

## POTENSI GULMA KIRINYUH (*Chromolaena odorata*) SEBAGAI AGEN PEREDUKSI GAS METAN TERNAK RUMINANSIA

Ridhwan Anshor Alfauzi dan Nur Hidayah\*

Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Tidar

\*Korespondensi email: nurhidayah@untidar.ac.id

**Abstrak.** Pemanasan global merupakan kondisi dimana terjadi ketidakseimbangan ekosistem di bumi akibat peningkatan suhu rata-rata di atmosfer, laut, dan daratan. Pemanasan global terjadi akibat adanya efek gas rumah kaca seperti CO<sub>2</sub> (karbondioksida), CH<sub>4</sub> (metan), N<sub>2</sub>O (dinitrooksida), dan CFC (cloroflourocarbon). Peternakan merupakan salah satu sektor pertanian yang menghasilkan metan dari proses fermentasi pakan yang melibatkan bakteri metanogen memproduksi CH<sub>4</sub> dari gas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>. Tujuan *review* artikel ini untuk mengkaji potensi gulma kirinyuh sebagai *feed additive* ternak dalam rangka menurunkan produksi gas metan. Gulma kirinyuh (*Chromolaena odorata*) merupakan tumbuhan liar yang keberadaannya sangat mudah dijumpai, pertumbuhannya cepat, namun belum dimanfaatkan secara optimal. Daun kirinyuh mengandung beberapa senyawa utama seperti tanin, fenol, flavonoid, saponin dan steroid. Upaya dalam menurunkan emisi metan dan meningkatkan produktivitas ternak sangat diperlukan. Salah satu cara yang terbukti berhasil dilakukan yaitu dengan memanfaatkan senyawa bioaktif tanin dan saponin pada pakan ternak ruminansia. Senyawa ini terbukti mampu memperbaiki keragaman mikroba rumen dengan menurunkan jumlah metanogen dan protozoa. Kandungan tanin dan saponin dari kirinyuh (*Chormolaena odorata*) dapat berpotensi digunakan sebagai *feed additive* ternak ruminansia dalam menurunkan gas metan dan meningkatkan produktivitas ternak ruminansia. *Feed additive* ini dapat diberikan dalam bentuk serbuk ataupun ekstrak.

**Kata kunci:** kirinyuh, metan, saponin, tanin, ternak ruminansia

**Abstract.** Global warming is a condition where there is an imbalance in the earth's ecosystem due to an increase in the average temperature in the atmosphere, sea and land. Global warming occurs due to the effects of greenhouse gases such as CO<sub>2</sub> (carbon dioxide), CH<sub>4</sub> (methane), N<sub>2</sub>O (dinitrooxide), and CFCs (chloroflourocarbon). Animal husbandry is one of the agricultural sectors that produces methane from the feed fermentation process which involves methanogenic bacteria producing CH<sub>4</sub> from CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub> gases. The purpose of this review article is to examine the potential of kirinyuh weeds as livestock feed additives in order to reduce methane gas production. Kirinyuh weed (*Chromolaena odorata*) is a wild plant that is very easy to find, grows fast, but has not been utilized optimally. Kirinyuh leaves contain several main compounds such as tannins, phenols, flavonoids, saponins, and steroids. Efforts to reduce methane emissions and increase livestock productivity are needed. One method that has been proven to be successful is by utilizing bioactive compounds of tannins and saponins in ruminant animal feed. This compound is proven to be able to improve rumen microbial diversity by reducing the number of methanogens and protozoa. The tannin and saponin content of kirinyuh (*Chormolaena odorata*) can potentially be used as a feed additive for ruminants in reducing methane gas and increasing the productivity of ruminants. This feed additive can be given in powder or extract form.

**Keywords:** kirinyuh, methane, ruminant, saponins, tannins

### PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan suatu kondisi dimana terjadi ketidakseimbangan ekosistem di bumi akibat terjadinya proses peningkatan suhu rata-rata di atmosfer, laut, dan daratan bumi. Rizki (2016) menyatakan bahwa pemanasan global terjadi karena adanya efek gas rumah kaca yang menyebabkan temperatur permukaan bumi menjadi lebih panas. Gas-gas rumah kaca tersebut diantaranya CO<sub>2</sub> (karbondioksida), CH<sub>4</sub> (metana), N<sub>2</sub>O (dinitrooksida) dan CFC (chloroflourocarbon) yang dihasilkan dari berbagai sektor yaitu pemanfaatan energi fosil, industri, pertanian dan peternakan. BPS (2019)

melaporkan bahwa sektor pertanian menempati urutan terbesar kedua setelah energi sebagai penyumbang emisi gas rumah kaca. Metan ( $\text{CH}_4$ ) merupakan sumber gas rumah kaca terbesar kedua di atmosfer setelah  $\text{CO}_2$ . Tian *et al.* (2016) melaporkan bahwa  $\text{CH}_4$  berpotensi 28 kali lebih besar dibandingkan  $\text{CO}_2$  dalam pemanasan global.

