

**PENGARUH SUBSTITUSI RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) DALAM PAKAN RUMPUT
GAJAH (*Pennisetum purpureum*) TERHADAP KONSENTRASI VFA PARSIAL
DAN ESTIMASI PRODUKSI GAS METANA SECARA *IN-VITRO***

Effect of *eucheuma cottonii* Seaweed Substitution in Elephant Grass (*pennisetum purpureum*) on *In Vitro* Individual VFA and Methane Gas Production Estimation

Denis Hikmawan, Erwanto, Muhtarudin, dan Farida Fathul

Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture Lampung University
Soemantri Brojonegoro No.1 Gedong Meneng Bandar Lampung 35145
e-mail : hikmawan.denis@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this study was to determine effect of *Eucheuma cottonii* seaweed substitution in elephant grass on *in vitro* individual VFA and methane gas production estimation. This *in vitro* research was conducted in Laboratory of Nutrition of Indonesia Livestock Research Institute (ILRI), Ciawi, Bogor from October to November 2018. This research used Completely Randomized Design with 4 treatments and 3 replications. The treatments were P0 = Elephant Grass 100%; P1 = Elephant Grass 96% + *E. cottonii* 4%; P2 = Elephant Grass 92% + *E. cottonii* 8%; dan P3 = Elephant Grass 88% + *E. cottonii* 12%. The data obtained were analyzed using covariance and continued with the Least Significance Difference (LSD) test. The results showed that *Eucheuma cottonii* seaweed substitution level in elephant grass has highly significant effect ($P < 0,01$) on total VFA, acetate, propionate, butyrate acid proportion and methane gas production estimation. Moreover, there is the best level of *Eucheuma cottonii* seaweed in decreasing methane gas production estimation on 4% level with producing 18,49 mM of methane gas although total VFA (58,05mM) and individual VFA are also decreasing both of acetate acid 38,02 mM, propionate acid 11,33 mM, and butyrate acid 4,61 mM.

Keywords : Volatile fatty acid (VFA), Methane gas, Seaweed, Elephant grass, In vitro

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk yang cepat dan masif akan terus terjadi di dunia. FAO (2009) memperkirakan pada tahun 2011 jumlah penduduk dunia mencapai 7 miliar jiwa dan akan menjadi 9 miliar pada tahun 2050. Sementara itu, Badan Pusat Statistik (2014) memprediksi jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2035 akan mencapai 305 juta jiwa dari sekitar 238 juta jiwa pada tahun 2010. Data ini menunjukkan bahwa kebutuhan pangan akan semakin meningkat seiring dengan kenaikan jumlah penduduk. Peternakan yang menjadi salah satu bagian ruang lingkup pertanian memiliki peranan yang vital dalam memenuhi kebutuhan pangan dunia tersebut.

Namun, seiring dengan peningkatan pembangunan peternakan dalam memenuhi kebutuhan pangan dunia terdapat suatu masalah yang cukup kompleks. Hal tersebut adalah gas emisi rumah kaca yang dihasilkan oleh industri peternakan khususnya ruminansia (sapi, domba,

dan kambing). Metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2) merupakan hasil samping dalam proses pencernaan dalam rumen ruminansia. CH_4 dan CO_2 dikeluarkan melalui sendawa dan feses hewan.

Produksi gas metana sangat erat kaitannya dengan produksi gas CO_2 dan dua jenis asam lemak terbang yaitu asam asetat dan asam butirrat. Dalam pembentukan gas metana bakteri *methanogenes* secara intensif akan menggunakan H_2 yang diperoleh dari format dan dari asam asetat dan butirrat (Church, 1976), sedangkan asam propionat adalah satu-satunya asam lemak terbang yang tidak ada kaitannya dengan produksi gas metana. Gas CO_2 dihasilkan pada saat produksi asam propionat, sehingga pakan yang banyak menghasilkan asam propionat akan menghasilkan banyak CO_2 . Hal ini mengindikasikan bahwa komposisi asam lemak terbang yang dihasilkan selama proses fermentasi pakan di dalam rumen akan berpengaruh terhadap produksi gas metana. Baker (1997) menjelaskan bahwa gas metana

yang diproduksi dalam rumen merefleksikan kehilangan energi pakan yang dikonsumsi ternak yang mengindikasikan rendahnya efisiensi penggunaan pakan oleh ternak.

