

JURNAL

PENINGKATAN KUALITAS TEPUNG DAUN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) DIFERMENTASI CAIRAN RUMEN SAPI SEBAGAI BAHAN BAKU PAKAN BENIH IKAN JELAWAT (*Leptobarbus hoeveni*)

OLEH

SELLA NUR HAPPY



**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU
PEKANBARU
2021**

**PENINGKATAN KUALITAS TEPUNG DAUN ECENG GONDOK
(*Eichhornia crassipes*) DIFERMENTASI CAIRAN RUMEN SAPI SEBAGAI BAHAN
BAKU PAKAN BENIH IKAN JELAWAT (*Leptobarbus hoeveni*)**

Oleh

Sella Nur Happy¹, Indra Suharman², Adelina²

Laboratorium Nutrisi Ikan, Fakultas Perikanan dan Kelautan
Universitas Riau, Pekanbaru, Provinsi Riau
e-mail: sellanurhappy@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari Agustus sampai dengan Desember 2018. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kualitas Tepung Daun Eceng Gondok (TDEG) (*Eichhornia crassipes*) difermentasi Cairan Rumen Sapi (CRS) sebagai bahan baku pakan benih ikan jelawat (*Leptobarbus hoeveni*). Penelitian dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama : CRS diaktifkan dengan dan tanpa karbon sebagai fermentor TDEG. Hasil uji proksimat TDEG menunjukkan perlakuan terbaik adalah CRS dengan penambahan karbon yang menghasilkan protein 16,66%, lemak 2,26%, serat kasar 19,5% dan abu 13,44%. Tahap kedua : CRS dengan penambahan karbon digunakan dalam dosis yang berbeda yaitu CRS 0, 100, 200, 300, 400 dan 500 ml/kg TDEG. Uji organoleptik dan proksimat menunjukkan perlakuan terbaik adalah CRS 300ml/kg TDEG (P3) yang menghasilkan skor 3,73 aroma, 2,02 tekstur. Penurunan kandungan serat kasar dari 20,04% menjadi 16,80% dan peningkatan kandungan protein dari 11,315% menjadi 13,32%, penurunan kandungan lemak dari 1,08% menjadi 0,33%. Tahap ketiga : perlakuan CRS 300 ml/kg TDEG (P3) di uji aktivitas enzim dan pencernaan bahannya. Aktivitas enzim tertinggi adalah aktivitas enzim amilase yaitu 5,792 U/ml dan pencernaan bahan 23,74-32,44%.

Kata kunci : Daun Eceng Gondok, Cairan Rumen Sapi, Fermentasi, Kecernaan Bahan

- 1) Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau
- 2) Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

**IMPROVEMENT OF WATER HYACINTH LEAFES MEAL
(*Eichhornia crassipes*) FERMENTED WITH COW RUMEN LIQOUR AS FEED
INGREDIENTS FOR JELAWAT (*Leptobarbus hoeveni*) SEEDS**

By

Sella Nur Happy¹, Indra Suharman², Adelina²

Laboratorium of Fish Nutrision, Faculty of Fisheries and Marine Science
University of Riau, Pekanbaru, Riau Province
Email:sellanurhappy@gmail.Com

ABSTRACT

The research was conducted from August to December 2018. The research aims to evaluate improvement of the quality of Water Hyacinth Leaf Meal (WHLM) (*Eichhornia crassipes*) fermented with cow rumen liqour (CRL) as feed ingredients for jelawat (*Leptobarbus hoeveni*) seeds. The research was conducted in three stages. First stage: CRL activated with and without carbon as a WHML fermenter. The WHML proximate test results showed that the best treatment was CRL with the addition of carbon which produced 16.66% protein, 2.26% fat, 19.5% crude fiber and 13.44% ash. Second stage: CRL with the addition of carbon is used in different doses, by adding CRL 0, 100, 200, 300, 400 and 500 ml/kg WHML. Organoleptic and proximate tests showed that the best treatment was CRL 300 ml/kg WHML (P3) which produced a score of 3.73 aroma, 2.02 texture. Decreased crude fiber content from 20.04% to 16.80% and increased protein content from 11.315% to 13.32%, decreased fat content from 1.08% to 0.33%. Third stage: CRL treatment of 300 ml/kg WHML (P3) was tested for enzyme activity and digestibility of the ingredients. The highest enzyme activity was the amylase enzyme activity, namely 5.792 U/ml and 23.74-32.44% digestibility.

Keywords : Water Hyacinth Leaves, Cow Rumen Liqour, Fermentation, Digestibility

1. Student of Faculty Fisheries and Marine Science, University of Riau
2. Lecturer of Faculty Fisheries and Marine Science, University of Riau

PENDAHULUAN

Pakan memegang peranan yang sangat penting dalam keberhasilan usaha budidaya ikan, 70% dari total biaya produksi adalah biaya pakan (Gusrina, 2008). Kenaikan harga tepung kedelai (*soybean meal*), vitamin, dan apresiasi dolar AS, membuat biaya produksi pakan naik rata-rata 5,4% (Sari, 2018). Melihat kondisi ini, diperlukan bahan baku alternatif. Menurut Mahyudin (2010) bahan baku tersebut harus memenuhi persyaratan yaitu kualitas baik dan tersedia dalam jumlah yang banyak, mudah diperoleh, tidak bersaing dengan kebutuhan masyarakat, mudah diolah dan tidak mengandung racun, daun eceng gondok memenuhi persyaratan tersebut.

Daun eceng gondok memiliki kandungan protein kasar 17,16% dan serat kasar 29% (Rahmad, 2017). Sebelum digunakan sebagai bahan baku pakan ikan rendahnya kandungan protein dan tingginya kandungan serat kasar perlu diatasi dengan pengolahan tertentu. Menurut Mahmilia (2005) apabila daun eceng gondok (*E. crassipes*) difermentasi, dapat meningkatkan kandungan protein sebesar 61,81% dan menurunkan serat kasar sebesar 18 % dari kandungan awalnya. Mikroba cairan rumen sapi (CRS) dapat membantu degradasi partikel makanan dengan cara membentuk enzim (Moharrey dan Das, 2002 dalam Bani, 2013). Enzim inilah yang bekerja meningkatkan kualitas bahan pada proses fermentasi tepung daun eceng gondok.

Ikan jelawat (*Leptobarbus hoeveni*) merupakan ikan asli Indonesia. Ikan jelawat terdapat di sungai-sungai di Sumatera dan Kalimantan (Bahar, 2006). Ikan jelawat merupakan ikan yang digemari masyarakat sebagai ikan konsumsi sehingga memiliki nilai ekonomis tinggi untuk dibudidayakan, namun ikan jelawat memiliki keterbatasan dalam mencerna serat kasar.