Peternakan merupakan salah satu sektor pertanian yang menghasilkan metan dari proses metabolisme pakan ternak ruminansia. Gas metan ini terbentuk dari fermentasi pakan yang melibatkan mikroba rumen dimana bakteri metanogen yang memproduksi  $\text{CH}_4$  dari gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2$  (Gustiar *et al.*, 2014). Gas metan tersebut sebanyak 83% dikeluarkan melalui eruktasi, 16% melalui pernapasan, dan 1% dari anus (Vlaming, 2008). Fermentasi dalam perut ternak merupakan sumber utama emisi metana, sekitar 1,1 gigaton emisi dihasilkan, 46% berasal dari ternak perah dan 43% berasal dari ternak potong (FAO, 2013). IPCC (2006) melaporkan bahwa seekor sapi potong dapat menghasilkan emisi gas metan sebanyak 47 kg/ekor/tahun dan sapi perah menghasilkan 61 kg/ekor/tahun. Metan yang diproduksi di saluran pencernaan ternak sebesar 80-95% diproduksi di dalam rumen dan 5-20% di dalam usus besar. Jayanegara (2008), menyatakan bahwa emisi gas metan yang dihasilkan akan membawa dampak buruk bagi lingkungan dan ternak itu sendiri karena 6-10% energi bruto pakan yang dikonsumsi ternak ruminansia hilang sebagai metana.

Upaya dalam menurunkan emisi metan dan meningkatkan produktivitas ternak sangat diperlukan. Salah satu cara yang telah berhasil dilakukan yaitu dengan memanfaatkan senyawa bioaktif tanin dan saponin yang ditambahkan pada pakan ternak ruminansia. Senyawa ini terbukti mampu memperbaiki keragaman mikroba rumen dengan menurunkan jumlah metanogen dan protozoa. Yuliana *et al.* (2014) melaporkan bahwa penambahan ekstrak tanin dan saponin sebanyak 1 mg/ml cairan rumen dapat mengurangi emisi metana sebesar 17% tanpa mengurangi pencernaan pakan dan konsentrasi amonia. Jayanegara *et al.* (2020) menyatakan bahwa penambahan kombinasi ekstrak tanin dan saponin dari *Switenia mahogani* dan *Sapindus rarak* terbukti efektif mengurangi pembentukan gas metan dan amonia rumen. Mekanisme tanin dalam menurunkan produksi gas metan dikategorikan menjadi mekanisme langsung dan tak langsung (Tavendale *et al.*, 2005). Mekanisme langsung terjadi karena tanin dapat menghambat aktivitas bakteri metanobacterium (metanogenesis). Mekanisme tidak langsung terjadi ketika tanin menghambat pencernaan serat sehingga produksi hidrogen ( $\text{H}_2$ ) rendah. Selain menurunkan gas metan, tannin juga mampu menyediakan protein yang lebih banyak untuk ternak ruminansia sehingga produktivitas ternak meningkat.

Gulma kirinyuh (*Chromolaena odorata*) merupakan tumbuhan liar yang keberadaannya sangat mudah dijumpai. Yenti *et al.* (2011) melaporkan bahwa gulma kirinyuh merupakan salah satu jenis tumbuhan dari family *Asteraceae*. Gulma kirinyuh dianggap sebagai tumbuhan yang merugikan karena pertumbuhannya yang sangat cepat dan dapat menekan pertumbuhan tanaman lain di sekitarnya sehingga sifatnya mendominasi. Daun kirinyuh mengandung beberapa senyawa utama seperti tanin, fenol, flavonoid, saponin, dan steroid (Yenti *et al.*, 2011). Melihat kandungan senyawa sekunder khususnya tanin dan saponin, ketersediaannya banyak, pertumbuhannya cepat, namun belum

termanfaatkan secara optimal (dianggap sebagai gulma). Oleh karena itu, *review* artikel ini bertujuan untuk mengkaji potensi gulma kirinyuh untuk dimanfaatkan lebih lanjut sebagai *feed additive* ternak dalam rangka menurunkan produksi gas metan ternak ruminansia.