Rumput laut sebagai salah satu komoditi unggulan Indonesia menyimpan potensi besar sebagai pakan ternak. Selain itu, rumput laut dapat menekan gas rumah kaca pada rumen. *Asparagopsis taxiformis* (Rhodophyta) merupakan spesies rumput laut yang dapat menekan produksi gas metana pada rumen sapi secara *in vitro*, selain itu terdapat perubahan profil proporsi VFA dengan adanya peningkatan asam propionat dan penurunan asam asetat (Kinley et al., 2016). *Asparagopsis* sangat efektif karena mengandung senyawa kimia yang disebut dengan bromoform (CHBr₃) yang dapat memanipulasi mikroba pencernaan enzim yang bertanggung jawab atas produksi metana. Selain itu, jenis rumput laut lain seperti *Gigartina sp*, *Ulva sp*, *Saccharina latissima*, *Laminaria ochroleuca*, dan *Gracilaria vermiculophylla* juga efektif menurunkan produksi gas metana pada rumen sapi (Maia et al., 2016).

Eucheuma cottonii merupakan spesies rumput laut yang banyak dibudidayakan di perairan Indonesia. Hal tersebut dikarenakan manfaat pikokoloidnya yang besar yaitu karaginan dan agar serta teknik budidayanya yang relatif mudah dan murah. *Eucheuma cottonii* merupakan rumput laut merah (Rhodophyta) yang kaya akan pigmen fotosintesis dan pigmen aksesoris lainnya, yaitu klorofil a, α -karoten, β -karoten, fikobilin, neozantin dan zeaxanthin (Luning, 1990). Belum ada studi yang menyelidiki pengaruh penambahan rumput laut ini pada produksi gas metana dalam rumen.

MATERI DAN METODE

Materi

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah rumput gajah yang diambil di Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, rumput laut *Eucheuma cottonii* yang berasal dari Pantai di Kalianda, Lampung Selatan, cairan rumen sapi dari rumah pemotongan hewan.

Peralatan yang digunakan adalah terpal, mesin *disk mill*, timbangan analitik, corong, tabung Erlenmeyer, pipa volumetric, pH meter, botol fermentor dan tutup karet, tabung reaksi, tabung gas CO₂, penjepit, *shaker waterbath*, kertas saring, *sentrifuge*, oven, dan gas *chromatography* (GLC, Hewlett Packard, 3700, USA).

Metode

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode *in vitro* yang dilakukan pada botol fermentor dengan dua belas unit satuan percobaan, menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan ransum yang diberikan, yaitu;

P0 = Rumput Gajah 100%

P1 = Rumput Gajah 96% + *E. cottonii* 4%

P2 = Rumput Gajah 92% + *E. cottonii* 8%

P3 = Rumput Gajah 88% + *E. cottonii* 12%

Penelitian dilakukan secara *in vitro* dengan menggunakan metode dari Theodorou dan Brooks (1990). Sampel yang digunakan sebagai substrat yang diuji adalah rumput gajah dan rumput laut *Eucheuma cottonii* yang telah dikering oven pada suhu 60°C dan digiling. Sebanyak masing-masing 1 gram sampel dimasukkan dalam setiap botol *in vitro* yang telah berisi 96ml larutan basal. Masing-masing sample diulang 3kali. Setiap botol kemudian diinokulasi dengan sumber mikroba dari cairan rumen sapi potong. Lamanya inkubasi adalah 48 jam, dengan masa pengamatan dilakukan pada interval waktu 2,6, 12, 18, 24, 36, dan 48 jam. Produksi gas metana diestimasi dari konsentrasi asam lemak terbang (VFA) parsial yang meliputi konsentrasi asam asetat, asam propionat dan asam butirat. Analisa konsentrasi asam lemak terbang dilakukan dengan menggunakan *Gas Liquid Chromatography* (GLC, Hewlett Packard, 3700, USA).

