak dan karbohidrat yang aktif pada pH netral dan sedikit basa. Cairan pankreatik kaya akan tripsin, yaitu suatu protease yang aktivitasnya optimal sedikit di bawah pH basa. Di samping itu cairan ini juga mengandung amilase, maltase dan lipase (Fitriliani, 2010).

Enzim protease menguraikan rantai-rantai peptida dari protein. Peptidase diklasifikasikan menjadi endopeptidase dan eksopeptidase yang bergantung pada letak ikatan peptida pada tengah atau akhir molekul. Endopeptidase menghidrolisis protein dan peptida-peptida rantai panjang menjadi peptida-peptida pendek. Endopeptidase penting antara lain pepsin yang dihasilkan dari zimogen pepsinogen, tripsin dari tripsinogen, dan kimotripsin dari kimotripsinogen. Eksopeptidase menghidrolisis peptida menjadi asam-asam amino. Karboksipeptidase, aminopeptidase, dan dipeptidase termasuk dalam kelompok eksopeptidase. Alfa-amilase adalah enzim yang bertanggung jawab menghidrolisis pati menjadi glukosa. Enzim ini memutuskan ikatan $1,4-\alpha$ -glukosidik dan mengubah pati menjadi glukosa dan maltosa. Lipase adalah enzim penting dalam pencernaan lemak. Lipase memecah lemak menjadi gliserol dan asam lemak (Hepher 1990).

E. Kinerja Pertumbuhan Udang *Vannamei*

Pertumbuhan

Beberapa penelitian mengevaluasi pengaruh variasi kadar protein terhadap pertumbuhan dan konversi pakan. Colvin dan Brand (1977) postlarval dan juvenil *Litopenaeus vannamei* mengkonsumsi pakan yang mengandung protein dari 25, 30, 35 semi-dimurnikan, dan Protein kasar 40% selama periode empat minggu menunjukkan bahwa konversi pakan berpengaruh secara signifikan lebih rendah pada udang diberi pakan yang mengandung protein kasar 25%. Kebutuhan protein dengan udang postlarval dilaporkan 30-35%. Demikian halnya dengan udang juvenil memiliki kebutuhan protein dalam pakan kurang dari 30%.

Tingkat protein yang optimal untuk udang remaja *L. vannamei* Aranyakananda and Lawrence (1993), bahwa tidak ada perbedaan pertumbuhan udang yang diberi pakan mengandung 25, 35, dan 45% protein kasar. Ketika udang diberi pakan yang mengandung 10, 15, 20, dan protein kasar 25%, pertumbuhan udang diberi pakan yang mengandung kadar protein 10% secara signifikan lebih rendah dari udang yang mengkonsumsi kadar protein yang lebih tinggi. Pertumbuhan udang yang mengkonsumsi pakan yang mengandung kadar protein 15%, dengan tingkat lipid 4% dan 8%, tidak berbeda dengan pakan yang mengandung kadar protein tinggi. Sepupu *et al.* (1993) mengevaluasi pertumbuhan *L. vannamei* yang diberikan pakan yang mengandung protein kasar berkisar antara 18% sampai 34%. Sumber protein untuk pakan tersebut adalah

campuran 1: 1 dari kasein dan keping protein konsentrat. Energi untuk rasio protein dipertahankan sekitar 10 kkal / g protein. Hasil menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap tingkat protein pada pertumbuhan. Tingkat protein yang optimal adalah diperkirakan sebagai 30% tapi kebutuhan protein yang sebenarnya untuk pertumbuhan maksimal dalam hal asupan harian tidak ditentukan. Hal ini juga telah ditunjukkan dengan udang yang ukuran (berat) mempengaruhi respon pertumbuhan relatif protein

Kecernaan Nutrien

Pencernaan merupakan proses yang berlangsung terus menerus, yang diawali dari pengambilan makanan dan berakhir dengan pembuangan sisa makanan. Pencernaan makanan meliputi hidrolisis protein menjadi asam amino atau polipeptida sederhana, karbohidrat menjadi gula sederhana dan lipid menjadi gliserol atau asam lemak. Selanjutnya makanan yang dicerna melalui proses pencernaan dipecah menjadi molekul-molekul halus yang sesuai agar mudah diserap melalui dinding usus ke dalam aliran darah (Zonneveld *et al.* 1991).

Kemampuan cerna terhadap bahan baku pakan dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu sifat kimia air, suhu air, jenis pakan, ukuran, umur ikan, kandungan gizi pakan, frekuensi pemberian pakan, sifat fisika dan kimia pakan serta jumlah dan macam enzim pencernaan yang terdapat di dalam saluran pencernaan (NRC 1993). Cara pengukuran yang paling

mudah dilakukan untuk menilai ketersediaan energi dan zat-zat makanan adalah melalui penentuan daya cerna. Pengukuran pencernaan pakan lebih banyak menggunakan metode tidak langsung dengan menambahkan indikator ke dalam pakan (Cho *et al.*, 1985). Indikator yang digunakan haruslah merupakan bahan yang tidak dapat dicerna dan diserap serta tidak berpengaruh negatif pada ikan (Takeuchi, 1988).

F. Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor penting dalam pemeliharaan larva. Agar udang windu yang dipelihara dapat hidup dan tumbuh dengan baik, maka selain harus tersedia pakan bergizi dalam jumlah yang cukup, kondisi lingkungan harus berada pada kisaran yang optimum.

Udang adalah hewan air yang segala kehidupan, kesehatan dan pertumbuhannya sangat tergantung kepada kualitas air sebagai media hidupnya. Apabila kualitas air baik maka udang yang dipelihara menjadi sehat dan nafsu makannya tidak terganggu, pertumbuhan dan sintasan udang akan menjadi tinggi (Taslihan *et al.*, 1991).

Udang membutuhkan kisaran suhu 25-32°C agar dapat tumbuh secara normal. Semakin tinggi suhu perairan maka semakin tinggi laju metabolisme dalam tubuh udang. Kondisi ini akan diikuti dengan meningkatnya laju konsumsi pakan. Suhu di atas 32°C akan menyebabkan stres pada udang dan suhu 35°C merupakan suhu kritis (Poernomo, 1978)

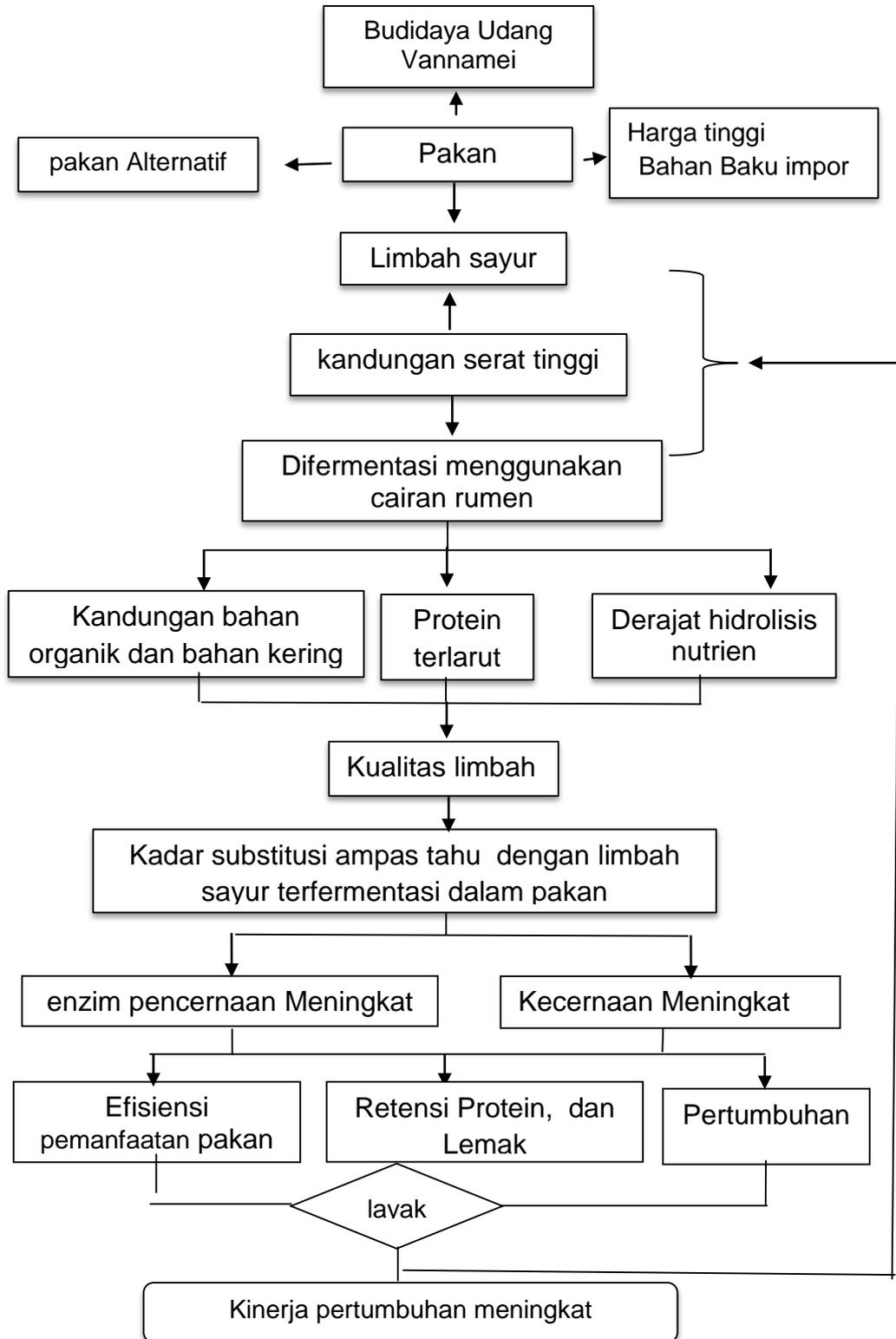
Salinitas sangat besar pengaruhnya terhadap proses metabolisme dan sintasan udang windu. Menurut Semeru dan Anna (1992) udang windu mempunyai toleransi hidup pada kisaran salinitas 4–40 ppt dan tumbuh dengan baik pada kisaran 12-30 ppt. Jika salinitas terlalu rendah dan terlalu tinggi, nafsu makan masih ada tetapi konversi pakan menjadi tinggi karena energi tubuh banyak terbuang.

Derajat keasaman air dapat berpengaruh terhadap meningkat tidaknya daya racun amoniak. Untuk pertumbuhan udang windu memerlukan kisaran pH 7,4–8,5 dan akan mematikan bila pH mencapai angka terendah 6 dan angka tertinggi 9. Bila pH air terlalu rendah atau sering rendah pada malam hari, maka lapisan kapur pada kulit udang akan berkurang karena terserap secara internal. Pada kondisi ini konsumsi oksigen meningkat, permeabilitas menurun dan insangnya rusak.