## **METODE DAN RUANG LINGKUP KAJIAN**

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel *review* ini yaitu melalui studi pustaka, teknik pengambilan sumber pustaka dengan membaca buku, jurnal, dan artikel ilmiah dari internet. Selanjutnya dilakukan analisis kajian pustaka. Ruang lingkup kajian artikel *review* ini yaitu ulasan pemanasan global dan metan ternak ruminansia, senyawa metabolit sekunder tannin, senyawa metabolit sekunder saponin, potensi gulma kirinyuh sebagai *feed additive* ternak ruminansia.

## **ISI KAJIAN**

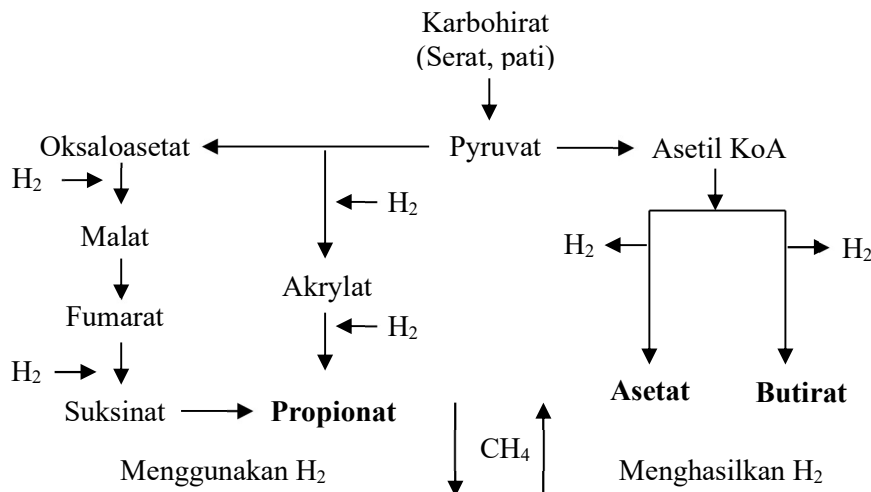
### **Pemanasan Global dan Metan Ternak Ruminansia**

Pemanasan global adalah peningkatan gas rumah kaca di atmosfer yang disebabkan oleh kegiatan manusia yang meningkatkan efek rumah kaca. Gas-gas rumah kaca seperti misalnya gas karbon dioksida, metana, nitroksida dan gas rumah kaca lain di dalam atmosfer telah cepat meningkat (Cahyono, 2010). Peningkatan emisi gas CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan N<sub>2</sub>O di atmosfer menyebabkan berbagai masalah antara lain terjadinya perubahan sifat iklim yang berdampak pada perubahan cuaca. Meningkatnya intensitas fenomena cuaca yang ekstrim dan perubahan iklim menyebabkan musim sulit diprediksi. Petani tidak dapat memprediksi perkiraan musim tanam akibat musim yang juga tidak menentu. Musim tanam dan musim hujan yang tidak menentu serta sulit diprediksi maka akan berdampak pada musim produksi panen. Hal ini akan berdampak pada masalah penyediaan pangan bagi manusia, kelaparan, lapangan kerja dan bahkan menyebabkan tindakan kriminal akibat tekanan tuntutan hidup (Utina, 2009).

Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) yaitu CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O terjadi akibat aktivitas manusia seperti pemanfaatan bahan bakar fosil, pengembangan industri, limbah, usaha pertanian, dan peternakan serta konversi lahan yang tidak terkontrol. Aktivitas tersebut mengakibatkan terperangkapnya radiasi di Atmosfer sehingga meningkatkan suhu permukaan bumi secara global. Sektor pertanian melepaskan emisi gas rumah kaca ke atmosfer dalam jumlah yang cukup signifikan, yaitu berupa CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O (Paustian *et al.* 2004). Jenzen dan Smith (2004) menyatakan bahwa sebagian besar CO<sub>2</sub> dihasilkan dari proses pembakaran seresah tanaman dan bahan organik tanah. CH<sub>4</sub> dihasilkan apabila dekomposisi bahan organik terjadi pada kondisi kekurangan oksigen, terutama pada proses fermentasi pencernaan ruminansia, kotoran ternak dan lahan sawah (Mosier, 2001).