Produksi gas metana diestimasi dari konsentrasi asam lemak terbang (VFA) parsial yang meliputi konsentrasi asam asetat, asam propionat dan asam butirat. Penghitungan produksi gas metana dilakukan dengan menggunakan data dari konsentrasi asam lemak terbang yaitu konsentrasi dari tiga komponen utama yaitu asam asetat, asam butirat dan asam propionat. Estimasi produksi gas metana dihitung dengan menggunakan rumus dari Owens dan Goetsch (1988), yaitu:

$$\text{CH}_4 = 0,5 [\text{asetat}] + 0,5 [\text{butirat}] - 0,25 [\text{propionat}]$$

[asetat] : konsentrasi asam asetat (mM)

[butirat] : konsentrasi asam butirat (mM)

[propionat]: konsentrasi asam propionat (mM)

Kandungan nutrisi bahan pakan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan nutrisi pakan perlakuan

Bahan Pakan	Kandungan Nutrisi (% BK)	
	Rumput gajah	Rumput laut
	dalam bahan kering	
Serat Kasar*	36,54	5,94
Air*	9,96	9,88
Abu*	11,1	35,69
Lemak	2,5**	0,53***
Protein	10,1**	3,82***

* Hasil Analisis Laboratorium Balai Penelitian Ternak Ciawi

** Hartadi *et al.* (1993)

*** Liem (2013)

Analisis data

Data yang diperoleh dari hasil penelitia dianalisis menggunakan analisis ragam (ANARA) dan jika berpengaruh nyata maka akan dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf nyata 5% dan atau 1%

Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati pada penelitian ini adalah VFA Parsial dan Estimasi Produksi Gas Metana

HASIL DAN PEMBAHASAN

VFA Parsial

Hasil analisis kovarian pada tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian rumput laut *E.cottonii* pada level 4% dan 12% sangat nyata ($P < 0,01$) menurunkan produksi VFA total. Produksi VFA total yang diberi ransum perlakuan P1 dan P3 mengalami penurunan dari $69,06\text{mM} \pm 3,14$ menjadi $58,05\text{mM} \pm 2,21$ dan $59,33\text{mM} \pm 1,63$ dibandingkan oleh kontrol (P0). Hal berbeda terjadi pada ransum perlakuan P2,

produksi VFA total mengalami peningkatan sebesar $74,06\text{mM} \pm 1,48$ dibandingkan kontrol (P0) walaupun dalam uji lanjut beda nyata terkecil tidak berbeda nyata ($P > 0,01$).

Penurunan VFA total akibat penambahan level dosis rumput laut juga dilaporkan oleh Kinley *et al.*, (2016). Produksi VFA sangat tergantung pada ragam karbohidrat yang terkandung dalam suatu bahan. Meningkatnya produksi VFA total berarti meningkat pula fermentasi karbohidrat dalam rumen (Baldwin dan Denham, 1979). Penurunan produksi VFA total pada ransum perlakuan P1 dan P3 diduga disebabkan kandungan serat kasar sebagai sumber karbohidrat pada ransum tersebut semakin menurun. Rumput gajah yang digunakan pada penelitian ini memiliki serat kasar 36,54% sedangkan rumput laut *E.cottonii* memiliki kandungan serat kasar sebesar 5,94%. Peningkatan substitusi level rumput *E.cottonii* dan penurunan level rumput gajah menyebabkan serat kasar pada ransum perlakuan semakin menurun.

Pada peubah VFA parsial, substitusi *E.cottonii* dengan rumput gajah pada level 4% (P1) sangat nyata ($P < 0,01$) menurunkan proporsi asetat (C_2), propionat (C_4), dan butirat (C_5) dibandingkan dengan kontrol (P0) dan pada pemberian level 12% (P3) sangat nyata ($P < 0,01$) menurunkan proporsi asam asetat dan asam butirat dibandingkan dengan kontrol. Namun pada level pemberian *E.cottonii* pada level 8% (P2) sangat nyata ($P < 0,01$) hanya meningkatkan proporsi asetat dibandingkan dengan kontrol (P0). Profil VFA parsial yang dihasilkan oleh semua ransum perlakuan memiliki nilai molar

Tabel 2. Pengaruh ransum perlakuan terhadap rata-rata produksi VFA total, VFA parsial, dan estimasi produksi gas metana