Oksigen terlarut dalam suatu perairan mutlak dibutuhkan oleh organisme air, namun untuk setiap spesies mempunyai kisaran optimal untuk menunjang kehidupan. Oksigen diperlukan untuk membakar zat-zat makanan yang dikonsumsi udang dan diserap tubuh atau diuraikan menjadi energi. Kelarutan oksigen yang baik bagi pertumbuhan udang adalah antara 85-125% jenuh atau 4-6 ppm. Dalam air yang mengandung cukup oksigen aktifitas udang yang terlihat adalah beristirahat dan sesekali bergerak mencari pakan. Sebaliknya pada air yang kandungan oksigennya rendah, udang akan tampak aktif bergerak dan berenang karena stres. Mangampa dan Mustafa (1992) menyatakan bahwa oksigen terlarut cenderung

semakin rendah dengan meningkatnya padat penebaran. Pada padat penebaran tinggi kebutuhan oksigen dan ekskresi sisa metabolisme dalam media semakin tinggi.

G. Kerangka Pikir



Gambar 1. Kerangka Pikir

H. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

1. Penambahan dosis cairan rumen dan waktu inkubasi limbah sayur yang efektif mampu meningkatkan pencernaan bahan kering, pencernaan bahan organik, derajat hidrolisis nutrien, dan protein terlarut.
2. Kadar substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan efektif meningkatkan konsumsi pakan, aktivitas enzim pencernaan dan pencernaan nutrien udang vannamei.
3. Kadar substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam efektif meningkatkan efisiensi pakan, protein, dan lemak, serta kinerja pertumbuhan udang vannamei.

BAB III

EVALUASI DOSIS DAN LAMA WAKTU INKUBASI MENGGUNAKAN CAIRAN RUMEN TERHADAP KUALITAS NUTRISI LIMBAH SAYUR

A. Pendahuluan

Limbah sayur merupakan bagian dari sayuran yang tidak dapat digunakan dan ketersediaannya melimpah dalam jumlah besar dan belum dimanfaatkan dengan baik. Limbah sayur mengandung air yang cukup tinggi sehingga mudah rusak dan mencemari lingkungan. Selama ini limbah sayur hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan ternak, sedangkan untuk pakan organisme akuatik belum dimanfaatkan. Melihat potensi limbah sayur yang demikian besar, maka perlu dikaji lebih lanjut peluang pemanfaatannya sebagai bahan pakan. Limbah sayur mengandung protein kasar 22,63%, serat kasar 30,71%. Kendala utama dalam memanfaatkan limbah sayur sebagai bahan baku pakan adalah mengandung selulosa yang tinggi (Murni dan Darmawati, 2016), sehingga menghambat pencernaan pakan (Jusadi, dkk. 2013). Untuk mengatasi kandungan selulosa yang tinggi dan pencernaan limbah sayur adalah dengan menggunakan cairan rumen dalam proses fermentasi yang mampu menghidrolisis serat limbah sayur, karena cairan rumen menghasilkan enzim selulase (Fitriliyani, 2011); (Lee *et. al.* 2002). 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.

Hasil penelitian Murni dan Darmawati (2016) melaporkan 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%. Berdasarkan hal tersebut, maka penggunaan cairan rumen diharapkan dapat menghidrolisis serat kasar limbah sayur yang tinggi, sehingga dapat meningkatkan pencernaan pakan dengan melihat interaksi antara dosis cairan rumen dan lama waktu inkubasi. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dosis cairan rumen dan lama waktu inkubasi limbah sayur yang mampu menurunkan serat dan meningkatkan kualitas nutrisi limbah sayur melalui proses fermentasi sebagai bahan baku pakan.

B. Bahan Dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan, mulai bulan September sampai Nopember 2017 di Laboratorium Balai Riset Pengembangan

Penelitian Air Payau Maros, Laboratorium Terpadu Fakultas Peternakan Unhas.

C. Prosedur Penelitian

a. Persiapan cairan rumen

Cairan rumen sapi diambil dari Rumah Pemotongan 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).

b. Proses Fermentasi Limbah Sayur

Limbah sayur yang digunakan dalam penelitian adalah sawi, kol, kangkung, dan wortel yang diperoleh dari pasar Sungguminasa Kabupaten Gowa masing-masing 25%. Penelitian diawali dengan memotong kasar limbah sayur dan digiling. Limbah sayur dimasukkan kedalam plastik klip, ditambahkan cairan rumen dengan dosis 1, 2, 3% ditutup rapat dan diinkubasi dengan periode 4, 6, 8 dan 10 hari secara anaerob, selanjutnya disimpan dalam boks dengan tujuan agar suhu ruangan sama. Setelah proses inkubasi selesai disimpan dalam freezer untuk menghentikan kerja enzim cairan rumen, kemudian dianalisis kimia di laboratorium.

c. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pola faktorial dengan rancangan dasar acak lengkap. Faktor pertama adalah dosis cairan rumen yaitu 1, 2, dan 3%, faktor kedua adalah lama waktu yaitu 4, 6, 8, 10 hari dalam proses fermentasi limbah sayur.

Peubah yang diamati adalah sebagai berikut:

1. Kecernaan Bahan Kering dan Kecernaan Bahan Organik.

Prosedur analisis kecernaan bahan kering dan organik dimulai dengan mengeringkan sample untuk dianalisis KCBK dan KCBO secara *invitro* dan mengacu pada (Reksohadiprodjo, 1988) dan dihitung berdasarkan rumus :

$$\%KCBK = \frac{\text{BK sample segar(g)} - \text{BK sample sisa (g)}}{\text{BK sample segar}} \times 100\%$$

$$\%KCBO = \frac{\text{BO sample segar (g)} - \text{BO sample sisa (g)}}{\text{BO sample segar}} \times 100\%$$

Keterangan :
BK = Bahan kering
BO = Bahan organik

2. Derajat hidrolisis

Derajat hidrolisis serat, karbohidrat, lemak, protein limbah sayur hasil fermentasi diukur berdasarkan metode Aslamyah (2006):

$$DHP = \frac{P_o - P_t}{P_o} \times 100$$

Keterangan :

DHP = Derajat hidrolisis protein

P_o = Kadar protein pakan sebelum hidrolisis

P_t = Kadar protein pakan setelah hidrolisis dalam jangk waktu t

3. Kadar Protein Terlarut

Pengukuran kadar protein terlarut dilakukan pada akhir pengamatan. Limbah sayur hasil fermentasi sebanyak 0,5 g yang telah dihidrolisis dan diberhentikan reaksi crude enzimnya proteasenya dengan 1,5 mL trikloroasetat 5% dibiarkan pada suhu ruang. Selanjutnya ditambah 3 mL Tris HCL pH 6,5 dan disentrifuse dengan kecepatan 10.000 rpm selama 20 menit. Supernatan yang diperoleh digunakan untuk analisis protein terlarut. Penentuan kadar protein terlarut yang diukur mengacu pada metode Aslamyah (2006).

D. Analisis Statistik

Data pencernaan bahan kering dan organik, derajat hidrolisis serat, karbohidrat, lemak, protein, dan protein terlarut pada penelitian ini dianalisis menggunakan analisis ragam. Apabila berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan Uji Duncan untuk menguji perbedaan antar perlakuan.

E. HASIL

a. Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik

Dosis cairan rumen, waktu inkubasi, dan interaksi keduanya nyata ($p < 0,05$) mempengaruhi kecernaan bahan kering dan organik (Lampiran 9, 10, 11, dan 12). Kecernaan bahan kering dan organik limbah sayur yang difermentasi cairan rumen dan lama waktu inkubasi pada semua kombinasi perlakuan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kecernaan bahan kering dan organik limbah sayur yang difermentasi cairan rumen dan lama waktu inkubasi pada semua kombinasi perlakuan

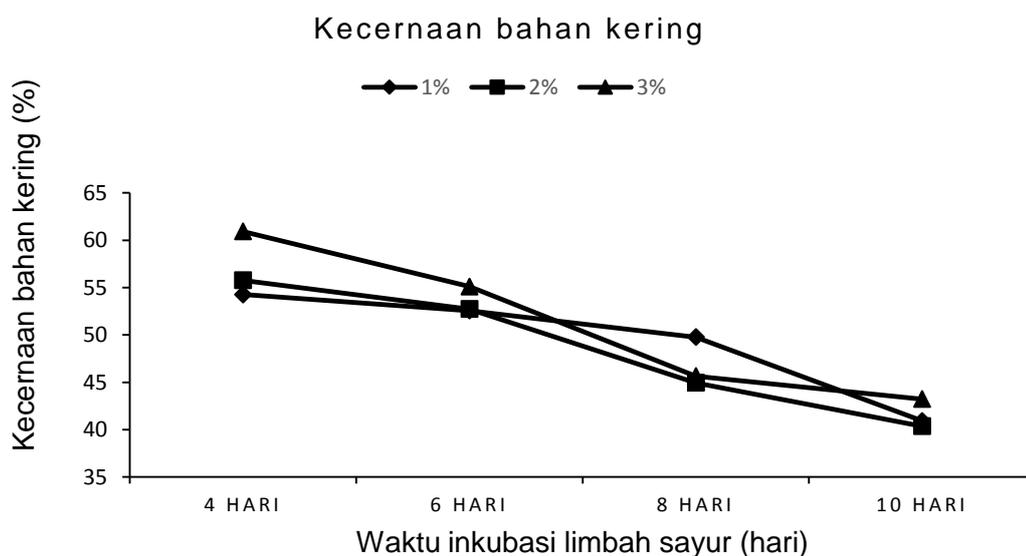
Kombinasi perlakuan	Kecernaan Bahan Kering (%)	Kecernaan Bahan Organik (%)
1%_4hari	54,27±1,64 ^{ef}	47,66±2,80 ^c
1%_6hari	52,57±1,15 ^e	47,55±0,15 ^c
1%_8hari	49,76±0,70 ^d	42,22±1,00 ^b
1%_10hari	40,92±0,14 ^a	33,14±0,47 ^a
2%_4hari	55,76±1,25 ^{fg}	52,58±1,08 ^d
2%_6hari	52,74±0,00 ^e	47,53±0,67 ^c
2%_8hari	44,95±0,00 ^c	39,82±0,96 ^b
2%_10hari	40,37±0,75 ^a	35,49±2,39 ^a
3%_4hari	60,92±0,44 ^h	57,77±3,10 ^e
3%-6hari	55,11±0,45 ^{fg}	50,52±0,43 ^c
3%_8hari	45,65±0,74 ^c	42,73±1,15 ^b
3%_10hari	43,22±0,55 ^b	31,17±1,14 ^a

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)