Berdasarkan uraian di atas, penulis melakukan penelitian tentang Peningkatan Kualitas Tepung Daun Eceng Gondok (*E.*

crassipes) Difermentasi Cairan Rumen Sapi sebagai Bahan Baku Pakan Benih Ikan Jelawat (*L. hoeveni*).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan bulan Desember 2018. Persiapan tepung daun eceng gondok, pembuatan CRS, pembuatan pakan uji dan pemeliharaan ikan uji di Laboratorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, analisa proksimat TDEG dan kadar Cr_2O_3 dalam pakan dan feses ikan dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ikan Institut Pertanian Bogor (IPB) serta analisa aktivitas enzim pada CRS di Laboratorium Mikrobiologi dan Biokimia IPB.

Penelitian ini dilakukan dalam 3 tahap.

Pada tahap 1 mengacu pada uji pendahuluan Trivela (2018), pemberian cairan rumen sapi 300 ml/kg tepung daun eceng gondok adalah perlakuan terbaik. Maka disiapkan 2 perlakuan yaitu CRS tanpa penambahan karbon dan CRS dengan penambahan karbon, selanjutnya difermentasikan dengan dosis CRS 300 ml/kg TDEG. Setelah diinkubasi selama 24 jam sampel dikeringkan dan siap diamati kandungan nutrisi atau proksimat bahannya. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menggunakan uji komparatif yaitu membandingkan 2 perlakuan, lalu dianalisa secara deskriptif. Tanpa karbon dan ditambahkan karbon pada CRS dijadikan perlakuan. Perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

P1 : Fermentasi TDEG dengan CRS 300 ml/kg tanpa penambahan karbon

P2 : Fermentasi TDEG dengan CRS 300 ml/kg ditambahkan karbon

Tahap 2. Proses fermentasi yang dilakukan terlebih dahulu yaitu mempersiapkan CRS dengan cara menyaring starter rumen yang telah diinkubasi selama 24 jam dengan 4 lapis kain kasa sebanyak 2 kali ulangan. Setelah itu, eceng gondok yang telah dihaluskan, ditimbang dan ditempatkan dalam nampan. Kemudian ditambah air sebanyak 500 ml/kg dari berat bahan

kering, diaduk hingga berbentuk seperti bubur, selanjutnya dikukus selama 15 menit. Eceng gondok yang sudah dikukus, diangin-anginkan kemudian ditambah starter rumen sapi sesuai perlakuan. Setelah itu wadah ditutup rapat dan direkatkan menggunakan selasih ban untuk diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruangan.

Metode yang digunakan pada tahap ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan 6 taraf perlakuan dan 3 kali ulangan. Cairan rumen sapi yang digunakan adalah cairan rumen sapi yang ditambahkan karbon (gula aren). Dosis CRS yang berbeda untuk proses fermentasi TDEG dijadikan perlakuan dan TDEG tanpa fermentasi sebagai kontrol. Perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

P0 : Perlakuan kontrol tanpa penambahan cairan rumen sapi,

P1 : Penambahan cairan rumen sapi 100 ml/kg TDEG

P2 : Penambahan cairan rumen sapi 200 ml/kg TDEG

P3 : Penambahan cairan rumen sapi 300 ml/kg TDEG

P4 : Penambahan cairan rumen sapi 400 ml/kg TDEG

P5 : Penambahan cairan rumen sapi 500 ml/kg TDEG

Pengamatan suhu dan pH dilakukan 3 kali selama proses fermentasi yaitu 0 jam, 12 jam dan 24 jam dengan cara membuka sedikit tutup wadah fermentasi lalu masukan thermometer (untuk pengamatan suhu) dan kertas pH (untuk pengamatan pH), amati.

Pengamatan uji organoleptik yang diukur adalah tekstur dan aroma dari hasil fermentasi (TDEG) dan non fermentasi (TDEG). Berdasarkan Suneth dan Tuapattinaya (2016) skala penilaian organoleptik dapat menggunakan 4 skala. Adapun spesifikasi penilaian disusun mengacu pada Malik (2018) menggunakan 10 orang panelis. Spesifikasi skala penilaian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penilaian Uji Organoleptik

Spesifikasi	Nilai
Tekstur	
• Sangat halus	4
• Halus	3
• Kasar	2
• Sangat kasar	1
Aroma	
• Sangat asam	4
• Asam	3
• Busuk	2
• Sangat busuk	1

Parameter yang diukur pada analisis proksimat TDEG difermentasi dengan dosis yang berbeda yaitu kandungan protein, lemak dan serat kasar.

Tahap 3

Metode yang digunakan pada tahap ini adalah metode eksperimen, data yang diperoleh dianalisa secara deskriptif. Pada tahap ketiga analisa yang dilakukan adalah aktivitas enzim dan pencernaan bahan pada perlakuan terbaik. Perlakuan tersebut yaitu

P3 (Penambahan cairan rumen sapi 300 ml/kg TDEG). Bahan P3 selanjutnya dijadikan perlakuan dan TDEG tanpa fermentasi dijadikan sebagai kontrol uji pencernaan bahan pakan. Perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

P0 : Pelet komersil 69,5% + TDEG tanpa fermentasi 29,5% + Cr₂O₃ 1%

P1 : Pelet komersil 69,5% + TDEG difermentasi 29,5% + Cr₂O₃ 1%

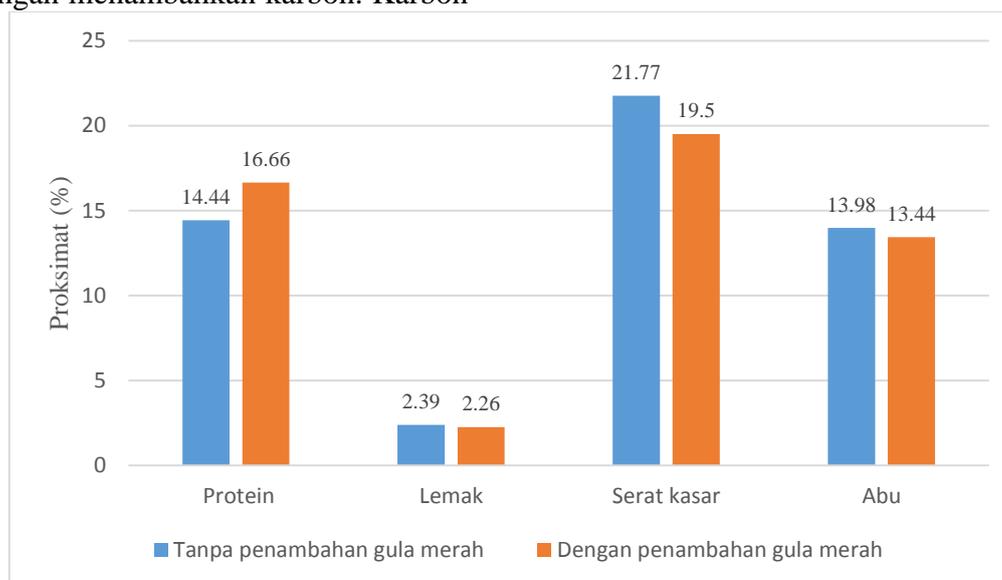
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Satu