Peubah	Ransum Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
VFA total (mM)	$69,06^b \pm 3,14$	$58,05^a \pm 2,21$	$74,06^b \pm 1,48$	$59,33^a \pm 1,63$
• Asam asetat (C_2) (mM)	$44,11^b \pm 1,13$	$38,02^a \pm 0,65$	$48,31^c \pm 0,97$	$38,80^a \pm 1,14$
• Asam propionat (C_3) (mM)	$13,63^{bc} \pm 1,23$	$11,33^a \pm 0,96$	$14,52^c \pm 0,30$	$11,62^{ab} \pm 0,48$
• Asam butirat (C_4) (mM)	$5,94^b \pm 0,49$	$4,61^a \pm 0,42$	$5,91^b \pm 0,32$	$4,77^a \pm 0,35$
Nisbah C_2/C_3	$3,24^a \pm 0,21$	$3,36^a \pm 0,25$	$3,32^a \pm 0,03$	$3,34^a \pm 0,15$
Estimasi produksi gas metana (CH_4) (mM)	$21,61^b \pm 0,50$	$18,49^a \pm 0,15$	$23,48^c \pm 0,44$	$18,88^a \pm 0,58$

Keterangan: Nilai rata-rata dengan superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$)

P0 : Rumput gajah 100%

P1 : Rumput gajah 96% + *E. cottonii* 4%

P2 : Rumput gajah 92% + *E. cottonii* 8%

P3 : Rumput gajah 88% + *E. cottonii* 12%

asetat yang lebih tinggi dibandingkan asam lemak lainnya. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Balch dan Rowland (1965), bahwa dalam fermentasi rumen, asam asetat dihasilkan dalam jumlah yang paling banyak dan proporsi propionat lebih besar dari butirat.

Penurunan asam asetat (C_2) pada ransum perlakuan P1 dan P3 diduga karena kandungan serat kasar yang semakin menurun. Pemecahan karbohidrat di dalam rumen terjadi melalui dua tahap yaitu pemecahan karbohidrat dan menjadi glukosa dan pemecahan glukosa menjadi piruvat, yang kemudian diubah menjadi VFA. Masing-masing jenis karbohidrat akan menghasilkan produk fermentasi rumen yang spesifik. Apabila pencernaan serat kasar di dalam rumen cukup tinggi, maka produk fermentasi yang dihasilkan sebagian besar terdiri dari asetat (C_2). Sebaliknya, apabila fermentasi senyawa glukogenik di dalam rumen menduduki proporsi yang lebih tinggi, maka produk fermentasi utama terdiri dari propionat (C_3) (Campbell dan Reece, 2005).

Penambahan rumput laut *E. cottonii* diduga juga menjadi penyebab turunnya proporsi asam asetat. *E. cottonii* memiliki kandungan flavonoid, antioksidan, dan *poly unsaturated fatty acid* (PUFA). Jalc dan Certik (2005) berpendapat bahwa pemberian minyak yang kaya akan PUFA dapat mempengaruhi proses fermentasi rumen yang ditunjukkan dengan penurunan asam asetat dan peningkatan asam propionate, sedangkan, flavonoid adalah komponen bioaktif pada tanaman berpigmen yang terdiri dari senyawa polifenol yang mempunyai aktivitas sebagai antibakteri. Potensi flavonoid dapat memanipulasi fermentasi rumen dan produk-produknya. Flavonoid dapat menurunkan produksi NH_3 , produksi gas total, dan jumlah protozoa dalam rumen sehingga meningkatkan pencernaan *in vitro* hijauan dalam pakan (Yaghoubi et al., 2010).

Namun, penambahan rumput laut *E. cottonii* juga mempengaruhi proporsi asam propionat (C_3) dan asam butirat (C_4). Terdapat penurunan yang sangat nyata ($P < 0,01$) proporsi asam propionat dan asam butirat pada ransum perlakuan P1 dibandingkan dengan kontrol tetapi terjadi peningkatan pada ransum perlakuan P2 walaupun tidak nyata. Asam propionat tergolong asam glukogenik, sebab dalam hati asam tersebut diubah menjadi glukosa. Secara umum glukosa berguna sebagai sumber energi. Brockman (1993) lebih kurang 50% glukosa pada ternak ruminansia berasal dari asam propionat. Penurunan tersebut tidak

sesuai dengan pendapat Kinley et al., (2016) dan Jalc dan Certik (2005) karena seharusnya penambahan rumput laut yang kaya akan flavonoid dan PUFA mampu meningkatkan proporsi asam propionat. Penurunan tersebut diduga disebabkan oleh kondisi lingkungan rumen yang kurang mendukung mikroba rumen yang menghasilkan asam propionat untuk berkembang secara optimum.