Gas rumah kaca yang dihasilkan oleh ternak ruminansia adalah gas metan (CH<sub>4</sub>) yang dihasilkan dari proses pencernaan (*enteric fermentation*). CH<sub>4</sub> juga dihasilkan dari proses oksidasi anaerob kotoran ternak, namun jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan emisi dari proses pencernaan. Martin *et al.* (2008) menjelaskan bahwa gas metan pada ternak ruminansia berasal dari dua sumber yaitu berasal dari hasil fermentasi saluran pencernaan (*enteric fermentation*) dan kotoran (*manure*). Pembentukan gas

metan di dalam rumen merupakan hasil akhir dari fermentasi pakan. Gas metan ini dihasilkan dari fermentasi anaerob karbohidrat struktural maupun non-struktural oleh metanogen di dalam rumen ternak ruminansia yang dikerluarkan melalui eruktasi. Proses pembentukan gas metana di dalam rumen ternak ruminansia disebut metanogenesis. Metanogenesis terbentuk oleh Archaea metanogen, sekelompok mikroorganisme yang berada dalam kondisi anaerob termasuk didalam rumen. Di dalam rumen, mikroba metanogen memanfaatkan  $H_2$  dan  $CO_2$  sebagai substrat untuk memproduksi gas metan (Martin *et al.*, 2008).



Gambar 1. Pola Fermentasi Mikroba (Metabolisme  $H_2$ ) (Martin *et al.*, 2008)

### Senyawa Metabolit Sekunder Tanin

Tanin adalah senyawa polifenol dengan struktur beragam dan terkandung pada berbagai tanaman. Poedjirahajoe *et al.* (2011) menyatakan bahwa tanin merupakan salah satu metabolit sekunder berupa senyawa polifenol kompleks alami yang terdapat pada semua jenis tumbuhan hijau baik tumbuhan tingkat tinggi maupun tingkat rendah dengan jenis tanin yang berbeda. Senyawa polifenol mempunyai sifat mudah berikatan dengan protein atau polimer lainnya seperti selulosa dan hemiselulosa, pektin sehingga membentuk ikatan senyawa kompleks stabil serta tahan terhadap degradasi oleh enzim protease dan selulase (Tiemann *et al.*, 2008). Tanin merupakan senyawa yang mengandung sejumlah besar gugus hidroksi fenolik yang akan membentuk ikatan silang terhadap protein dan molekul lain misalnya polisakarida, asam amino, asam lemak, dan asam nukleat (Fahey dan Berger, 1988).

Tanin dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelompok utama, yaitu: tanin yang dapat dihidrolisis (tanin terhidrolisis) dan tanin terkondensasi. Pada reaksi dengan asam atau enzim, tanin terhidrolisis pecah menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana, sementara tanin terkondensasi menghasilkan kompleks produk yang tidak larut air. Tanin terhidrolisis dapat dibagi lagi menjadi gallotanin dan ellagitanin. Gallotanin pada hidrolisis menghasilkan gula dan asam galat, sedangkan hidrolisis elagitanin menghasilkan gula, asam galat dan asam elagat. Tannin terkondensasi (*condensed tannins*) biasanya

tidak dapat dihidrolisis, tetapi dapat terkondensasi menghasilkan asam klorida. Tanin jenis ini kebanyakan terdiri dari polimer flavonoid yang merupakan senyawa katekin (Momuat *et al.*, 2015). Menurut Lisan (2015), tanin terhidrolisis biasanya ditemukan dalam jumlah yang lebih rendah dibandingkan dengan tanin terkondensasi pada tanaman. Tanin terkondensasi banyak terdapat pada tanaman berkayu.

Tanin merupakan polifenol yang reaktif terhadap dinding sel bakteri dan enzim ekstraseluler yang dihasilkan oleh bakteri. Wiryawan *et al.* (1999) menyatakan tanin akan membentuk ikatan kompleks dengan protein yang tahan terhadap degradasi mikroba. Mekanisme seperti ini akan menguntungkan bagi ternak ketika kondisi tanin yang optimal sehingga protein akan tersedia bagi inang (Hidayah, 2016). Mekanisme penghambatan produksi metan pada ternak ruminansia oleh senyawa tanin terbagi menjadi dua yaitu secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung tanin akan mengambat pertumbuhan dan aktivitas metanogen. Secara tidak langsung yaitu melalui penghambatan pada pencernaan serat yang mengurangi produksi H<sub>2</sub>. Selain itu, tanin juga dapat menghambat pertumbuhan protozoa yang menjadi salah satu inang utama metanogen (Tavendale *et al.*, 2005). Hasil-hasil penelitian penggunaan ekstrak tannin pada pakan ternak ruminansia dalam menurunkan produksi metan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penggunaan tanin dalam menurunkan metan ternak ruminansia