1. Proksimat Tepung Daun Eceng Gondok yang Difermentasi Menggunakan Cairan Rumen Sapi Tanpa dan dengan Penambahan karbon

Pembuatan CRS dilakukan dengan 2 cara yaitu tanpa menambahkan karbon dan dengan menambahkan karbon. Karbon

yang digunakan adalah gula aren sebagai sumber nutrisi bagi mikroorganisme cairan rumen sapi yang akan diaktifkan atau dikultur. Cairan rumen sapi yang sudah difermentasi ditambahkan pada TDEG. Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui cairan rumen sapi terbaik yang dapat meningkatkan kualitas tepung daun eceng gondok. Hasil yang didapatkan, disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proksimat TDEG yang ditambahkan cairan rumen sapi

Berdasarkan Gambar 1 CRS dengan penambahan karbon memiliki kandungan protein lebih tinggi (16,66%) dibandingkan CRS tanpa penambahan gula aren (14,44%), disamping itu CRS dengan penambahan gula aren memiliki kandungan lemak, serat kasar dan abu lebih rendah dibandingkan dengan tanpa penambahan gula aren.

Peningkatan kandungan protein tersebut karena gula aren memiliki komposisi yang baik untuk menunjang pertumbuhan bakteri. Komposisi kimia tersebut yaitu air 10,3%, abu 2,8%, lemak 1,7%, protein 1,7% dan sukrosa 75,8%. Dalam 10 gram gula merah aren memiliki kandungan karbohidrat 95 gr, kalsium 75 mg, fosfor 35 mg dan zat besi 3 mg (Imanda, 2007; Sumanto 1993 dalam Heryani, 2016). Bakteri menggunakan nutrien-nutrien tersebut untuk tumbuh,

sehingga jumlah bakteri dalam cairan tersebut meningkat.

Mikroba yang terdapat dalam CRS menggunakan substrat yang dibutuhkannya dalam gula aren sebagai sumber makanan. Menurut Campbell (1985) dalam Lamid *et al.* (2011) bakteri selulolitik dalam cairan rumen merupakan bakteri saprofit yang memerlukan gula (karbohidrat) dalam jumlah tertentu, nitrogen organik, fosfor dan garam-garam mineral sebagai sumber energi, beberapa asam amino, vitamin, sterol dan sebagainya untuk memenuhi kebutuhan sel.

Cairan rumen sapi bersifat hangat, sedangkan lemak merupakan zat yang mudah teroksidasi ketika bersentuhan dengan oksigen dalam suhu di atas 27°C. Saat membuka hasil pembuatan starter suhu cairan rumen terasa lebih hangat dari pada suhu lingkungan, diperkirakan suhu

lebih tinggi dari 27°C, sehingga lemak teroksidasi dan kadar lemak yang tersisa menjadi berkurang.

Menurut Kurniawati (2004) dalam Qori'ah *et al.* (2016) penambahan karbohidrat akan meningkatkan aktivitas metabolisme mikroba, laju pertumbuhan mikroba dan laju degradasi substrat oleh mikroba rumen. Hal ini diperkirakan menjadi penyebab berkurangnya kandungan serat kasar dan kandungan abu di dalam cairan rumen sapi yang ditambahkan gula aren.

Tahap Dua

Pada penelitian tahap kedua eceng cairan rumen yang digunakan adalah cairan rumen sapi yang ditambahkan karbon. Cairan rumen sapi difermentasikan pada tepung daun eceng gondok.

Tabel 2. Pengukuran suhu dan pH selama proses fermentasi

Perlakuan	Suhu (°C)			pH		
	0 jam	12 jam	24 jam	0 jam	12 jam	24 jam
P0	td	td	td	td	td	td
P1	27	38	46	7	6	5,5
P2	27	38	46	7	6	5,5
P3	27	38	46	7	6	5,5
P4	27	38	46	7	6	5,5
P5	27	38	46	7	6	5,5

Keterangan: P1:1 kg TDEG + 100ml Cairan Rumen Sapi (CRS); P2:1 kg TDEG +200ml CRS.; P3 : 1 kg TDEG +300ml CRS.; P4 : 1 kg TDEG +400ml CRS.; P5 : 1 kg TDEG +500ml CRS.
td : tidak diukur.

Berdasarkan Tabel 2 P0 tidak diukur karena tidak dilakukan proses fermentasi. Perlakuan lainnya pada proses fermentasi berada pada suhu dan pH yang sama setiap waktu pengamatan. Pada jam ke 0 suhunya adalah 27°C, jam ke 12 adalah 38°C dan pada jam ke 24 adalah 46°C. pH fermentasi mengalami penurunan pada 0 jam adalah 7, 12 jam adalah 6 dan terakhir 24 jam adalah 5,5. Menurut Sonjaya (2001) pada waktu proses fermentasi berlangsung terjadi perubahan asam amino, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral, pH, suhu, kelembaban dan aroma dalam bahan. Kemudian Kunaepah (2008) menambahkan ada banyak faktor yang mempengaruhi fermentasi antara lain substrat, suhu, pH, oksigen dan mikroba yang digunakan.

1. Suhu dan pH Selama Proses Fermentasi

Fermentasi tepung daun eceng gondok menggunakan cairan rumen sapi yang telah diaktifkan dengan penambahan gula aren dilakukan selama 24 jam. Pengukuran suhu dilakukan pada awal fermentasi, jam ke 12 dan jam ke 24. Menurut Subrimobdi (2016) ada 6 faktor yang mempengaruhi fermentasi yaitu kadar gula, derajat keasaman (pH), temperatur (suhu), nutrisi, aerasi (oksigen) dan waktu. Sedangkan menurut Kurniati (2018) faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi yaitu suhu, pH, substrat dan mikroorganisme. Adapun hasil pengukuran suhu dan pH pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Fermentasi menggunakan starter cairan rumen sapi merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas tepung daun eceng gondok. Pada proses fermentasi aktivitas mikroorganisme diharapkan optimal sehingga aktivitas enzim berjalan optimal pula. Aktivitas enzim inilah yang mampu meningkatkan kualitas bahan.