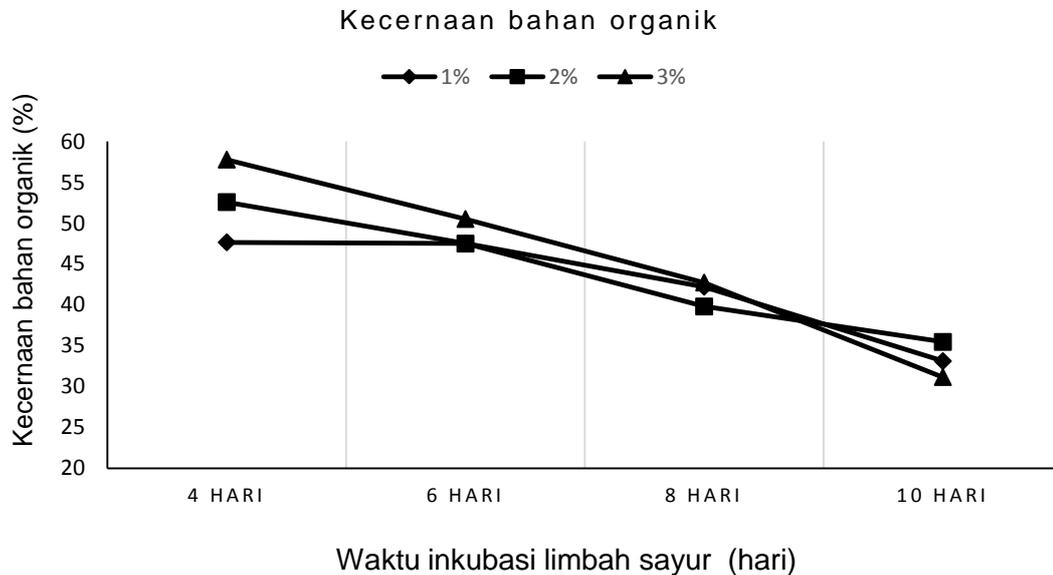
Kecernaan bahan kering dan organik limbah sayur menurun dengan bertambahnya lama waktu inkubasi yang diberikan. Kecernaan bahan kering limbah sayur tertinggi diperoleh adalah 60,92% pada dosis cairan rumen 3% dengan waktu inkubasi 4 hari. Kecernaan bahan kering ini berbeda dan nyata lebih tinggi dibanding dengan perlakuan dosis 1%

inkubasi 4, 6, dan 10 hari. Kecernaan bahan kering terendah pada dosis 1% inkubasi 10 hari nyata lebih rendah dibanding dengan perlakuan lainnya.

Kecernaan bahan organik limbah sayur tertinggi diperoleh pada perlakuan dosis 3% inkubasi 4 hari. Kecernaan bahan organik ini nyata lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Kecernaan bahan organik terendah dihasilkan pada perlakuan dosis 3% inkubasi 10 hari nyata lebih rendah dibanding dengan dosis 1% inkubasi 4 hari, 1% inkubasi 6 hari, 1% inkubasi 8 hari, 1% inkubasi 10 hari, 2% inkubasi 4 hari, 2% inkubasi 6 hari, 2% inkubasi 8 hari 2% inkubasi 10 hari, 3% inkubasi 4 hari, 3% inkubasi 6 hari, 3% inkubasi 8 hari. Interaksi antara dosis cairan rumen dan lama waktu inkubasi terhadap kecernaan bahan kering dan organik disajikan pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Interaksi antara dosis dan lama waktu inkubasi limbah sayur terhadap kecernaan bahan kering (%).



Gambar 3. Interaksi antara dosis dan lama waktu inkubasi limbah sayur terhadap kecernaan bahan organik (%) .

Berdasarkan Gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa kecernaan bahan kering dan organik limbah sayur pada waktu inkubasi 4 hari relatif tinggi baik dosis 1, 2, maupun 3%, namun dosis 3% nyata lebih tinggi dibandingkan dosis cairan rumen 2% dan 1%, tetapi terjadi penurunan pada waktu inkubasi 6 hari sampai 10 hari pada semua perlakuan.

b. Derajat Hidrolisis Limbah sayur

1. Derajat Hidrolisis serat

Derajat hidrolisis limbah sayur yang dihasilkan nyata ($P < 0,05$) dipengaruhi oleh dosis cairan rumen yang diberikan, waktu inkubasi dan terdapat interaksi antara keduanya (Lampiran 13, 14). Derajat hidrolisis

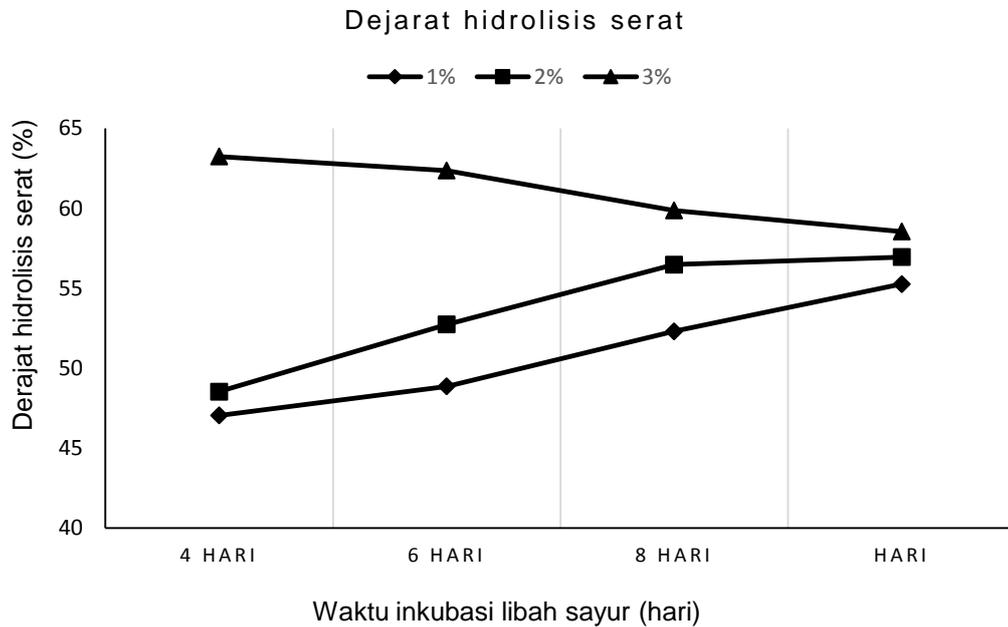
serat limbah sayur yang difermentasi cairan rumen pada semua kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Derajat hidrolisis serat limbah sayur yang difermentasi cairan rumen pada semua kombinasi perlakuan

Kombinasi perlakuan	Derajat Hidrolisis Serat limbah sayur (%)
1%_4hari	47,05±0,74 ^a
1%_6hari	48,86±0,29 ^b
1%_8hari	52,31±0,77 ^c
1%_10hari	55,26±0,23 ^d
2%_4hari	48,53±0,30 ^b
2%_6hari	52,74±1,36 ^c
2%_8hari	56,48±0,21 ^d
2%_10hari	56,95±1,15 ^{de}
3%_4hari	63,24±0,50 ^g
3%-6hari	62,36±0,23 ^g
3%_8hari	59,87±0,02 ^f
3%_10hari	58,55±0,09 ^f

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Hasil uji Duncan memperlihatkan bahwa dosis 3% inkubasi 4 hari nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Dosis 1% inkubasi 4 hari nyata lebih rendah dibanding dengan perlakuan dosis 1% inkubasi 6 hari, 1% inkubasi 8 hari, 2% inkubasi 6 hari, 1% inkubasi 10 hari, 2% inkubasi 8 hari, 1% inkubasi 10 hari, 2% inkubasi 4 hari, 2% inkubasi 6 hari, 2% inkubasi 8 hari, 2% inkubasi 10 hari, 3% inkubasi 4 hari, 3% inkubasi 6 hari, 3% inkubasi 8 hari, dan 3% inkubasi 10 hari. Interaksi antara dosis dan lama waktu inkubasi limbah sayur terhadap derajat hidrolisis serat limbah sayur disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Interaksi antara dosis cairan rumen dengan lama waktu inkubasi terhadap derajat hidrolisis serat Limbah Sayur

Gambar 4 memperlihatkan bahwa waktu inkubasi 4 hari dosis cairan rumen 1% dan 2% nyata lebih rendah dibandingkan dosis 3%, namun pada waktu inkubasi 6 hari sampai 10 hari terjadi penurunan derajat hidrolisis serat pada dosis 3%, tetapi dosis 1% dan 2% terjadi kenaikan derajat hidrolisis serat limbah sayur sampai waktu inkubasi 10 hari.

2. Derajat Hidrolisis Karbohidrat

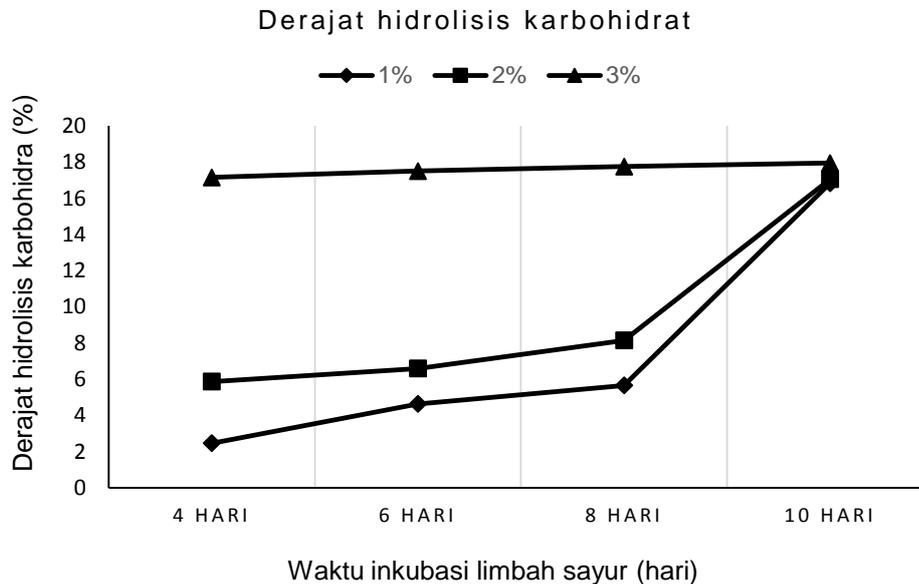
Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan dosis cairan rumen, waktu inkubasi, dan interaksi keduanya berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap derajat hidrolisis karbohidrat limbah sayur (Lampiran 15, dan 16). Derajat hidrolisis karbohidrat limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen pada semua kombinasi perlakuan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Derajat hidrolisis karbohidrat limbah sayur yang difermentasi cairan rumen pada semua kombinasi perlakuan

Kombinasi perlakuan	Derajat Hidrolisis Karbohidrat
1%_4hari	2,47±0,26 ^a
1%_6hari	4,64±0,08 ^b
1%_8hari	5,66±0,37 ^{bc}
1%_10hari	16,85±0,02 ^e
2%_4hari	5,87±1,10 ^{bc}
2%_6hari	6,60±0,39 ^{bc}
2%_8hari	8,15±0,45 ^d
2%_10hari	17,06±1,11 ^e
3%_4hari	17,15±0,24 ^e
3%-6hari	17,50±0,12 ^e
3%_8hari	17,76±0,08 ^e
3%_10hari	17,95±1,08 ^e