Sumber tanin	Kandungan tanin	Dosis	Ternak	Hasil	Referensi
Sapindus rarak (ekstrak lerak)	5,8%	4%	Sapi	Menurunkan emisi metan dan populasi metanogen	Yuliana <i>et al.</i> (2019)
Ekstrak biji sorgum	0,3-10,6%	0,15%	Sapi	Menurunkan total produksi gas	Abrar dan Fariani (2018)
Ekstrak Desmodium paniculatum ( <i>condensed tannin</i> )	70 g/kg BK	9%	Anak sapi	Menurunkan produksi metan	Naumann <i>et al.</i> (2019)
Ekstrak Acacia mearnsii ( <i>condensed tannin</i> )	80%	0,6%	Sapi	Mengurangi produksi metan (8%)	Junior <i>et al.</i> (2017)

### Senyawa Metabolit Sekunder Saponin

Saponin adalah senyawa glikosida steroid atau triterpene yang dijumpai dibanyak jenis tanaman di bagian akar, kulit, daun, biji, dan buah yang berfungsi sebagai sistem pertahanan. Francis *et al.* (2002) menambahkan bahwa tanaman yang belum masak memiliki kandungan saponin yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang telah masak. Saponin memiliki diversifikasi struktur yang luas dan senyawa-senyawa saponin tertentu dengan surfaktan yang dapat menyebabkan lisis pada dinding sel protozoa sehingga dapat digunakan untuk mendefausasi protozoa (Cheeke, 2000). Saponin bersifat toksik terhadap protozoa, jamur, dan beberapa spesies bakteri. Penghambatan terhadap bakteri metanogenesis disebabkan karena pengaruh tidak langsung karena penghambatan terhadap protozoa, karena bakteri metanogenesis bersimbiosis dengan protozoa sehingga apabila protozoa mati maka akan terjadi pengurangan populasi bakteri metanogen (Thalib *et al.*, 2004).

Cheeke, (2000) menyatakan bahwa saponin mampu membunuh atau melisis protozoa dengan membentuk ikatan yang kompleks dengan sterol yang terdapat pada permukaan membran protozoa sehingga mengganggu perkembangan protozoa yang menyebabkan membran pecah, sel lisis dan protozoa akan mati. Protozoa lebih rentan terhadap saponin dibandingkan bakteri karena dinding membran sel protozoa mengandung kolesterol sedangkan bakteri tidak mempunyai sterol yang dapat berikatan dengan saponin. Hasil-hasil penelitian penggunaan senyawa metabolit sekunder saponin pada pakan ternak ruminansia dalam menurunkan populasi protozoa, bakteri metnogen, dan produksi metan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penggunaan saponin dalam menurunkan metan ternak ruminansia

Sumber saponin	Kandungan saponin	Dosis	Ternak	Hasil	Referensi
Tanaman	-	tepat	Sapi	Menurunkan produksi metan, metanogen dan protozoa, meningkatkan efisiensi pakan dan aman bagi ternak dan lingkungan	Hidayah <i>et al.</i> (2016)
Sapindus rarak (ekstrak lerak)	44%	4%	Sapi	Menurunkan emisi metan dan populasi metanogen	Yuliana <i>et al.</i> (2019)
Teh	26%	0,5g/L	Sapi	Mengurangi produksi metan (29%), mengurangi jumlah protozoa	Guyader <i>et al.</i> (2016)
Biji teh	6,5-25,1%	0,8%	Anak sapi	Mengurangi produksi metan (32,5%), jumlah protozoa, dan produksi amonia	Jadhav <i>et al.</i> (2016)