Suhu merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme penghasil enzim tersebut (Putri dan Tsani, 2015). Ahira (2011) dalam Faizah (2017) menyatakan bahwa suhu dan pH adalah faktor utama yang mempengaruhi kerja enzim. Tiap enzim memerlukan suhu dan pH optimum yang berbeda-beda pada proses fermentasi

karena enzim adalah protein yang dapat mengalami perubahan bentuk jika suhu dan keasaman berubah. Diluar suhu dan pH yang sesuai, enzim tidak dapat bekerja secara optimal atau strukturnya mengalami kerusakan. Pratiwi (2008) menambahkan bahwa faktor yang sangat diperhatikan pada kerja enzim yang akan diaplikasikan dan mempengaruhi kestabilan enzim adalah suhu dan pH.

Pada fermentasi ini, terjadi peningkatan suhu berdasarkan lama waktu fermentasi. Hal ini sesuai dengan Azizah *et al.* (2012) menyatakan bahwa lamanya waktu fermentasi mempengaruhi suhu fermentasi karena pertumbuhan mikroba dipengaruhi suhu lingkungan fermentasi, dimana setiap mikroba memiliki kriteria suhu yang berbeda untuk pertumbuhannya.

Pada cairan rumen sapi terdapat suhu optimum bagi pertumbuhan bakteri dan kerja enzim suhu optimumnya adalah 39°C (Setyoko dan Utami, 2016) sedangkan menurut Bachrudin (2014) kebanyakan bakteri ini tumbuh pada suhu 40°C dan 45°C. Pada cairan rumen, mikroba yang paling diharapkan aktif adalah mikroba selulolitik. Aktivitas selulolitik berjalan baik pada kisaran suhu 30-50°C dan aktivitas tertinggi dihasilkan pada suhu 35°C (Nurhajati *et al.*, 2016). Artinya suhu fermentasi masih berada dalam batas toleransi pertumbuhan mikroba rumen.

pH fermentasi mengalami penurunan pada 0 jam adalah 7, 12 jam adalah 6 dan terakhir 24 jam adalah 5,5, dengan demikian berarti lama fermentasi dapat menurunkan nilai pH. Menurut Rahayu (2007) *dalam* Pratiwi *et al.* (2012) pada umumnya, semakin meningkatnya kandungan asam suatu bahan maka nilai pH akan semakin turun. Penurunan pH minuman kombucha diduga disebabkan oleh peningkatan konsentrasi zat-zat asam

selama proses fermentasi. Sreeramulu *et al.* (2000) *dalam* Afifah (2010) menyatakan bahwa penurunan pH terjadi karena selama proses fermentasi khamir mensintesis gula menjadi etanol dan oleh bakteri asetat dirombak menjadi asam-asam organik, seperti asam asetat dan asam glukonat dan beberapa konsentrasi asam-asam organik tersebut mengakibatkan penurunan pH medium fermentasi.

Nilai pH dapat dijadikan salah satu indikator terjadinya proses degradasi pakan yang baik, karena pada pH optimum mikroba penghasil enzim pencernaan serat kasar dapat hidup secara optimum (Syahrir *et al.*, 2009) sehingga dapat membantu peningkatan kualitas nutrisi tepung daun eceng gondok.

2. Uji Organoleptik TDEG

Uji organoleptik merupakan cara pengujian menggunakan indera manusia sebagai alat utama untuk menilai mutu produk atau kualitas dari produk. Uji organoleptik yang dilakukan saat penelitian yaitu tekstur dan aroma tepung daun eceng gondok.

Aroma

Aroma atau bau bahan pakan dapat diuji menggunakan indera penciuman. Hasil uji organoleptik mengenai aroma tepung daun eceng gondok yang difermentasi menggunakan cairan rumen sapi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengamatan aroma

Ulangan	Aroma					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
1	1.08	1.44	2.47	3.70	3.45	3.22
2	1.19	1.33	2.37	3.89	3.09	3.06
3	1.22	1.27	2.56	3.61	3.22	3.09
Jumlah	3.49	4.04	7.40	11.20	9.76	9.37
Rata-Rata	1.16 ± 0.02^a	1.35 ± 0.13^a	2.47 ± 0.15^a	3.73 ± 0.11^d	3.25 ± 0.16^c	3.12 ± 0.19^b

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan ada perbedaan nyata antar perlakuan ($P < 0,05$), P0 : Tepung Daun Eceng Gondok (TDEG) Tanpa Fermentasi; P1:1 kg TDEG + 100ml Cairan Rumen Sapi (CRS); P2:1 kg TDEG +200ml CRS.; P3 : 1 kg TDEG +300ml CRS.; P4 : 1 kg TDEG +400ml CRS.; P5 : 1 kg TDEG +500ml CRS.

Berdasarkan Tabel 3 proses fermentasi tepung daun eceng gondok oleh cairan rumen sapi pada penelitian ini dapat dilihat hasil uji organoleptik terhadap aroma P3 berbeda nyata terhadap P0 (kontrol), P1,P2,P4, dan P5. Skor perlakuan P3 adalah 3,73 yang menandakan aromanya adalah bau asam yang sedikit lebih kuat dari pada perlakuan lainnya. Skor pada perlakuan P4 adalah 3,25 dan P5 adalah 3,12 yang menandakan keduanya berbau asam sementara aroma pada P0, P1 dan P2 tidak berbeda nyata dengan masing-masing skor yaitu 1,16, 1,35 dan 2,47. Perubahan bau ini terjadi akibat aktivitas bakteri yang terdapat dalam cairan rumen sapi.

Hugas (1998) dalam Desniar *et al.* (2012) menyatakan bahwa bakteri asam laktat memainkan peran penting dalam fermentasi bahan yang menyebabkan perubahan aroma. Proses degradasi protein juga dapat mempengaruhi aroma. Deliani (2008) menyatakan proses degradasi protein menghasilkan antara lain polipeptida, asam amino, pepton, unsur N dan komponen yang dapat menimbulkan bau busuk seperti NH_3 . Bau menyengat dapat dijadikan indikator kadar NH_3 yang paling banyak. Hal ini senada dengan pendapat Sonjaya (2001), bahwa timbulnya aroma atau bau disebabkan karena zat bau yang dihasilkan setelah fermentasi bersifat volatil (mudah menguap) sehingga menimbulkan aroma khas pada bahan.

Mutmainah *et al.* (2016) menyatakan bahwa selama proses fermentasi terdapat aroma yang berbeda. Aroma tersebut timbul disebabkan oleh bakteri yang dapat merombak protein sehingga menyebabkan aroma yang tidak enak. Aroma tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas enzim proteolitik dalam menguraikan protein menjadi peptid atau asam amino secara anaerobik yang menghasilkan H_2S , amoniak, metil sulfide, amina dan senyawa lainnya.