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Hasil uji Duncan memperlihatkan bahwa dosis cairan rumen 3% inkubasi 4 hari nyata lebih tinggi dibanding perlakuan dosis 1% inkubasi 4 hari, 1% inkubasi 6 hari, 1% inkubasi 8 hari, 1% inkubasi 10 hari, 2% inkubasi 4 hari, 2% inkubasi 6 hari, 2% inkubasi 8 hari, 2% inkubasi 10 hari, 3% inkubasi 6 hari, 3% inkubasi 8 hari dan 2% inkubasi 10 hari. Derajat hidrolisis karbohidrat pada perlakuan 1% inkubasi 4 hari nyata lebih rendah dibanding dengan perlakuan lainnya. Interaksi antara dosis dan lama waktu inkubasi limbah sayur terhadap derajat hidrolisis karbohidrat limbah sayur disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Interaksi antara dosis cairan rumen dan lama waktu inkubasi terhadap derajat hidrolisis karbohidrat (%) limbah sayur

Hubungan interaksi antara dosis cairan rumen dan lama waktu inkubasi (Gambar 5) memperlihatkan bahwa waktu inkubasi 4 hari derajat hidrolisis karbohidrat relatif lebih rendah pada dosis 1% dan 2% dibanding dengan dosis 3%, namun terjadi peningkatan derajat hidrolisis karbohidrat pada dosis 1, 2, dan 3%, pada waktu inkubasi 6 hari sampai 10 hari pada semua perlakuan dosis cairan rumen, tetapi dosis 3% nyata lebih tinggi dibanding perlakuan dosis 1 dan 2%.

3. Derajat Hidrolisis Lemak Limbah Sayur

Analisis ragam menunjukkan bahwa baik faktor tunggal dosis cairan rumen, lama waktu inkubasi limbah sayur dan kombinasi keduanya tidak berpengaruh signifikan ($P > 0,05$) terhadap derajat hidrolisis lemak limbah sayur (Lampiran 17, dan 18). Derajat hidrolisis lemak limbah sayur yang

diinkubasi menggunakan cairan rumen pada semua kombinasi perlakuan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Derajat hidrolisis lemak limbah sayur yang difermentasi cairan rumen pada semua kombinasi perlakuan

Kombinasi perlakuan	Kadar lemak kasar limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen (%)
1%_4hari	14,86±0,55
1%_6hari	16,02±0,37
1%_8hari	15,89±1,28
1%_10hari	15,37±3,10
2%_4hari	15,63±2,01
2%_6hari	16,15±0,18
2%_8hari	15,89±1,28
2%_10hari	16,41±0,55
3%_4hari	15,25±1,46
3%_6hari	15,37±1,65
3%_8hari	15,50±2,19
3%_10hari	15,63±2,01

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Hal ini menunjukkan bahwa dosis cairan rumen 1, 2, dan 3% dengan waktu inkubasi 4, 6, 8, 10 hari memberikan pengaruh yang sama terhadap kadar lemak kasar limbah sayur.

4. Derajat Hidrolisis Protein

Derajat hidrolisis protein Derajat hidrolisis protein limbah sayur terhadap dosis cairan rumen disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata Derajat hidrolisis protein limbah sayur setelah diinkubasi menggunakan cairan rumen.

Dosis Cairan Rumen	Derajat hidrolisis protein limbah sayur (%)
1%	18,76±0,0 ^c
2%	12,31±0,01 ^b
3%	9,83± 0,02 ^a

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Hasil analisis derajat hidrolisis protein limbah sayur yang diberi perlakuan penambahan cairan rumen dan lama waktu inkubasi yang berbeda menunjukkan bahwa perlakuan dosis cairan rumen memberikan pengaruh signifikan ($p<0,05$) terhadap derajat hidrolisis protein, tetapi lama waktu inkubasi dan interaksi antara keduanya tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) (Lampiran 19, dan 20). Hasil uji Duncan dosis cairan rumen menunjukkan bahwa derajat hidrolisis pada dosis 1% nyata lebih tinggi ($p<0,05$) dibandingkan dosis 2% dan 3%, tetapi dosis 3% nyata lebih rendah dibanding 2%.

5. Protein Terlarut

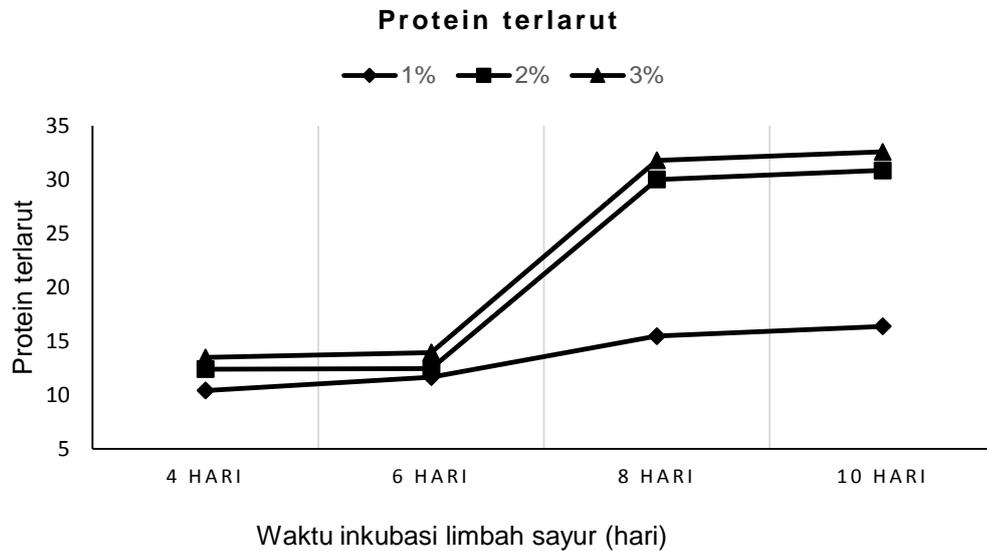
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis cairan rumen, lama waktu inkubasi, dan interaksi keduanya nyata ($p<0,05$) mempengaruhi protein terlarut (lampiran 21 dan 22). Hasil pengukuran protein terlarut limbah sayur dengan dosis cairan rumen dan lama waktu inkubasi pada semua kombinasi perlakuan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Protein terlarut limbah sayur yang difermentasi cairan rumen pada semua kombinasi perlakuan

Kombinasi perlakuan	Protein terlarut (%)
1%_4hari	10,42±0,21 ^a
1%_6hari	11,66±0,47 ^b
1%_8hari	15,47±0,31 ^d
1%_10hari	16,38±0,46 ^e
2%_4hari	12,40±0,19 ^b
2%_6hari	12,44±0,16 ^b
2%_8hari	30,02±0,36 ^f
2%_10hari	30,87±0,75 ^g
3%_4hari	13,49±0,38 ^c
3%-6hari	13,94±0,12 ^c
3%_8hari	31,80±0,18 ^h
3%_10hari	32,58±0,06 ^h

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa kadar protein terlarut meningkat dengan bertambahnya dosis cairan rumen dan lama waktu inkubasi. Kadar protein terlarut limbah sayur tertinggi yang dihasilkan adalah 32,58 mg/100mL pada dosis cairan rumen 3% dan inkubasi 10 hari. Kadar ini berbeda dan nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Kadar protein terlarut terendah 10,42 mg/ 100 mL pada dosis cairan rumen dan inkubasi 4 hari, kadar ini nyata lebih rendah dibanding dengan perlakuan lainnya. Interaksi antara dosis cairan rumen dengan lama waktu inkubasi terhadap protein terlarut limbah sayur disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Interaksi antara dosis cairan rumen dengan lama waktu inkubasi terhadap protein terlarut limbah sayur

Gambar 6 memperlihatkan bahwa semakin lama waktu inkubasi maka semakin tinggi protein terlarut limbah sayur. Waktu inkubasi 4 hari dengan dosis cairan rumen 1, 2, dan 3% relatif sama sampai waktu inkubasi 6 hari, namun waktu inkubasi 8 hari terjadi peningkatan protein terlarut pada dosis 2% dan 3% sampai waktu inkubasi 10 hari tetapi dosis cairan rumen 3% lebih tinggi dibanding 2%, sedangkan dosis 1% tetap rendah sampai waktu inkubasi 10 hari.

F. Pembahasan

Tingginya pencernaan bahan kering dan organik dosis 3% pada waktu inkubasi 4 hari disebabkan karena adanya penambahan dosis cairan rumen lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sehingga konsentrasi enzimnya lebih tinggi, sedangkan dosis 1% dan 2% lebih rendah, akibatnya enzim cairan rumen tidak bekerja maksimal. Hal ini sejalan dengan

Suriyahadi *et al.*, (2005) melaporkan bahwa penambahan enzim kasar yang berasal dari *Trichoderma viride* memperbaiki pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik silase jerami padi.

Terjadinya penurunan pencernaan bahan kering dan organik pada waktu Inkubasi 6 hari sampai inkubasi 10 hari di semua perlakuan disebabkan karena waktu inkubasi 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 pencernaan bahan kering dan organik yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah dibanding dengan hasil penelitian Seo *et. al.* (2013) mendapatkan pencernaan bahan kering 68,90% dan bahan organik 67,81%, dan Sridhar, *et. al.* (2015) mendapatkan pencernaan bahan kering dan organik $77,36 \pm 4,28$ dan $77,04 \pm 5,69\%$; Lunagariya *et. al.* (2017) pencernaan bahan kering 63,03% dan bahan organik 63,62%; Has *et.al.* (2013) pencernaan bahan kering 61,30% dan bahan organik 47,25%.

Derajat hidrolisis serat tertinggi diperoleh pada dosis 3% inkubasi 4, dan 6 hari disebabkan karena perlakuan tersebut 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). Purnomohadi (2006), menyatakan bahwa fermentasi jerami padi selama 7 hari dengan bakteri selulitik 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 sellulase dengan aktivitas enzim selulolitik endo- (1,4) - β -D-glukanase, exo- (1,4) - β -D-glukanase dan β - glukosidase.

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

Tingginya derajat hidrolisis karbohidrat limbah sayur pada perlakuan dosis 3% dan terendah pada perlakuan dosis 1% dan 2% pada waktu inkubasi 4, 6, 8, dan 10 hari disebabkan karena pada perlakuan tersebut dosis cairan rumen lebih tinggi dibanding perlakuan dosis 1% dan 2%, 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.