### Potensi Gulma Kirinyuh (*Chromolaena Odorata*) sebagai *Feed Additive* Ternak Ruminansia

Kirinyuh memiliki sinonim *Eupatorium odoratum* L. dan *E. conyzoides* Vahl. Di Indonesia khususnya di Jawa Barat tumbuhan ini dikenal dengan nama Babanjaran atau Kirinyuh, di Jawa Tengah dikenal dengan Krinyo atau Kirinyu sedangkan dalam Bahasa Indonesia gulma ini disebut gulma siam Kirinyuh. Daun kirinyuh berbentuk segitiga dengan dasar bulat (*cuneate*) dan ujung yang tumpul (*acute*) serta permukaan yang kasar. Daunnya memiliki 3-5 tulang daun. Batang muda berwarna hijau dan agak lunak yang akan berubah menjadi coklat dan keras ketika sudah tua. Letak cabang berhadap-hadapan (Gambar 2). Gulma ini dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah dan akan tumbuh lebih baik apabila mendapat cahaya matahari yang cukup. Kondisi yang ideal bagi gulma ini adalah wilayah dengan curah hujan >1000 mm/tahun (Prawiradiputra, 2007).



Gambar 2. Gulma Kirinyuh (*Chromolaena odorata*) (Dokumentasi Pribadi, 2021)

Gulma ini dapat ditemukan di padang rumput, tepi jalan, tepi hutan dan area kebun yang tidak terawat. Kirinyuh dapat menyebar ke tempat lain hampir di seluruh dunia karena kemampuannya

menyebarkan sangat mudah dan cepat karena biji dari gulma ini ringan dan memiliki rambut-rambut halus sehingga dapat menempel (Alisi *et al.*, 2011). Kirinyuh sangat cepat tumbuh dan berkembang biak karena produksi biji sangat tinggi, tahan pemangkasan, renggutan, api dan daun akan mengering bila kekurangan air serta gugur tetapi bonggol tetap hidup (Didier *et al.*, 2011). Kandungan kimia kirinyuh adalah fenol, terpenoid, limonen, tanin, alkaloid dan flavonoid. Daun dari tanaman ini kaya akan flavonoid, yaitu tanin, quercetin, sinensetin, sakuranetin, padmatin, kaempferol dan salvagenin (Phan *et al.*, 2001).

Kandungan senyawa metabolit sekunder tannin dan saponin yang terdapat pada kirinyuh berpotensi digunakan sebagai *feed additive* ternak ruminansia yang dapat menurunkan produksi metan dan meningkatkan produktivitas ternak. Gulma kirinyuh dapat diberikan dalam bentuk tepung ataupun ekstrak. Pemberian dalam bentuk tepung memiliki kelebihan yaitu mudah dalam proses pembuatan namun bentuk tepung memiliki kelemahan yaitu mudah tercecer dan menempel pada tempat pakan. Pemberian dalam bentuk ekstrak memerlukan perlakuan yang kompleks. Akan tetapi, mampu memberikan kemudahan dan ketepatan dalam pemberian sesuai dosisnya.

## KESIMPULAN

Kandungan tanin dan saponin dari kirinyuh (*Chromolaena odorata*) dapat berpotensi digunakan sebagai *feed additive* ternak ruminansia dalam menurunkan gas metan dan meningkatkan produktivitas ternak ruminansia. *Feed additive* ini dapat diberikan dalam bentuk serbuk ataupun ekstrak.

## REFERENSI

- Alisi, C. S., G. O. C. Onyeze, O. A. Ojiako dan C. G. Osuagwu. 2011. Evaluation of the Protective Potential of Chromolaena odorata Linn. Extract on Carbon Tetrachloride-Induced Oxidative Liver Damage. *International Journal of Biochemistry Research and Review*. 1(3): 69-81.
- Anwar, S., A. Rochana dan I. Hernaman. 2017. Pengaruh Tingkat Penambahan Complete Rumen Modifier (CRM) dalam Ransum Berbasis Jerami Jagung terhadap Produksi Gas Metan & Degradasi Bahan Kering di Rumen (*in vitro*). *Students E-Journal*. 6(1): 1-16
- Bauchemin, K. A., S. M. Mc Ginn, T. F. Martinez dan T. A. Mc Allister. 2007. Use of Condensed Tannin Extract from Quebracho Trees to Reduce Methane Emissions from Cattle. *J. Animal Sci*. 85: 1990-1996.
- Cheeke, P. R. 2000. Actual and Potential Applications of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* Saponins in Human and Animal Nutrition. *J. Anim. Sci*. 77: 1-10.
- Codilla, L. T. dan E. B. Metillo. 2011. Distribution of the Invasive Plant Species Chromolaena odorata L. *International Conference on Environmental and Agriculture Engineering*. 15: 25-30. in the Zamboanga Peninsula, Philippines.
- Department of Natural Resources, Mines and Water. 2006. Siam Weed. Declared No. 1. Natural Resources, Mines and Water. Pers Series, Queensland, Australia. 1-4.
- Didier, D. S., N. Zenabou, O. J. Marie dan B. Paul. 2011. Origin and Propagation of Chromolaena odorata (L.) King and Robinson (Asteraceae) between Mabele and Meiganga in the North of Cameroon. *American Journal of Food and Nutrition*. 1 (2): 61-66.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2018. *Statistik Peternakan Tahun 2018*. Jakarta.