Menurut Rifqiyah (2005) dalam Lokapirnasari *et al.* (2015) menjelaskan perkembangan dari mikroba tergantung pada karbon yang tersedia. Meningkatnya jumlah mikroba tersebut maka terjadi kompetisi diantara mikroba untuk mendapatkan karbon, sehingga ketersediaan karbon menjadi faktor pembatas.

P3 memiliki aroma asam yang lebih kuat daripada perlakuan lain diduga karena dosis cairan rumen sapi pada P3 merupakan dosis optimum bagi pertumbuhan mikroorganisme yang membantu proses fermentasi tepung daun eceng gondok, sehingga aroma/bau yang dihasilkan menjadi lebih baik daripada perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan Apriyani *et al.* (2017) yang menyatakan, pada pembuatan tape penggunaan jumlah ragi menjadi faktor utama yang harus diperhatikan karena jika jumlah ragi yang digunakan terlalu sedikit maka proses menjadi tape akan berjalan lama, akan

tetapi jika jumlah ragi yang digunakan terlalu banyak akan menghambat mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi dan mikroorganisme pembusuk akan tumbuh sehingga tape menjadi busuk.

Tabel 4. Hasil pengamatan tekstur

Ulangan	Tekstur					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
1	1.13	1.05	1.09	1.95	1.39	1.23
2	1.06	1.21	1.07	2.01	1.31	1.29
3	1.13	1.08	1.36	2.10	1.48	1.30
Jumlah	3.32	3.34	3.52	6.06	4.18	3.82
Rata-Rata	1.11 ± 0.04^a	1.11 ± 0.08^a	1.17 ± 0.16^a	2.02 ± 0.75^c	1.39 ± 0.85^b	1.27 ± 0.037^{ab}

Berdasarkan Tabel 4 perlakuan TDEG yang sudah difermentasi, masing-masing perlakuan memiliki tingkat kualitas tekstur yang berbeda, namun yang paling nampak perbedaannya adalah pada perlakuan P3 yaitu 2,02. Perlakuan P3 berbeda nyata dengan P0 yaitu 1,11, P1 yaitu 1,11, P2 yaitu 1,17, P4 yaitu 1,39 dan P5 yaitu 1,27. Hal ini dikarenakan 1 Kg TDEG +300ml CRS memiliki tekstur yang halus dibanding perlakuan lainnya, tidak begitu lembek, tidak berair tidak menggumpal dan berjamur sedikit.

Jamur adalah sel fungi yang mempunyai bentuk badan buah seperti payung dan pada bagian bawahnya berbilah (*gills*) (Hendritomo, 2010). Cairan rumen memiliki 4 mikroorganisme penting, salah satunya jamur (fungi) (Muslim *et al.*, 2014). Jamur menyukai bahan yang lembab, pada proses fermentasi TDEG menggunakan CRS, bahan menjadi lembab, hal inilah yang menjadikan TDEG ditumbuhi jamur.

Tekstur yang halus menunjukkan adanya penurunan kandungan serat kasar yang optimal. Penurunan kandungan serat kasar akan optimal pada perlakuan tertentu. Hal ini karena bakteri selulolitik mempunyai faktor pembatas untuk tumbuh optimal. Menurut Hernawati *et al.* (2010) penurunan kandungan serat pakan hasil fermentasi oleh bakteri selulolitik disebabkan adanya jumlah bakteri selulolitik yang sesuai dengan jumlah sumber nutrisi yang tersedia sehingga tidak terjadi

Tekstur

Tekstur adalah keadaan fisik yang dapat dilihat, dirasa dan diamati melalui panca indera. Tekstur dari setiap perlakuan berdasarkan uji organoleptik dapat dilihat pada Tabel 4.

kompetisi antar mikroba dan mikroba dapat tumbuh secara optimal sehingga dalam melakukan aktivitas mendegradasi selulosa dalam bahan pakan lebih optimal atau dengan kata lain bakteri selulolitik mampu menghasilkan enzim selulase yang dapat mendegradasi selulosa secara lebih baik dari pada saat jumlah bakteri tidak terlalu sedikit atau terlalu banyak.

3. Proksimat TDEG Difermentasi dengan Dosis CRS yang Berbeda

Analisa proksimat bahan dilakukan untuk mengetahui kandungan nutrisi yang terdapat dalam bahan pakan. Kandungan nutrisi didalam bahan pakan ini diperlukan sebagai gambaran baik atau tidak suatu bahan untuk menjadi bahan alternatif sehingga dapat menekan harga pakan atau dalam kata lain dapat meningkatkan keuntungan. Data yang diperoleh dari analisa proksimat yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisa uji proksimat TDEG

Perlakuan	Serat Kasar (%)	Protein (%)	Lemak (%)
P0	20,04±0,11 ^b	11,31±0,46 ^a	1,08±0,01 ^d
P1	25,29±0,42 ^d	11,95±0,38 ^b	0,66±0,00 ^b
P2	22,92±0,61 ^c	12,56±0,15 ^{bc}	0,66±0,00 ^b
P3	16,80±0,40 ^a	13,32±0,03 ^d	0,33±0,00 ^a
P4	20,12±0,11 ^b	12,78±0,38 ^c	0,98±0,00 ^c
P5	20,02±0,76 ^b	12,34±0,02 ^{bc}	0,65±0,00 ^b

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa perlakuan terbaik berada pada P3. Pada perlakuan P3 kadar serat kasar adalah kadar serat kasar terendah yaitu 16,80% selanjutnya P5 yaitu 20,02%, P0 yaitu 20,04%, P4 yaitu 20,12%, P2 yaitu 22,92% dan P1 yaitu 25,29%. Pada perlakuan P3 kadar protein adalah kadar protein tertinggi yaitu 13,32% selanjutnya P4 yaitu 12,78%, P2 yaitu 12,56%, P5 yaitu 12,34%, P1 yaitu 11,95% dan P0 yaitu 1,31%. Pada perlakuan P3 kadar lemak adalah kadar abu terendah yaitu 0,33% selanjutnya P5 yaitu 0,65%, P1 yaitu 0,66%, P2 yaitu 0,66%, P4 yaitu 0,98% dan P0 yaitu 1,08%.

Penggunaan cairan rumen berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan kadar serat kasar TDEG fermentasi. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan CRS sebagai fermentor TDEG mampu menurunkan dan meningkatkan kandungan serat kasar. Kandungan serat kasar P0 (kontrol) yaitu 20,04% mengalami penurunan tertinggi pada P3 yaitu menjadi 16,80%. Menurut Nalar *et al.* (2014) penurunan kandungan serat kasar terjadi karena mikroorganisme yang terdapat dalam cairan rumen mendegradasi kandungan serat kasar. Mikroorganisme tersebut yaitu *Fibrobacter succinogenes*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Ruminococcus albus* dan *R. flavifaciens*. Menurut Al-arif dan Lamid (2014) penurunan kandungan serat kasar disebabkan adanya proses degradasi serat kasar sehingga konsentrasinya menurun.