Walaupun seringkali diabaikan dalam pendugaan efisiensi penggunaan energi, tetapi mengingat sifatnya yang cenderung sama dengan asetat (ketogenik), maka jumlah molar butirat (C_4) perlu diperhitungkan pula. Apabila jumlah molar propionat yang bersifat glukogenik tidak dapat mengimbangi jumlah molar asetat dan butirat yang bersifat ketogenik, maka perlu dilakukan usaha manipulasi produk fermentasi rumen agar dicapai efisiensi penggunaan energi yang optimal (Campbell dan Reece, 2005; Suwandiyasuti, 2007). Hasil penelitian ini (Tabel 2) menunjukkan bahwa jumlah molar butirat relatif kecil hanya berkisar antara $4,61mM \pm 0,42$ -- $5,94mM \pm 0,49$ dari produksi VFA total

Tabel 2 memperlihatkan bahwa substitusi rumput laut *E. cottonii* terhadap rumput gajah tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap nisbah C_2/C_3 . Nilai nisbah C_2/C_3 pada penelitian masih dalam kisaran yang sama dengan hasil penelitian Dawson et al., (1990), pada sapi perah yaitu sekitar 2,96 sampai 3,45. Nilai nisbah C_2/C_3 terendah terjadi pada ransum perlakuan kontrol (P0), sedangkan yang tertinggi pada ransum perlakuan P1. Tingginya nisbah C_2/C_3 pada P1 menunjukkan penambahan rumput laut *E. cottonii* kurang menguntungkan karena efisiensi pakan dan penggunaan energi relatif lebih rendah dari perlakuan lainnya. Walaupun terdapat pengurangan proporsi asam asetat pada P1, tetapi hal tersebut tidak didukung dengan adanya peningkatan proporsi asam propionat sehingga nilai nisbah C_2/C_3 menjadi tinggi.

Gas Metana

Produksi gas metana sangat erat kaitannya dengan produksi gas CO_2 dan dua jenis asam lemak terbang yaitu asam asetat dan asam butirat. Pembentukan gas metana terbentuk oleh bakteri *methanogens* secara intensif menggunakan H_2 yang diperoleh dari format dan dari asam butirat (Church, 1976). Sedangkan asam propionat adalah satu-satunya asam lemak terbang yang tidak ada kaitannya dengan produksi gas metana. Gas CO_2 dihasilkan pada saat produksi asam asetat, sehingga pakan yang banyak menghasilkan

asam asetat akan menghasilkan banyak CO₂. Hal ini mengindikasikan bahwa komposisi asam lemak terbang yang dihasilkan selama proses fermentasi pakan di dalam rumen akan sangat berpengaruh terhadap produksi gas metana.

Terlihat pada Tabel 2 menunjukkan pemberian ransum perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap estimasi produksi gas metana. Hal ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh penambahan rumput laut *E.cottonii* terhadap estimasi produksi gas metana. Hasil uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 1% menunjukkan bahwa ransum perlakuan P1 dan P3 berbeda nyata dengan ransum perlakuan kontrol (P0). Ransum perlakuan P1 dan P3 memiliki penurunan produksi gas metana yang sangat nyata ($P < 0,01$) dibandingkan ransum kontrol (P0). Adanya indikasi penurunan produksi gas metana didukung oleh data estimasi (hasil perhitungan) produksi gas metana. Produksi gas metana tersebut dihitung berdasarkan stokiometri reaksi sintesis asetat, propionat, dan butirir.

Produksi gas metana terkecil dihasilkan oleh perlakuan P1 yaitu pada penambahan rumput laut *E.cottonii* pada level 4% yaitu 18,49mM \pm 0,15. Hal ini diakibatkan karena proporsi asam asetat dan asam butirir pada P1 juga memiliki nilai paling kecil diantara perlakuan yang lainnya. Penurunan proporsi asam asetat dan asam butirir dikarenakan adanya pengaruh pemberian rumput laut *E.cottonii*. Namun, nilai proporsi asam propionat pada P1 tidak mengalami kenaikan dan cenderung mengalami penurunan. Moss *et al.* (2000) melaporkan bahwa jalur pembentukan propionat dan isovalerat merupakan jalur metabolisme rumen yang menggunakan H₂, sehingga pembentukan gas metana dapat ditekan.