- Einhellig, F. A. 1995. Allelopathy: Current status and future goals. *Allelopathy: Organisms, Processes and Applications*. 582: 1-19. *ACS Symposium Series*. In: Inderjit, K. M. M. Dakshini and S. S. Narwal (Eds.).
- Fahey, G. C. and L. L. Berger. 1988. Carbohydrate nutrition of ruminants. *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. The Ruminant Animal*. In : D.C Chruch (Ed.). Prentice Hall Eglewood Cliifs, New Jersey.
- Fariani, A. 2018. Pengaruh Penambahan Ekstrak Tanin dari Biji Sorgum terhadap Produksi Gas dan Metana secara In Vitro. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. 7(1): 40-52.
- Fathurrohman, A. dan M. A. Adam. 2015. Persepsi peternak sapi dalam pemanfaatan kotoran sapi menjadi bi-ogas di Desa Sekarmojo Purwosari Pasuruan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*. 25(2): 36-42.
- Francis, G., Z. Kerem, H. P. S. Makkar and K. Becker. 2002. The Biological Action of Saponins in Animal System: a review. *Br. J. Nutrition*. 88 :587-605.
- Gerber, P. J., H. Steinfeld, B. Henderson, A. Mottet, C. Opio, J. Dijkman, A. Falcucci and G. Tempio. 2013. *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Guyader, J., M. Eugene, M. Doreau, D. P. Morgavi, C. Gerard and C. Martin. 2016. Tea Saponin Reduced Methanogenesis in Vitro but Increased Methane Yield in Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci*. 100: 1-11.
- Hidayah, N. 2016. Pemanfaatan Senyawa Metabolit Sekunder Tanaman (Tanin dan Saponin) dalam Mengurangi Emisi Metan Ternak Ruminansia. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*. 11(2): 89-98.
- Jadhav, R. V., A. Kannan, R. Bhar. O. P. Sharma, A. Gulati, K. Rajkumar, G. Mal, B. Singh dan M. R. Verma. 2016. Effect of Tea (*Camellia sinensis*) Seed Saponins on in Vitro Rumen Fermentation, Methane Production and True Digestibility at Different Forage to Concentrate Rations. *J. Appl. Anim. Res*. 46(1): 118-124.
- Jayanegara, A. dan A. Sofyan. 2008. Penentuan Aktivitas Biologis Tanin Beberapa Hijauan secara In Vitro Menggunakan "Hohenheim Gas Test" dengan Polietilen Glikol sebagai Determinan. *Media Peternakan*. 31(1): 44-52.
- Jayanegara, A., Y. Yogiarto, E. Wina, A. Sudarman, M. Kondo, T. Obitsu dan M. Kruezier. 2020. Combination Effects of Plant Extract Rich in Tannins and Saponins as Feed Additives for Mitigating in Vitro Ruminal Methane and Ammonia Formation. *Animals*. 10(1531): 2-14.
- Junior, P. F., E. C. O. Cassiano, M. F. Martins, L. A. S. Romero, D. C. V. Zapata, L. A. Pinedo, C. T. Marino dan P. H. M. Rodrigues. 2017. Effect of Tannins-Rich Extract from *Acacia Mearnsii* Or Monensin as Feed Additives on Ruminal Fermentation Efficiency in Cattle. *Livest. Sci*. 203: 21-29.
- Kondo, M., K. Kita dan H. Yokota. 2004. Feeding Value to Goats of Whole-Crop Oat Ensiled with Green Tea Waste. *Anim Feed Sci Tech*. 113: 71-81.
- Lisan, F. R. 2015. Penentuan Jenis Tanin secara Kualitatif dan Penetapan Kadar Tanin dari Serabut Kelapa (*Cocos nucifera L*) secara Permanganometri. *J Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*. 4(1):1-16.
- Mosier, A. R. 2001. Exchange of Gaseous Nitrogen Compound Between Agricultural System and the Atmosphere. *Plant Soil*. 228: 17-27.
- Momuat, L. I., E. Suryanto, O. Rantung, A. Korua dan H. Datu. 2019. Perbandingan Senyawa Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Antara Sagu Baruk Segar dan Kering. *Chemistry Progress*, 8(1).
- Naumann, H. D., B. D. Lambert, S. A. Armstrong, M. A. Fonseca, L. O. Tedeschi, J. P. Muir and M. R. Ellersieck. 2015. Effect of Replacing Alfalfa with Panicked-Tick Clover or Sericea Lespedeza in Corn-Alfalfa-Based Substrates on In Vitro Ruminal Methane Production. *J. Dairy Sci*. 98, 3980-3987.