Derajat hidrolisis lemak limbah sayur pada Tabel 4 menunjukkan tidak berpengaruh nyata, hal ini disebabkan karena konsentrasi enzim lipase pada cairan rumen lebih rendah, sehingga proses penguraian atau hidrolisis lemak oleh enzim lipase tidak optimal selama proses inkubasi oleh enzim cairan rumen (Nalar, 2014); Hasil penelitian 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.

Derajat hidrolisis protein limbah sayur (Tabel 6) memperlihatkan bahwa semakin tinggi penggunaan dosis cairan, maka semakin rendah derajat hidrolisis protein limbah sayur. Hal ini dimungkinkan karena protein terlarut merupakan produk antara pada hidrolisis protein oleh ekstrak enzim protease yang terkandung dalam ekstrak enzim kasar dari cairan rumen

(Fitriliyani, 2010), sehingga apabila derajat hidrolisis protein yang dihasilkan rendah, maka protein terlarut yang dihasilkan tinggi.

Protein terlarut limbah sayur tertinggi dihasilkan pada dosis 3% dengan waktu inkubasi 8 dan 10 hari disebabkan karena perlakuan tersebut dosis cairan rumen yang ditambahkan lebih tinggi, namun porsi dari enzim protease dalam cairan rumen lebih rendah dibanding dengan enzim lainya (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.

Rendahnya protein terlarut limbah sayur pada perlakuan dosis 1%, 2% dan 3% pada inkubasi 4 dan 6 hari, namun dosis 3% nyata lebih lebih tinggi, hal ini disebabkan karena waktu inkubasi 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.

G. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian secara *invitro* maka dapat disimpulkan bahwa : Kecernaan bahan kering dan organik limbah sayur terbaik diperoleh pada perlakuan dosis 3% dengan waktu inkubasi 4 hari. Derajat hidrolisis serat limbah sayur terbaik diperoleh pada perlakuan dosis 3% dengan waktu inkubasi 4 dan 6 hari. Derajat hidrolisis karbohidrat dan protein terlarut limbah sayur terbaik diperoleh pada perlakuan dosis 3% inkubasi 4, 6, 8, dan 10 hari. Fermentasi limbah sayur dengan dosis dan lama waktu inkubasi yang berbeda tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap derajat hidrolisis lemak limbah sayur

BAB IV

SUBSTITUSI AMPAS TAHU DENGAN LIMBAH SAYUR YANG DIFERMENTASI CAIRAN RUMEN DALAM PAKAN TERHADAP EFISIENSI PAKAN DAN KINERJA PERTUMBUHAN JUVENIL UDANG VANNAMEI *Litopenaues vannamei*

A. Pendahuluan

Budidaya udang vannamei di Indonesia menghadapi kendala pada harga pakan yang tinggi akibat bahan baku pakan sumber protein seperti tepung ikan dan kedelai masih diimpor. Oleh karena itu perlu dicari bahan baku sumber protein lainnya yang memiliki kualitas dan kuantitas seperti ampas tahu. Ampas tahu merupakan hasil dari proses pengolahan tahu yang mempunyai kadar protein 17,63%, lemak kasar 8,11%, serat kasar 17,93%, kadar abu 3,35% dan BETN 39,80%. Untuk menggantikan ampas tahu harus memiliki kandungan protein relatif sama, jumlahnya melimpah serta harga lebih murah seperti halnya limbah sayur mempunyai kandungan nutrisi tinggi, murah dan berkelanjutan. Oleh karena itu limbah sayur dapat digunakan untuk mensubstitusi ampas tahu dalam pakan udang.

Limbah sayur merupakan bahan baku alternatif yang dapat dimanfaatkan. Namun kendala utama dalam memanfaatkan limbah sayur adalah kandungan selulosa yang tinggi (30,71%). Untuk mengatasi kandungan selulosa yang tinggi dapat dilakukan melalui fermentasi. Fermentasi adalah proses penguraian dari molekul kompleks menjadi molekul lebih sederhana. Salah satu fermentor yang dapat digunakan untuk

menurunkan kandungan selulosa limbah sayur adalah cairan rumen. Andriani (2015) menyatakan bahwa mikroorganisme rumen sapi mengandung enzim selulase dan amilase yang cukup untuk menghidrolisis pakan ikan.

Hasil penelitian Murni dan Darmawati (2016) melaporkan bahwa fermentasi limbah sayur menggunakan cairan rumen dengan dosis 10 – 15 mL/kg limbah sayur dan lama waktu inkubasi 7 hari meningkatkan 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%, dan kandungan nutrisi 18,45% ke 19,19%. Jusadi *et. al.*, (2014), melaporkan bahwa penambahan enzim cairan rumen domba 125 ml/kg bahan dengan lama waktu inkubasi 24 jam dapat menurunkan serat kasar bungkil kelapa paling tinggi yaitu 67,8% dari 13,76% ke 6,98%. Fitriliani (2010) melaporkan bahwa pemberian kadar tepung daun lamtoro gung sebanyak 0, 10, dan 15% meningkatkan laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan dan cenderung menurun seiring dengan peningkatan kadar daun lamtoro gung dalam pakan. Jusadi *et.al.* (2014) mengatakan bahwa penambahan enzim cairan rumen domba dapat meningkatkan ketercernaan kulit buah kakao pada pakan ikan nila. Listiowati dan Pramono, (2016) mengatakan bahwa penggunaan tepung daun singkong terfermentasi cairan rumen 25% dalam pakan memberikan performa pertumbuhan yang terbaik untuk ikan nila

(*Oreochromis* sp) dibandingkan dengan kenaikan persentase penambahan tepung daun singkong terfermentasi.

Limbah sayur terfermentasi dalam pakan dapat menurunkan serat dan meningkatkan kandungan nutrisi. Dengan demikian, limbah sayur terfermentasi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan tanpa mengurangi kualitas pakan. Namun konsentrasi limbah sayur terfermentasi dalam pakan udang vannamei belum diketahui, sehingga perlu dicari berapa persen yang dapat disubstitusi limbah sayur terfermentasi dengan ampas tahu dalam pakan yang dapat meningkatkan efisiensi pakan, pencernaan nutrisi, dan pada akhirnya meningkatkan kinerja pertumbuhan dan sintasan udang vannamei. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kadar substitusi ampas tahu dengan limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen dalam pakan buatan yang mampu meningkatkan efisiensi pakan, dan kinerja pertumbuhan udang vannamei.

B. Bahan dan Metode

a. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Hatchery Mini FIKP Unhas, pada bulan April sampai Juli 2017. Analisis kimia dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Balai Pengembangan Penelitian Air Payau Maros, dan Laboratorium Kualitas Air FIKP Unhas.

C. Prosedur Penelitian

a. Persiapan Pakan Uji

Pakan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah pakan pellet yang diformulasi dengan limbah sayur hasil inkubasi cairan rumen sapi. Proses pembuatan pakan diawali dengan persiapan bahan baku, pencampuran bahan baku pakan, pencetakan pakan, pengeringan pakan, serta pengemasan pakan. Limbah sayur yang digunakan adalah hasil fermentasi menggunakan cairan rumen dengan dosis 3% dan lama waktu inkubasi 4 hari pada percobaan tahap *in vitro* (tahap I). Bahan baku pakan dan persentase bahan baku pakan uji yang digunakan pada tahap II disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Bahan baku pakan Persentase bahan baku pakan uji untuk setiap perlakuan Tahap II

Bahan baku pakan	Perlakuan A	Perlakuan B	Perlakuan C	Perlakuan D
Tepung ikan lokal	35	35	35	35
Ampas tahu	30	20	10	0
tepung kedelai	10	10	10	10
tepung jagung	11	11	11	11
limbah sayur	0	10	20	30
tepung terigu	12	12	12	12
minyak ikan	1	1	1	1
vitamin mix	1	1	1	1
Total	100	100	100	100

Hasil analisis proksimat limbah sayur sebelum difermentasi cairan rumen dan analisis proksimat tepung ampas tahu yang digunakan sebagai bahan baku formulasi pakan uji (Tabel 9).

Tabel 9. Hasil analisis proksimat limbah sayur tanpa fermentasi cairan rumen dan ampas tahu

Bahan baku (%)	Protein kasar	Lemak kasar	Serat kasar	Kadar abu	BETN
Limbah sayur (kg)	22,63	3,87	30,73	29,88	35,77
Ampas tahu (kg)	16,73	8,11	17,93	3,35	39,80

Keterangan : Hasil analisis Lab. Terpadu Fak. Peternakan UNHAS, 2017

Kandungan protein kasar pakan uji yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi cairan rumen dan kandungan energi pakan uji (Tabel 10).

Tabel 10. Kandungan protein kasar dan energy pakan uji yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi cairan rumen

Komposisi	Pakan A	Pakan B	Pakan C	Pakan D
Protein kasar	28,41	29,43	30,21	29,88
Energi pakan (Kkal/kg)	4197,22	4160,22	4110,95	3996,67

Keterangan : Hasil analisis lab. Nutrisi BPPBAP Maros. 2017.

b. Persiapan Wadah, Media Pemeliharaan dan Hewan Uji

Wadah pemeliharaan juvenil udang vannamei adalah akuarium kaca berukuran 50x45x45 cm³ sebanyak 12 buah dan dilengkapi aerasi. Media pemeliharaan juvenil udang vannamei air laut bersalinitas dengan 18-20 ppt yang diperoleh dari Barru dan ditampung dalam bak penampungan air dan telah disterilkan. Setiap akuarium diisi air laut sebanyak 20 L dan dilengkapi aerasi. Hewan uji yang digunakan adalah juvenil udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) stadia post larva 25 dengan padat tebar 1 ekor/L

mengacu pada penelitian Zainuddin and Aslamyah (2014). Pengamatan kualitas air dilakukan pada awal, tengah, dan akhir penelitian. Kisaran kualitas air yang diperoleh selama penelitian adalah amoniak 0,006-0,13 ppm, oksigen terlarut 3,52-5,75 ppm, pH 6-8, suhu 26-29 °C, dan salinitas 18-20ppt.

c. Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Penelitian ini di desain dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan masing-masing 3 ulangan sehingga berjumlah 12 unit percobaan. Perlakuan yang diuji substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi, yaitu:

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

d. Pemeliharaan

Pemeliharaan hewan uji diawali dengan proses aklimatisasi terhadap lingkungan seperti, suhu, salinitas media pemeliharaan, dan aklimatisasi terhadap pakan perlakuan selama 6 hari, kemudian dilanjutkan dengan penimbangan awal.

Pemeliharaan dilakukan selama 60 hari dan pakan perlakuan diberikan 4 kali sehari pada pukul 07.00, 13.00, 19.00 dan 22.00 WITA dengan persentase pemberian pakan 10% dari biomassa hewan uji dengan

kadar protein 30%. Sampling dilakukan setiap 10 hari sekali untuk mengetahui pertambahan bobot hewan uji dan penyesuaian jumlah pakan yang diberikan dan pergantian air dilakukan setiap sampling sebanyak 30%.