E.cottonii yang mengandung banyak PUFA diyakini mampu mengubah profil proporsi VFA parsial dalam rumen. Lemak yang masuk ke dalam cairan rumen akan segera mengalami proses liposis dan biohidrogenasi. Jenkins (1993) berpendapat bahwa waktu paruh asam-asam lemak tak jenuh (PUFA) di dalam cairan rumen relative singkat, karena asam lemak tak jenuh akan segera mengalami proses biohidrogenasi asam lemak tak jenuh adalah produk sampingan dari sintesis asam asetat dan asam butirir (Erwanto, 1995). Bakteri yang paling berperan dalam proses biohidrogenasi asam lemak tak jenuh adalah bakteri selulolitik (Gerson *et al.*, 1985). Gas metan dibentuk dari gas hidrogen dan karbondioksida. Proses pengalihan proses hidrogen untuk menjenuhkan lemak (hidrogenasi) tersebut dapat menghambat

proses reaksi sintesis gas metana, sehingga produksi gas metana menurun.

Peningkatan gas metana terjadi pada ransum perlakuan P2 yaitu sebesar 23,48mM \pm 0,44. Hal tersebut diakibatkan oleh proporsi asam asetat pada ransum perlakuan P2 sangat tinggi. Seperti yang diketahui pada reaksi stokiometri bahwa pada proses sintesis asam asetat banyak dihasilkan gas hidrogen. Gas hidrogen bersama dengan CO₂ merupakan prekursor untuk sintesis gas metana. Selain itu, adanya peningkatan produksi metana dikarenakan terjadi hubungan antara protozoa dengan bakteri metanogen dalam pembentukan metana. Prinsip pembentukan metana terjadi di dalam rumen melalui reduksi CO₂ dan H₂ yang dikatalisis oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroba metanogenik. Metanogen merupakan mikroorganisme yang berperan aktif dalam pembentukan metana. Sebanyak 20% (Bryden and Annison, 1998) sampai 37% (Newbold *et al.*, 1995) metanogen bersimbiosis dengan protozoa, sedangkan 63 – 80% metanogen masih beraktivitas bebas dalam rumen.

Pembentukan metana yang terjadi dalam rumen dipengaruhi oleh protozoa, karena adanya hubungan secara *ectosymbiosis* dan *endosymbiosis* antara protozoa dan metanogen. Aktivitas metabolisme protozoa ada kaitannya dengan pembentukan metan di dalam rumen (Dohme *et al.*, 1999). Oleh karena itu, diperlukan suatu zat dan senyawa yang dapat menekan peran aktivitas bakteri metanogenik dan defaunasi protozoa. Ja lee *et al.* (2017) melaporkan pemberian rumput laut merah (*rhodophyta*) ekstrak dapat menurunkan protozoa ciliata yang berhubungan dengan metanogenesis yaitu *Ruminococcus albus* dan *Ruminococcus flavefaciens*. Jenis rumput laut yang digunakan pada penelitian Ja lee *et al.* (2017) yaitu *Grateloupia lenceolata*, *Hypnea japonica*, *Pterocladia capillacea*, *Chondria crassicaulis*, dan *Geldum amansii*. Walaupun *E.cottonii* termasuk ke dalam kelas *rhodophyta* tetapi pengaruh pemberiannya terhadap populasi total protozoa dan bakteri dalam rumen perlu diteliti lebih lanjut

SIMPULAN

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Substitusi rumput laut *Eucheuma cottonii* dalam pakan rumput gajah memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap VFA total, proporsi asam asetat, propionat, butirir, dan estimasi gas metana;