Menurut Yogyaswari *et al.* (2016) dalam rumen sapi terdapat bakteri selulolitik yang merupakan salah satu jenis bakteri penghasil enzim selulase yang mampu menghidrolisis selulosa kompleks

dari pakan hijauan menjadi glukosa. Selain bakteri ada juga jamur di dalam rumen yang sangat bermanfaat dalam mencerna pakan berserat. Salah satunya adalah *Aspergillus terreus* yang dapat menghasilkan enzim selulase yang dapat memecah polisakarida menjadi glukosa.

Penurunan kandungan serat kasar akan optimal pada perlakuan tertentu. Hal ini karena bakteri selulolitik mempunyai faktor pembatas untuk tumbuh optimal. Menurut Hernawati *et al.* (2010) penurunan kandungan serat pakan hasil fermentasi oleh bakteri selulolitik disebabkan adanya jumlah bakteri selulolitik yang sesuai dengan jumlah sumber nutrisi yang tersedia sehingga tidak terjadi kompetisi antar mikroba dan mikroba dapat tumbuh secara optimal sehingga dalam melakukan aktivitas mendegradasi selulosa dalam bahan pakan lebih optimal atau dengan kata lain bakteri selulolitik mampu menghasilkan enzim selulase yang dapat mendegradasi selulosa secara lebih baik dari pada saat jumlah bakteri tidak terlalu sedikit atau terlalu banyak. Hal inilah yang menjadi penyebab pada perlakuan P3 penurunan serat kasar menjadi tinggi.

Hasil penelitian menunjukkan penggunaan CRS sebagai fermentor TDEG mampu meningkatkan kandungan protein bahan. Kandungan protein awal P0 yaitu 11,31% mengalami peningkatan tertinggi pada P3 yaitu menjadi 13,32%.

Peningkatan jumlah protein tersebut karena pada jumlah yang optimum terjadi proses fermentasi pada TDEG oleh mikroba rumen yang dapat mendegradasi protein menjadi molekul sederhana secara optimum pula. Menurut Ginting (2005) laju degradasi protein pada cairan rumen

mampu memaksimalkan kandungan protein pada fermentasi. Selain itu menurut Uhi *et al.* (2006) mikroba dalam rumen juga merupakan sumber zat nutrisi utama yaitu protein. Artinya TDEG fermentasi juga mendapat sumbangan protein dari bakteri secara langsung.

Peningkatan kandungan protein kasar juga dapat disebabkan karena adanya penurunan senyawa lain yaitu serat kasar terfermentasi dan menghasilkan gas yang hilang. Penggunaan isolat selulolitik tersebut dapat menurunkan kandungan serat kasar. Bila nitrogen meningkat maka menunjukkan unsur karbon yang turun (Rifqiyah, 2005 dalam Lokapirnasari *et al.*, 2015). Menurut Sodiq dan Abidin (2008) pada jumlah tertentu bakteri rumen mampu mensintesis asam amino dari zat yang mengandung NH_3 yang merupakan bahan utama pembentuk asam amino. Pada proses fermentasi mikroba akan menghasilkan enzim yang akan mendegradasi senyawa-senyawa kompleks menjadi lebih sederhana, dan mikroba juga akan mensintesis protein yang merupakan protein enrichment yaitu pengkayaan bahan protein.

Peningkatan kandungan protein juga dapat terjadi karena penambahan gula aren pada saat pengaktifan starter cairan rumen sapi. Gula aren memiliki komposisi yang baik untuk menunjang pertumbuhan bakteri.. Komposisi kimia tersebut yaitu air 10,3%, abu 2,8%, lemak 1,7%, protein 1,7% dan sukrosa 75,8%. Dalam 10 gram gula merah aren memiliki kandungan karbohidrat 95 gr, kalsium 75 mg, fosfor 35 mg dan zat besi 3 mg (Imanda, 2007 dalam Heryani, 2016). Bakteri menggunakan nutrien-nutrien tersebut untuk tumbuh, sehingga jumlah bakteri dalam cairan tersebut meningkat.

Hasil uji anava pada kadar protein menunjukkan $P < 0,05$ artinya perbedaan dosis starter cairan rumen sapi berpengaruh terhadap kadar protein tepung daun eceng gondok. Kemudian dilanjutkan dengan uji duncan. Hasilnya menunjukkan adanya perbedaan perlakuan P1,P3,P4

berbeda nyata dengan P0 sedangkan pada perlakuan P2 tidak berbeda nyata dengan P5.

Kandungan protein P1, P2, P4 dan P5 lebih rendah dibandingkan P3 karena bakteri memiliki faktor pembatas untuk tumbuh dengan optimum. Protein TDEG P1 dan P2 memberi gambaran bahwa semakin sedikit jumlah cairan rumen yang digunakan berarti jumlah mikroba bekerja pada proses fermentasi semakin sedikit, sehingga kemampuan untuk mensintesa serat kasar menjadi lebih kecil. P4 dan P5 memberi gambaran bahwa semakin besar jumlah cairan rumen yang digunakan maka jumlah mikroba yang bekerja pada proses fermentasi akan semakin besar, sehingga terjadi persaingan antar mikroba untuk tumbuh optimum.

Menurut Rifqiyah (2005) dalam Lokapirnasari *et al.* (2015) menjelaskan perkembangan dari mikroba tergantung pada karbon yang tersedia. Meningkatnya jumlah mikroba tersebut maka terjadi kompetisi diantara mikroba untuk mendapatkan karbon, sehingga ketersediaan karbon menjadi faktor pembatas. Hal ini sependapat dengan Nalar (2014) yang menyatakan persentase bakteri selulolitik yang tinggi dan tidak diimbangi dengan kandungan nutrisi yang sesuai dapat menyebabkan aktivitas bakteri selulolitik untuk tumbuh selama proses fermentasi akan menjadi terhambat. Tanpa kandungan nutrisi yang lengkap perombakan protein tidak dapat berjalan optimal karena bakteri selulolitik tidak akan hidup dan berkembang dengan baik.

Hasil uji anava menunjukkan bahwa penggunaan cairan rumen berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kandungan kadar lemak TDEG dengan menggunakan cairan rumen. Tingkat kandungan kadar lemak terendah dihasilkan oleh perlakuan P3 yaitu 0,33%. Penurunan kadar lemak dengan perlakuan fermentasi yang ditambahkan cairan rumen diduga karena terjadi penguraian lemak yang terdapat dalam TDEG selama proses fermentasi oleh kinerja mikroorganisme.