D. Pengukuran Parameter

a. Tingkat Konsumsi Pakan.

Tingkat konsumsi pakan adalah jumlah pakan yang dikonsumsi oleh udang. Konsumsi pakan dihitung sejak awal pemberian pakan buatan pada setiap perlakuan sampai akhir penelitian (Aslamyah, 2006).

$$TK = F1 - F2$$

Keterangan :

TK = Tingkat konsumsi pakan (g)
F1 = \sum Total pakan yang diberikan (g)
F2 = \sum Total sisa pakan dalam wadah (g)

b. 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)

c. Kecernaan Nutrien

Kecernaan merupakan tingkat kemampuan udang dalam menyerap nutrien pakan. Nilai kecernaan yang dihitung berdasarkan Takeuchi (1988) dengan rumus sebagai berikut :

Kecernaan Nutrien

$$\text{Kecernaan nutrien} = 100 - [100 \times a/a' \times b/b']$$

Keterangan : a = % Cr₂O₃ dalam pakan
a' = % Cr₂O₃ dalam feses
b = % nutrien dalam pakan
b' = % nutrien dalam feses

d. Kecernaan Total

$$\text{Kecernaan Total} = [1 - (a/a')] \times 100\%$$

Keterangan : a = % Cr₂O₃ dalam pakan
a' = % Cr₂O₃ dalam feses

e. Analisis Asam Amino

Pakan uji yang digunakan dianalisis kandungan asam aminonya. Analisis dilakukan di Laboratorium PT Saraswati Genetech, Bogor. Metode pengukuran asam amino adalah 18-5-17/MU/SMM-SIG, UPLC.

f. Efisiensi Pakan

Efisiensi pakan (EP) dianalisis berdasarkan rumus efisiensi pakan Takeuchi (1988), dengan rumus :

$$EP = \frac{(W_t + W_a) - W_0}{F} \times 100$$

Dimana :

EP = Efisiensi pakan (%)

W_0 = Bobot udang pada awal penelitian (g)

W_t = Bobot udang pada waktu t (g)

W_a = Bobot udang yang mati selama penelitian (g)

F = Bobot pakan yang dikonsumsi selama penelitian (g)

g. 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 :

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

Dimana :

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 :

$$RP = \frac{(F_l - L_l)}{L} \times 100\%$$

Dimana :

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)

h. Kadar Glikogen Tubuh Udang

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

i. Laju Pertumbuhan

Laju pertumbuhan bobot individu dihitung mengikuti Dehaghani *et.al.*

(2015) :

$$\text{SGR (\%)} = 100 \times [\text{Ln } W_2 - \text{Ln } W_1] / T$$

Keterangan :

W_2 = bobot individu rata-rata pada akhir penelitian (g)
 W_1 = bobot individu rata-rata pada awal penelitian (g)
 T = lama pemeliharaan (hari)

j. Pertumbuhan Mutlak

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

al.,(2015) :

$$Wg = W_2 - W_1$$

Keterangan :

Wg = Pertumbuhan biomassa mutlak (g)
 W_2 = biomassa udang pada akhir penelitian (g)
 W_1 = biomassa udang pada awal penelitian (g)

k. 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)

l. Kualitas Air

Selama penelitian berlangsung dilakukan pengukuran beberapa parameter kualitas air. Parameter kualitas air yang diukur meliputi temperature dengan menggunakan *thermometer*, derajat keasaman (pH)

dengan menggunakan pH meter, salinitas dengan menggunakan *handfraktometer*, oksigen terlarut (DO), dan amoniak dengan menggunakan *spectrophotometer*. Parameter suhu, pH, salinitas diukur setiap 2 kali sehari pada pukul 07.00 dan 17.00 WITA sedangkan pengukuran oksigen terlarut, ammonia dilakukan 3 kali selama penelitian yaitu pada awal, pertengahan, dan akhir penelitian.

E. Analisis data

Data proksimat pakan uji dan asam amino dianalisis secara diskriptif, sedangkan tingkat konsumsi pakan, aktivitas enzim pencernaan, pencernaan total, pencernaan nutrient, efisiensi pakan, retensi protein, lemak, kadar glikogen tubuh udang, pertumbuhan dan sintasan pada masing-masing perlakuan dianalisis menggunakan sidik ragam. Jika ada perbedaan antar perlakuan maka dilanjutkan dengan lanjut menggunakan uji Duncan pada selang kepercayaan 95% menggunakan program SPSS versi 20.

H. Hasil

a. Kualitas Pakan

1. Hasil Proksimat Pakan Perlakuan

Hasil analisis proksimat pakan uji yang mengandung konsentrasi limbah sayur berbeda hasil fermentasi cairan rumen selama penelitian disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil analisis proksimat pakan uji

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

Hasil analisis proksimat pakan uji menunjukkan bahwa protein kasar tertinggi diperoleh pada pakan dengan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% dan terendah pada pakan disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 0%. Kadar protein pakan yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 0% ini rendah dibandingkan dengan pakan uji lainnya, dan yang direkomendasikan oleh Ali (1996) 32,3%; Ayyappan dan Ali (2007) 30 sampai 43%, Zainuddin *et al.* (2014) 30% dengan frekuensi pemberian pakan 4 kali. Kadar lemak tertinggi diperoleh pada pakan yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 100% dan terendah pada pakan disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 100%. Sedangkan kisaran lemak untuk udang laut yang dilaporkan McVey, (1993); Shivaram dan Raj (1997) adalah 5 sampai 12%, artinya bahwa kadar lemak pada perlakuan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% masuk dalam kisaran yang optimal. Kadar serat tertinggi diperoleh pada perlakuan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 100% dan terendah pada pakan

yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% dan yang disarankan dalam pakan komersil kurang dari 4,0% (Hertrampf, 2006).

2. Asam Amino Pakan Uji

Komposisi asam amino esensial pakan perlakuan yang mengandung konsentrasi limbah sayur yang berbeda hasil fermentasi cairan rumen disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Komposisi asam amino esensial pakan uji

Asam Amino	pakan A	Pakan B	Pakan C	Pakan D	Yang direkomendasikan
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	-

Keterangan :

* tidak dianalisa,

** tidak dapat dideteksi

a.Millamena *et.al.*, (1998)

b.Millamena *et.al.*, (1999)

c.Richard *et.al.*, (2010)

d.Millamena *et.al.*, (1997)

e.Alam *et.al.*, (2005)

Pakan A : 100% limbah sayur terfermentasi

Pakan B : 33,33% limbah sayur terfermentasi

Pakan C : 66,67% limbah sayur terfermentasi

Pakan D : 100% limbah sayur terfermentasi

Tabel 13, memperjelas bahwa kandungan asam amino pakan udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi (pakan A dan B) lebih tinggi dibandingkan dengan pakan perlakuan lainnya, dan yang direkomendasikan kecuali asam amino jenis histidin. Sementara kandungan asam amino terendah diperoleh pada pakan udang vannamei

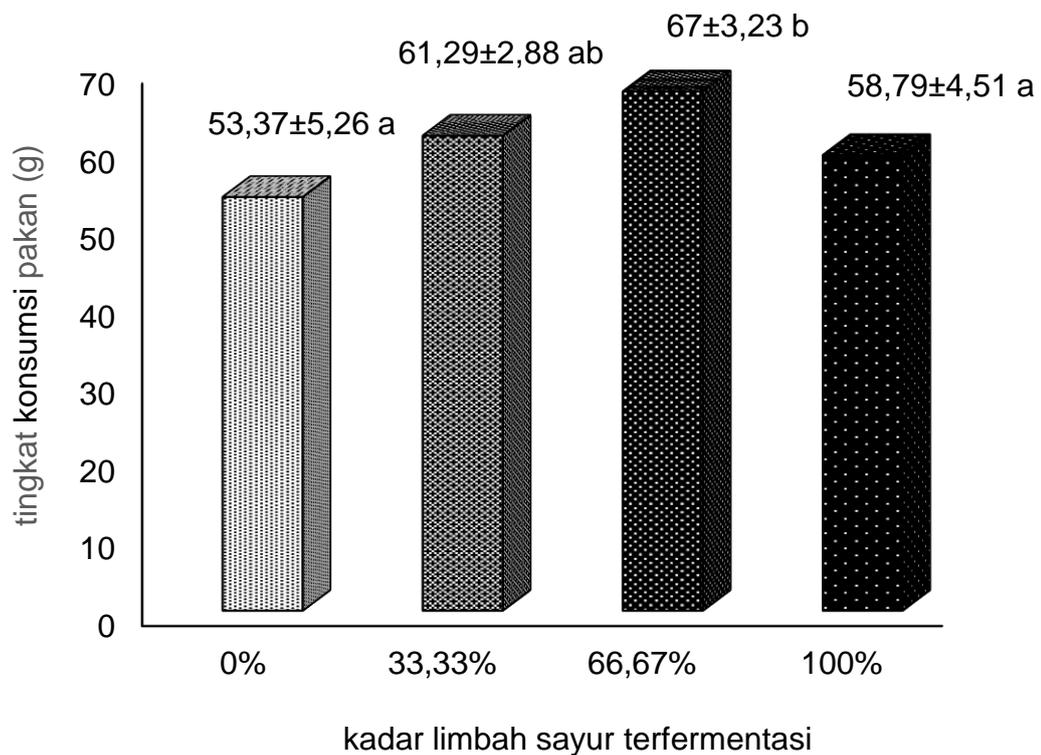
yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 100% (pakan D). Tingginya kandungan asam amino pada pakan A dan B sangat dimungkinkan adanya tambahan asam amino yang bersumber dari ampas tahu dengan total kandungan asam amino ampas tahu sebesar 27,37% (Wardani, 2004), sedangkan pakan D total kandungan asam amino 21,39% (minus metionin). Cowey dan Walton 1989; Brown 2002; Brosnan dan Brosnan 2006; Herawati (2014), menyatakan bahwa leusin, isoleusin, valin dan lisin merupakan asam amino esensial penting untuk pertumbuhan udang dan ikan. Hasil penelitian (Tabel 13) menunjukkan asam amino leusin, dan isoleusin yang optimal diperoleh pada pakan C, hal ini berimplikasi terhadap pertumbuhan udang vannamei yang diberi pakan C. (Lampiran 62 dan 65). Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Nunes *et. al.* (2014) bahwa isoleusin, leusin dan valin, berperan penting dalam reaksi biokimia dan pertumbuhan, sehingga kinerja pertumbuhan udang vannamei lebih tinggi. Rachmawati dan Samidjan (2004) menyatakan bahwa ketidakseimbangan asam amino dapat menyebabkan terjadinya antagonisme asam amino atau toksisitas asam amino. Antagonisme terjadi apabila beberapa level asam amino yang diberikan melebihi level yang dibutuhkan.

b. Uji Biologi

1. Tingkat Konsumsi Pakan

Tingkat konsumsi pakan juvenil udang vannamei yang diberi pakan yang mengandung konsentrasi limbah sayur yang berbeda hasil fermentasi

cairan rumen selama penelitian disajikan pada Lampiran 24. Rata-rata konsumsi pakan juvenil udang vannamei selama penelitian disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Tingkat Konsumsi pakan juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi dalam pakan selama penelitian.