2. Terdapat dosis terbaik pemberian rumput laut *Eucheuma cottonii* yaitu pada dosis 4% dalam menurunkan produksi gas metana walaupun diiringi dengan penurunan VFA total dan VFA parsial.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2014. Laju pertumbuhan penduduk per tahun menurut provinsi. <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1274>. Diakses 22 Februari 2017
- Baker, S.K. 1999. Rumen methanogens and inhibition of methanogenesis. Aust. J. Agric. Res. 50: 1293 – 1298
- Balch, D.A. and S.J. Rowland. 1965. Volatile fatty acids and lactic acid in the rumen of dairy cows receiving a variety of diets. Nutr. 11:288:298
- Baldwin, R.L. and S.C. Denham. 1979. Quantitative and dynamic aspects of nitrogen metabolism in rumen: A modeling analysis. J. Anim. Sci. 49:1631—1637
- Brockman, R.P., 1993. Glucose and Short Chain Fatty Acid Metabolism. In: J.M. Forbes and J. France (Eds.). Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. CAB International. Wallingford
- Bryden, W.L. and E.F. Annison. 1998. Perspective on Ruminant Nutrition and Metabolism. Department of Animal Science University of Sydney. Australia
- Campbell, N. and J. Reece. 2005. Animal Nutrition 7th. Ed. Pearson Educ. Inc. Publish
- Church, D.C. 1976. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Oxford Press, Oregon
- Dawson, K.A., K.E. Newman, and J.A. Boling. 1990. Effect of microbial supplements containing yeast and *Lactobacilli* on roughage-fed ruminal activities. J. Anim. Sci. 68:3392
- Dohme, F., A. Machmueller, Wasserfallen, and M. Kreuzer. 2000. Comparative efficiency of various fats rich in medium chain fatty acids to suppress ruminal methanogenesis as measured with RUSITEC. Can. J. Anim. Sci. 80:473—482
- Erwanto. 1995. Optimalisasi Sistem Fermentasi Rumen Melalui Suplementasi Sulfur, Defaunasi, Reduksi Emisi Metan dan Stimulasi Pertumbuhan Mikroba pada Ternak Ruminansia. Tesis. Program Pascasarjana. IPB. Bogor
- Food And Agriculture Organization. 2009. The State of Food and Agriculture. Livestock in the balance. FAO. Rome
- Gerson, T., A. John and S.D. King. 1985. The effects of dietary starch and fibre on the in vitro rates of lipolysis and hydrogenation by sheep rumen digesta. J. Agric. Sci (Camb.) 105:27
- Hartadi, H., S. Reksohadiprodjo, S. Lebdoesoekojo, dan A. D. Tillman. 1993. Tabel Komposisi Pakan untuk Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Ja Lee S, N.H. Shin, J.S Jeong, E.T. Kim, S.K. Lee, and S.S Lee. 2017. Effect of Rhodophyta extracts on in vitro ruminal fermentation characteristics, methanogenesis and microbial populations. Asian-Australas J. Anim. Sci. 31 : 54—62
- Jalc, D. dan M. Certik . 2005. Effect of microbial oil, monensin and fumarate on rumen fermentation in artificial rumen. Czech J. Anim. Sci. 50: 467—472
- Jenkins, T.C. 1993. Lipid metabolism in the rumen. J. Dairy Sci. 76:3851
- Kinley, R. D., R. de Nys, M.J. Vuck, L. Machado, and N.W. Tomkins. 2016. The red macroalgae *Asparagopsis taxiformis* is a potent natural antimethanogenic that reduces methane production during in vitro fermentation with rumen fluid. Anim. Prod. Sci. 56: 282—289
- Liem, Z.A. 2013. Kandungan Proksimat dan Aktivitas Antioksidan Rumput Laut Merah (*Eucheuma cottonii*) di Perairan Kupang Barat. Tesis. Program Magister Biologi UKSW. Salatiga
- Luning, K. 1990. Seaweed Their Environment, Biogeography and Ecophysiology. John Wiley and Sons. New York
- Maia, R.G., Margarida, J.A. Fonseca, M.H. Oliveira, C. Mendonca, and R.J.C. Ana. 2016. The potential role of seaweeds in the natural manipulation of rumen fermentation and methane production. Sci. Rep. 6: 32321
- Moss, A.R., J.P. Jouany, and J. Newbold. 2000. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. Annales de Zootechnie 49:231—253

- Newbold C.J., B. Lassalas, and J.P. Jouay. 1995. The importance of methanogens associated with ciliate protozoa in ruminal methane production in vitro. *Letters in Applied Microbiology* 4:230—234
- Owens, F.N. and A.L. Goetsch. 1988. Ruminal Fermentation. *In: Church, D.C. (Ed.) The Ruminant Animals, Digestive Physiology and Nutrition*. Prentice Hall. New Jersey
- Suwandyastuti, S.N.O. 2007. Produk metabolisme rumen pada domba jantan. *J. Anim. Prod.* 9: 9 – 13
- Theodorou, M.K. and A.E. Brooks. 1990. Evaluation of a New Procedure for Estimating the Fermentation Kinetics of Tropical Feeds. *The Natural Resources Institute*. Crowtham
- Yaghoubi, S.M.J., G.R. Ghorbani, H.R. Rahmani, and A. Nikkah. 2010. Flavonoids manipulation of rumen fermentation: an alternative for monensin?. *Agricultural Segment: 1(1) AGS/1508*.