Beberapa spesies bakteri menggunakan glycerol dan sedikit gula, sementara itu beberapa spesies lainnya dapat menghidrolisa asam lemak tak jenuh dan sebagian lagi dapat menetralsir asam lemak rantai panjang menjadi keton. Enzim lipase bakteri dan protozoa sangat efektif dalam menghidrolisa lemak dalam chloroplast. Mikroorganisme di dalam rumen menghasilkan enzim yang mampu menghidrolisis selulosa dan hemiselulosa serta pati dengan adanya simbiosis dengan mikroorganisme lain yang terdapat dalam rumen. Hasil hidrolisis yang berupa rantai karbon sederhana dimanfaatkan menjadi asam lemak volatile yang mampu diserap oleh tubuh dan dijadikan sumber energi bagi hewan ruminansia (Arora, 1989).

Tabel 6. Aktivitas enzim

Nama Enzim	Aktivitas Enzim (U/mL)
Amilase	5,792
Protease	0,042
Lipase	0,035
Selulase	0,020
Fitase	1,095

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa, aktivitas enzim amilase lebih besar dari pada kandungan enzim lainnya. Aktivitas enzim tersebut berturut-turut adalah amilase yaitu 5,792, fitase yaitu 1,095, protease yaitu 0,042, lipase yaitu 0,035 dan selulase 0,020.

Jenis makanan yang dikonsumsi oleh hewan ruminansia akan mempengaruhi aktivitas enzim. Jenis makanan yang paling banyak ditemukan dalam rumen sapi uji adalah rumput. Menurut Asikin (2018) kandungan total pati pada tanaman rumput cukup tinggi yaitu antara 25-40%. Nangin dan Sutrisno (2015) menyatakan bahan yang mengandung pati akan memiliki kandungan enzim amilase yang tinggi karena mikroba pada bahan tersebut membutuhkan aktivitas amilase yang tinggi untuk menghidrolisis pati sehingga dapat dimanfaatkan nutrisinya.

Tahap Tiga

Hasil uji organoleptik dan uji proksimat, menunjukkan bahwa dosis cairan rumen terbaik untuk meningkatkan kualitas nutrisi tepung daun eceng gondok adalah perlakuan P3 (Penambahan cairan rumen sapi 300 ml/kg TDEG). Maka dilakukan pengamatan kandungan enzim dan pencernaan bahan pada dosis cairan rumen sapi Penambahan cairan rumen sapi 300 ml/kg TDEG.

1. Aktivitas Enzim

Mikroba di dalam cairan rumen dapat mempengaruhi kandungan enzim, aktivitas enzim inilah yang akan menjadi gambaran bertambah atau berkurangnya proksimat dari bahan uji melalui degradasi. Hasil analisa aktivitas enzim cairan rumen sapi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tingginya aktivitas amilase juga diduga karena proses pengamatan enzim. Pengamatan enzim dilakukan pada waktu puncak pembentukan tertinggi, yaitu jam ke 24. Hal ini sesuai dengan Nangin dan Sutrisno (2015) yang menyatakan enzim amilase umumnya dihasilkan mulai fase adaptasi dan mencapai puncaknya pada saat fase eksponensial akhir mikroba, pada mikroba pembentukan enzim amilase tertinggi dicapai pada jam ke 24.

Perbedaan aktivitas enzim ini juga dapat dipengaruhi oleh posisi cairan rumen yang kita ambil. Martin *et al.* (1999) dalam Fitriyani (2010) melaporkan bahwa terdapat perbedaan aktivitas enzim pada rumen bagian perut (ventral) dan bagian punggung (dorsal). Hal ini disebabkan adanya perbedaan keragaman bakteri dan protozoa pada bagian tersebut. Jika pada area tersebut populasi mikroba-nya tinggi, aktivitas enzim akan tinggi, begitupun sebaliknya.

Populasi mikroba rumen dipengaruhi oleh keberadaan VFA (Volatile Fatty Acid/asam lemak terbang) dan NH_3 . Rasio VFA dan NH_3 merupakan dampak dari rasio bahan organik protein kasar dan serat kasar yang terkandung pada bahan (Febriana, 2017). Maka semakin baik rasio bahan organik/protein kasar dan bahan organik serat kasar produksi enzim akan semakin baik.

Secara umum kandungan enzim dipengaruhi pula oleh beberapa faktor, terutama adalah substrat, pH dan suhu. Tiap enzim memerlukan suhu dan pH optimum yang berbeda karena enzim adalah protein yang dapat mengalami

perubahan bentuk jika suhu dan pH berubah. Jika suhu dan pH tidak sesuai, enzim tidak dapat bekerja optimal (Ahira, 2011 *dalam* Faizah, 2017). Secara umum pH optimum bagi aktivitas enzim adalah 5,4 sedangkan suhu optimum adalah 39°C (Setyoko dan Utami, 2016).

2. Kecernaan bahan

Uji kecernaan bahan dilakukan untuk melihat kemampuan ikan untuk mencerna bahan pakan yang dikonsumsi. Setelah dilakukan pemeliharaan ikan jelawat selama 22 hari dengan pemberian pakan kontrol dan pakan uji. Data kecernaan bahan yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kecernaan bahan pada pakan yang mengandung fermentasi TDEG

Perlakuan	Kecernaan Bahan (%)
RU1	30,40
RU2	23,74
RU3	32,44

Keterangan : RU1 : Fermentasi tepung daun eceng gondok ulangan 1
 RU2 : Fermentasi tepung daun eceng gondok ulangan 2
 RU3 : Fermentasi tepung daun eceng gondok ulangan 3

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa kecernaan bahan yang mengandung fermentasi TDEG untuk pakan ikan jelawat adalah 23,74-32,44%. Kecernaan ini lebih rendah dibandingkan Rompas *et al.* (2016) yang memberikan daun eceng gondok pada itik memiliki kecernaan berkisar 69,435-71,569%. Hal ini diduga karena ikan memiliki alat pencernaan yang tidak sekompleks pencernaan itik. Hal ini juga disebabkan pakan yang diberikan dalam bentuk ransum pada itik memiliki tekstur lebih halus dan lembut dibandingkan pakan berupa pelet yang diberikan pada ikan. Ikan memiliki ekosistem di dalam perairan, sehingga bila diberikan pakan yang terlalu halus, pakan akan menyebar sebelum dapat dikonsumsi oleh ikan.