Analisis ragam memperlihatkan bahwa substitusi ampas tahu dengan limbah sayur yang difermentasi cairan rumen dalam pakan buatan pada juvenil udang vannamei nyata ($p < 0,05$) mempengaruhi tingkat konsumsi pakan (Lampiran 25). Hasil uji lanjut Duncan (Lampiran 26) menunjukkan bahwa tingkat konsumsi pakan pada substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% nyata lebih tinggi dibanding dengan perlakuan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur

terfermentasi 100%, ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 0%, sedangkan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 33,33% sama dengan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67%.

2. Aktivitas Enzim Pencernaan

Aktivitas enzim protease, amilase dan selulase juvenil udang vannamei disajikan pada lampiran 27, 30, dan 33. Rata-rata aktivitas enzim pencernaan juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan buatan disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. 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)	0,183±0,00 ^a	0,077±0,03 ^a	0,043±0,00 ^a
Pakan B (33,33 limbah sayur)	0,328±0,00 ^c	0,275±0,03 ^c	0,253±0,00 ^c
Pakan C (66,67 limbah sayur)	0,340±0,13 ^c	0,291±0,02 ^d	0,265±0,00 ^d
Pakan D (100 limbah sayur)	0,311±0,00 ^b	0,265±0,03 ^b	0,248±0,00 ^b

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

Analisis ragam memperlihatkan bahwa perlakuan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur yang difermentasi cairan rumen dalam pakan buatan pada juvenil udang vannamei nyata ($p < 0,05$) mempengaruhi aktivitas enzim protease, amilase, dan selulase saluran pencernaan juvenil udang vannamei (Lampiran 28, 31, dan 34).

Hasil Uji lanjut Duncan (Lampiran 29) memperlihatkan bahwa aktivitas enzim protease saluran pencernaan juvenil udang vannamei yang diberi pakan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% sama dengan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 33,33%, dan nyata lebih tinggi dibanding dengan substitusi ampas tahu dan limbah sayur terfermentasi 0%, ampas tahu dan limbah sayur terfermentasi 100%.

Uji lanjut Duncan (Lampiran 30 dan 35) memperlihatkan bahwa aktivitas enzim amilase dan selulase saluran pencernaan juvenil udang vannamei yang diberi pakan dengan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% nyata lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 0% dihasilkan aktivitas enzim protease nyata lebih rendah dibanding dengan perlakuan lainnya.

3. Kecernaan Nutrien Udang Vannamei

Kecernaan total dan nutrien juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur yang berbeda dalam pakan buatan selama penelitian disajikan pada Lampiran 36, 39, 42, 45, dan 47. Rata-rata kecernaan total dan nutrien juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur yang berbeda dalam pakan selama penelitian disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. 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	60,98±1,14 ^a	60,26±0,41 ^a	69,27±0,73 ^a	78,83±0,49 ^a	88,04±0,62 ^a
Pakan B	64,71±1,01 ^b	74,70±0,33 ^c	84,22±0,52 ^c	83,44±1,04 ^c	92,21±0,17 ^c
Pakan C	68,13±0,66 ^c	79,51±0,88 ^d	88,33±0,41 ^d	86,70±0,24 ^d	93,75±0,43 ^d
Pakan D	63,17±0,34 ^b	71,58±0,61 ^b	81,87±0,59 ^b	81,15±0,61 ^b	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

Analisis ragam substitusi ampas tahu dengan limbah sayur yang difermentasi cairan rumen dalam pakan buatan juvenil udang vannamei memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) (Lampiran 37) terhadap kecernaan total. Pemberian pakan dengan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi yang berbeda dalam pakan memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) (Lampiran 40, 43, 46, dan 48) terhadap kecernaan protein, serat, karbohidrat, dan lemak.

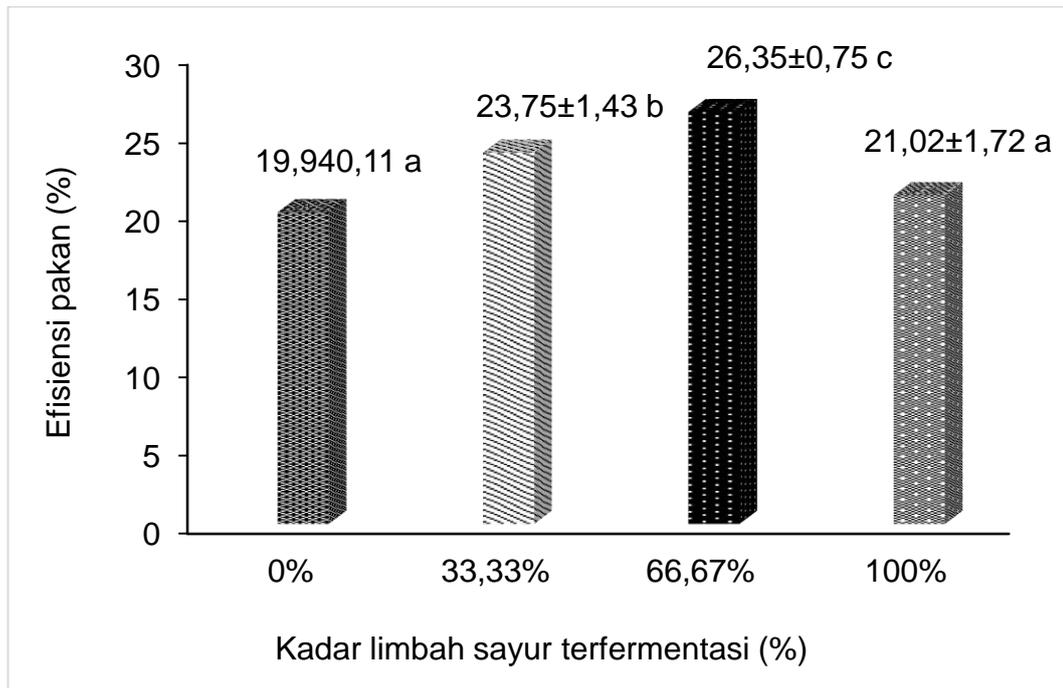
Uji lanjut Duncan (Lampiran 38) perlakuan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi dalam pakan juvenil udang vannamei memperlihatkan bahwa kecernaan total juvenil udang vannamei yang diberi pakan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% sangat nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibanding substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 33,33%, ampas tahu dengan limbah sayur

terfermentasi 100%, dan ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 0%.

Uji lanjut Duncan (Lampiran 41, 44, 46, dan 49) pemberian substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi dalam pakan juvenil udang vannamei memperlihatkan bahwa pencernaan protein, lemak, serat dan karbohidrat juvenil udang vannamei yang diberi pakan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% nyata lebih tinggi dibanding dengan pakan uji lainnya.

4. 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.

Analisis ragam menunjukkan bahwa substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan juvenil udang vannamei memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap efisiensi pakan (Lampiran 51). Uji lanjut Duncan (Lampiran 52) pemberian substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi dalam pakan juvenil udang vannamei memperlihatkan bahwa efisiensi pakan juvenil udang vannamei yang diberi pakan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% nyata lebih tinggi dibanding pakan uji lainnya

5. 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 16.

Tabel 16. 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 $p < 0,05$.

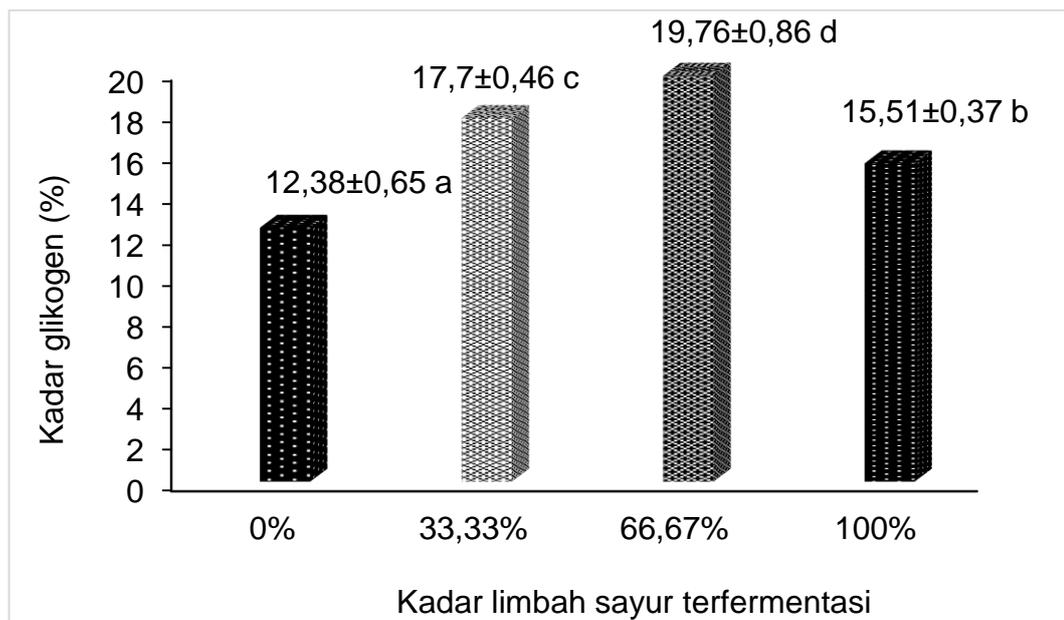
Analisis ragam menunjukkan bahwa substitusi ampas tahu dengan limbah sayur yang difermentasi cairan rumen dalam pakan buatan pada juvenil udang vannamei memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) (Lampiran 54, dan 57) terhadap retensi protein dan lemak. Uji lanjut Duncan (Lampiran 55) substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi dalam pakan juvenil udang vannamei memperlihatkan bahwa retensi protein juvenil udang vannamei yang diberi pakan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67%, dan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 33,33% sama, namun nyata lebih tinggi dibanding dengan pakan uji lainnya.

Uji lanjut Duncan (Lampiran 58) substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi dalam pakan juvenil udang vannamei memperlihatkan bahwa retensi lemak juvenil udang vannamei yang diberi

pakan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% nyata lebih tinggi dibanding dengan pakan uji lainnya.

6. 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.