- Paustian, K., B. A. Babcock, J. Hatfield, R. Lal, B. A. McCarl, S. Maclaughin, A. Mosier, C. Rice, G. P. Robertson dan D. Zilbermen. 2004. *Agricultural Mitigation of Greenhouse Gases: Science and Policy option*. CAST Report R.141. 2004. 120.
- Phan, T. T., L. Wang, P. See, R. J. Grayer, S. Y. Chan dan S. T. Lee. 2001. Phenolic Compounds of *Chromolaena odorata* Protect Cultured Skin Cells from Oxidative Damage: Implication for Cutaneous Wound Healing. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 24: 1373-1379.
- Poedjirahajoe, E., R. Widyorini dan N. P. D. Mahayani. 2011. Kajian Ekosistem Mangrove Hasil Rehabilitasi pada Berbagai Tahun Tanam untuk Estimasi Kandungan Ekstrak Tanin di Pantai Utara Jawa Tengah. *J Ilmu Kehutanan*. 5(2): 99-107.
- Prawiradiputra, B. R. 2007. Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) R. M. King dan H. Robinson): Gulma Padang Rumput yang Merugikan. *Wartazoa*. 17(2): 12-18.
- Rizki, G. M., A. Bintoro dan R. Hilmanto. 2016. Perbandingan Emisi Karbon dengan Karbon Tersimpan di Hutan Rakyat Desa Buana Sakti Kecamatan Batanghari Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*. 4(1): 89-96.
- Tavendale, M. H., L. P. Meagher, D. Pacheco, N. Walker, G. T. Attwood dan S. Sivakumaran. 2005. Methane Production from In Vitro Rumen Incubation with Lotus Pedunculatus and Medicago Sativa, and Effects of Extractable Condensed Tannin Fractions on Methanogenesis. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123(124): 403-419.
- Thalib, A. 2008. *Buah Lerak Mengurangi Emisi Gas Metan pada Hewan Ruminansia*. Balai Penelitian Ternak. Ciawi, Bogor.
- USDA. 2016. Plants Profile for *Chromolaena odorata*. <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=LACA2>, diakses pada tanggal 21 Mei 2020
- Utina, R. 2009. Pemanasan Global: Dampak dan Upaya Meminimalisasinya. Dosen Biologi FMIPA Universitas Negeri Gorontalo.
- Vlaming, J. B. 2008. *Quantifying Variation in Estimated Methane Emission from Ruminants Using the SF6 Tracer Technique*. A Thesis of Doctor of Philosophy in Animal Science. Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Wahyuni, I. M. D., A. Muktiani dan M. Christianto. 2014. Penentuan Dosis Tanin dan Saponin untuk Defaunasi dan Peningkatan Fermentabilitas Pakan. *JITP*. 3(3): 133-140.
- Wiryawan, K. G., E. Wina dan R. Ernawati. 1999. Pemanfaatan Tanin Kaliandra sebagai Agen Pelindung beberapa Sumber Protein Bahan (In Vitro). Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian Bidang Ilmu Hayati. Pp: 278-289.
- Yenti, R., R. Afrianti dan L. Afriani. 2011. Formulasi Krim Ekstrak Etanol Daun Kirinyuh (*Eupatorium odoratum*. L) untuk Penyembuhan Luka. *Majalah Kesehatan Pharma Medika*. 3(1): 227-230.
- Yuliana, P., E. B. Laconi, E. Wina dan A. Jayanegara. 2014. Extraction of Tannins and Saponins From Plant Sources and Their Effects on In Vitro Methanogenesis and Rumen Fermentation. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 39(2): 91-97.