Daya cerna protein ikan dipengaruhi oleh ukuran ikan, daya cerna akan semakin tinggi dengan bertambah besarnya ukuran ikan. Beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi daya cerna bahan adalah adanya antinutrisi, adanya

reaksi protein dengan komponen lain dan pengolahan bahan pakan tersebut. Apabila daya cerna rendah artinya jumlah asam amino yang dapat diserap tubuh ikan juga rendah (Saputra, 2014). Namun demikian, menurut Sibarani (2018) kecernaan pakan jauh lebih baik setelah dilakukan fermentasi menggunakan cairan rumen sapi dibandingkan dengan yang tidak diberi cairan rumen sapi.

Pada penelitian Sibarani (2018) tepung daun eceng gondok yang difermentasi menggunakan cairan rumen sapi yang dikombinasikan dengan tepung kedelai mampu meningkatkan kecernaan pakan sebesar 81,38%. Hal ini diduga karena sebelum dilakukan pengamatan kecernaan, ikan telah dipelihara selama 56 hari menggunakan pakan yang diberi daun eceng gondok, sehingga ikan telah beradaptasi dengan makanan yang diberikan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan daya ikan jelawat terhadap tepung daun eceng gondok, perlu dilakukan adaptasi terlebih dahulu. Selain

itu, ukuran ikan yang sudah diadaptasi juga semakin besar, semakin besar ukuran

ikan, semakin tinggi daya cerna ikan terhadap pakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asikin, N. 2018. Kandungan Gula dan Pati Dalam Tanaman Rumput Tropis dan Hubungannya Terhadap Utilisasi Nutrien *in vitro*. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Azizah, N, Al-Baarri, A. N dan Mulyani, S. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol, pH dan Produksi Gas Pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whwey dengan Subtitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. 1 (2):72-77*.
- Bachruddin, Z. 2014. Teknologi Fermentasi, Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Bahar, B. 2006. Panduan Praktis Memilih dan Menangani Produk Perikanan. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Bani, C. S. 2013. Evaluasi Tepung Biji Kapuk *Ceiba petandra* Gaertn yang Difermentasi Cairan Rumen Domba sebagai Pengganti Bungkil Kedele dalam Pakan Ikan Bawal *Collosoma macropomum*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Faizah, M. 2017. Pengaruh Suhu dan pH Terhadap Aktivitas Enzim Protease *Bacillus Subtilis* dari Daun Kenikir (*Cosmos sulphureus*) yang Ditumbuhkan dalam Media Campuran Limbah Cair Tahu dan Dedak. [Skripsi]. Malang. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Febriana, L. 2017. Populasi Mikroba Rumen Dan Fermentabilitas In Vitro Hi-Fer Pucuk Tebu. [Skripsi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Fitriliyani, I. 2010 Peningkatan Kualitas Nutrisi Tepung Daun Lamtoro dengan Penambahan Ekstrak Enzim Cairan Rumen Domba (*Ovis aries*) untuk Bahan Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Indonesia, 9 (1) : 30-37*
- Gusrina. 2008. Budidaya Ikan Jilid 2. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Hendritomo, H. I. 2010. Jamur Konsumsi Berkhasiat Obat. Lily Publisher. Yogyakarta
- Heryani, H. 2016. Keutamaan Gula Aren dan Strategi Pengembangan Produk. Lambung Makurat University Press. Banjarmasin.
- Kunaepah, U. 2008. Pengaruh lama Fermentasi dan Konsentrasi Glukosa Terhadap Aktivitas Antibakteri Polifenol Total dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah. *Tesis*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Lamid, M, T.P. Nugroho, S. dan K. Rochiman. 2011. Exploration cellulolytic of Bacterium of Rumen Liquid Beef Catsle As Inoculum of Waste Aquaculture. Universitas Airlangga. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Hewan. 4 (1): 37-42*
- Lokapirnasari, W. P, Setiawan, A Dan Prawesthirini, S. 2015. Potensi Kombinasi Bakteri dan Jamur Selulolitik pada Fermentasi Bekatul Terhadap Kandungan Serat Kasar dan Protein Kasar. *Buletin Peternakan. 39(3):174-179*

- Mahmilia, F. 2005. Perubahan Nilai Gizi Tepung Eceng Gondok Fermentasi dan Pemanfaatannya sebagai Ransum Ayam Pedaging. *JITV* 10 (2): 90-95.
- Mahyudin, K. 2010. Panduan Lengkap Agribisnis Patin. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nangin, D Dan Sutrisno, A. 2015. Enzim Amilase Pemecah Pati, dari Mikroba. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3 (3) : 1032-1039.
- Pratiwi, A, Elfita dan Aryawati, R. 2012. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Pada Pembuatan Minuman Kombucha dari Rumpuk Laut *Sargassum* sp. *Maspuri Journal*. 4(1):131-136.
- Pratiwi, A, Elfita dan Aryawati, R. 2012. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Pada Pembuatan Minuman Kombucha dari Rumpuk Laut *Sargassum* sp. *Maspuri Journal*. 4(1):131-136.
- Putri, A.D dan Tsani, T.S. 2005. Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Rumen Sapi Terhadap Produksi Biogas dari Vinnasi. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4 (1):1-5
- Rahmad, F. A. 2017. Pemanfaatan Tepung Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terfermentasi Menggunakan Cairan Rumen Sapi dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoeveni*). [Skripsi]. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Rompas, R., B. Tulung, J.S. Mandey, M. Regar. 2016. Penggunaan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terfermentasi dalam Ransum Itik terhadap Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organic. *Jurnal Zootek*, 36 (2). 372-378
- Sari, S. M. 2018. Pakan Unggas dan Ikan : Biaya Produksi Terancam Naik. <https://sumatra.bisnis.com/read/20180424/452/787846/pakan-unggas-ikan-biaya-produksi-terancam-naik>. Diakses 22 Oktober 2018.
- Setyoko, H dan Utami, B. 2016. Isolasi dan Karakterisasi Enzim Selulase Cairan Rumen Sapi untuk Hidrolisis Biomassa. *Proceeding Biology Education Conference*, (ISSN: 2528-5742), 13(1) 2016: 863-867
- Sibarani, D.Y. 2018. Pemanfaatan Tepung Daun Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terfermentasi Menggunakan Cairan Rumen Sapi dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Patin Siam (*Pangasius Hypophthalmus*). *Skripsi*, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau. Riau.
- Sonjaya, T. 2001. Nilai Retensi Nitrogen dan Kandungan Energy Metabolis Tepung Bulu Ayam, yang Mendapatkan Perlakuan Kimiawi, Biologis, dan Enzimatis. [Skripsi] Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan. Intitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Subrimobdi, W. B. 2016. Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Saccharomyces Cerevisiae Terhadap Tingkat Produksi Bioetanol Dengan Bahan Baku Nira Siwalan. *Jurnal Tugas Akhir*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.