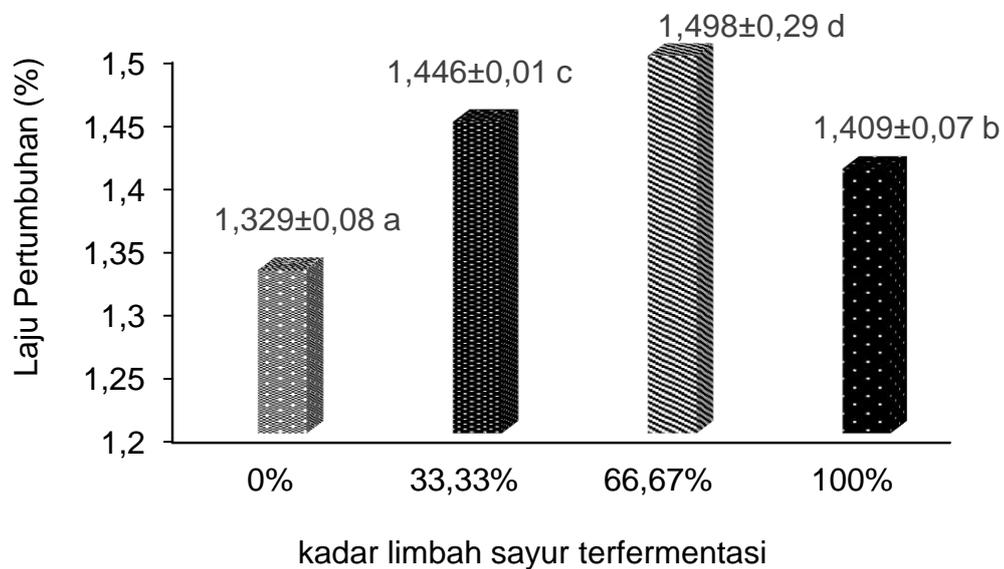
Gambar 9. Kadar glikogen juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan selama penelitian.

Analisis ragam menunjukkan bahwa substitusi ampas tahu dengan limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen yang berbeda dalam pakan udang vannamei memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) (Lampiran 60)

terhadap kadar glikogen. Uji lanjut Duncan (Lampiran 61) substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi dalam pakan juvenil udang vannamei memperlihatkan bahwa kadar glikogen tubuh juvenil udang vannamei yang diberi pakan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% nyata lebih tinggi dibanding dengan pakan uji lainnya.

7. Laju 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 .

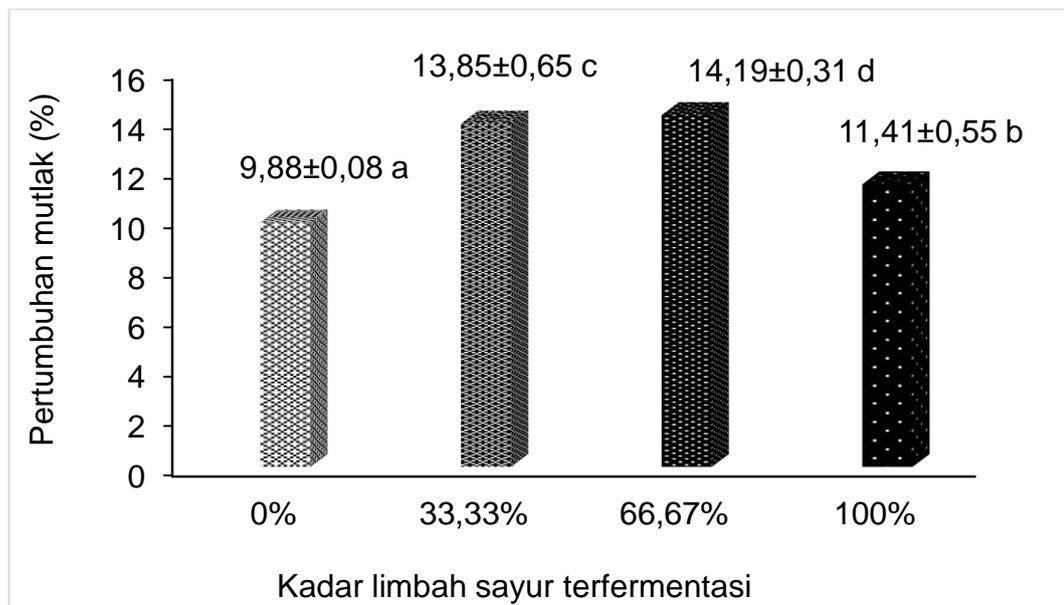


Gambar 10. Laju pertumbuhan juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur yang difermentasi cairan rumen dalam pakan buatan selama penelitian.

Analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian substitusi ampas tahu dengan limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen yang berbeda dalam pakan juvenil udang vannamei memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) (Lampiran 63) terhadap laju pertumbuhan. Uji lanjut Duncan (Lampiran 64) menunjukkan bahwa laju pertumbuhan pada substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67 nyata lebih tinggi dibanding dengan dibandingkan pakan uji lainnya.

8. Pertumbuhan Mutlak

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.

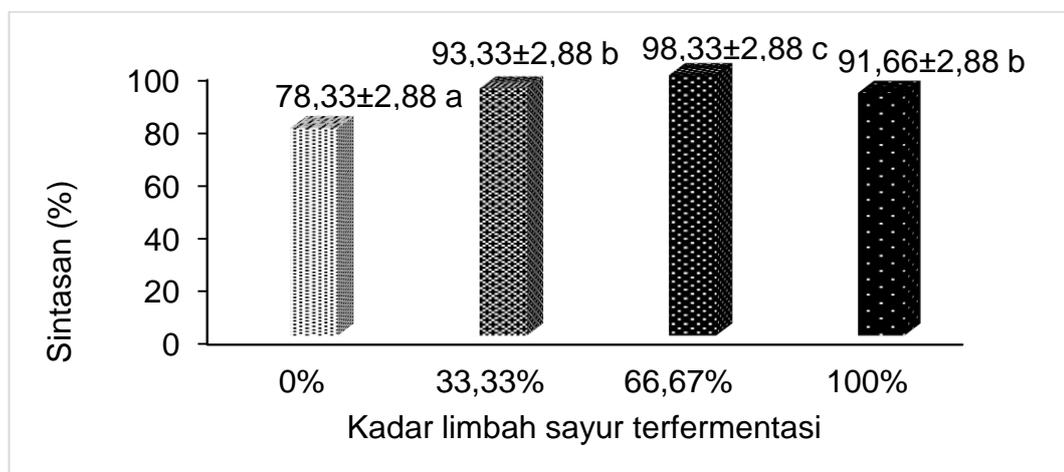


Gambar 11. Pertumbuhan mutlak juvenil udang vannamei yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen dalam pakan selama penelitian

Analisis ragam menunjukkan bahwa substitusi ampas tahu dengan limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen yang berbeda dalam pakan juvenil udang vannamei memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) (Lampiran 66) terhadap pertumbuhan mutlak. Uji lanjut Duncan (Lampiran 67) pemberian substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi dalam pakan juvenil udang vannamei memperlihatkan bahwa pertumbuhan mutlak juvenil udang vannamei yang diberi pakan dengan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% nyata lebih tinggi dibanding dengan pakan uji lainnya

9. 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 yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen dalam pakan

Analisis ragam menunjukkan bahwa substitusi ampas tahu dengan limbah sayur hasil fermentasi cairan rumen dalam pakan buatan pada juvenil udang vannamei memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) (Lampiran 69) terhadap sintasan juvenil udang vannamei. Uji lanjut Duncan (Lampiran 70) substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi dalam pakan juvenil udang vannamei memperlihatkan bahwa sintasan juvenil udang vannamei yang diberi pakan substitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% nyata lebih tinggi dibanding dengan pakan uji lainnya.

10. Rekap hasil penelitian

Rekap parameter yang diukur selama penelitian disajikan pada

Tabel 17.

Tabel 17. Rekap parameter yang diukur selama penelitian

Parameter	perlakuan A (0%)	Perlakuan B (33,33%)	Perlakuan C (66,67%)	Perlakuan D (100%)
Konsumsi Pakan			V	
Aktivitas enzim protease		V	V	
Aktivitas enzim amilase			V	
Aktivitas enzim selulase			V	
kecernaan total			V	
Kecernaan karbohidrat			V	
Kecernaan serat			V	
Kecernaan protein			V	
Kecernaan lemak			V	
efisiensi pakan			V	
retensi protein		V	V	
retensi lemak			V	
glikogen tubuh			V	
pertumbuhan mutlak			V	
laju pertumbuhan			V	
sintasan			V	

Keterangan : Tanda (V) menunjukkan nyata lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya

I. Pembahasan

Tingginya konsumsi pakan pada pakan yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% diduga dipengaruhi oleh palatabilitas pakan yang diberikan. 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% (Tabel 11). 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.

Tingginya aktivitas enzim protease, amilase, dan selulase pada udang vannamei yang diberi pakan yang disubstitusi ampas tahu dengan limbah sayur terfermentasi 66,67% (Tabel 10) 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 (Tabel 8). 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 (Tabel 8) 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*.

Nilai pencernaan 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 pencernaan karbohidrat, protein, dan lemak yang disarankan adalah pencernaan karbohidrat 73,5%, pencernaan protein 91,6, pencernaan 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% (Tabel 12) .

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 (Tabel 11), disebabkan, karena aktivitas enzim pencernaan udang vannamei pada perlakuan tersebut lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya (Tabel 10). 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 Zuliyani, *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 Surlanti (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%.

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.

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%.

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.

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 nutrien, 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.

J. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian secara *in vivo* maka dapat disimpulkan bahwa substitusi ampas tahu dengan 66,67% limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan mampu meningkatkan efisiensi pakan dan kinerja pertumbuhan juvenil udang vanname *Litopenaeus vannamei*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang cairan rumen sebagai biodegradator limbah sayur dalam pakan buatan terhadap kinerja pertumbuhan juvenil udang vannamei maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan dosis cairan rumen 3% dan waktu inkubasi limbah sayur 4 hari yang efektif untuk meningkatkan kecernaan bahan kering, kecernaan bahan organik, derajat hidrolisis nutrien, dan protein terlarut.
2. Substitusi ampas tahu dengan 66,67% limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan efektif untuk meningkatkan aktivitas enzim pencernaan, dan kecernaan nutrien udang vannamei
3. Substitusi ampas tahu dengan 66,67% limbah sayur terfermentasi cairan rumen dalam pakan efektif meningkatkan efisiensi pakan dan kinerja pertumbuhan udang vannamei.

B. Saran

1. Untuk menghidrolisis limbah sayur dengan menggunakan cairan rumen pada kondisi yang optimal disarankan menggunakan dosis 3% dengan lama waktu inkubasi 4 hari.
2. Untuk mengoptimalkan kinerja pertumbuhan udang vannamei disarankan menggunakan konsentrasi limbah sayur terfermentasi cairan rumen sebesar 66,67% dan 33,33% ampas tahu.

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 Mannanoglikosakarida 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. Fitriliyani, 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. Adiwintarti. (2014). Karakteristik cairan rumen, jenis, dan jumlah mikrobial 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.
- Zuliyani, 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.