

Saponin : Dampak terhadap Ternak (Ulasan)

Saponin : Impact on Livestock (A Review)

Yanuartono*, H. Purnamaningsih, A. Nururrozi, & S. Indarjulianto

Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada.

Jl. Fauna No.2, Karangmalang, Depok, Sleman. 55281 Yogyakarta

Tel : +62-274-560862, Fax +62-274-560861

*Korespondensi e-mail : yanuartono20@yahoo.com

ABSTRAK

Saponin merupakan senyawa glikosida steroid atau triterpen ditemukan dalam berbagai tanaman dan memiliki peran penting dalam pakan ternak. Beberapa tanaman terutama leguminosa banyak digunakan sebagai pakan ternak. Pada tanaman saponin terdapat pada akar, umbi, kulit kayu, daun, biji, dan buah. Saponin memiliki dampak positif dan negatif pada produksi dan kesehatan hewan ternak karena memiliki aktivitas biologis yang luas. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran pengaruh positif dan negatif dari saponin pada ternak

Kata kunci : Dampak positif, dampak negatif, saponin, ternak

ABSTRACT

Saponins are steroid or triterpene glycoside compounds found in a variety of plants. Some saponin-containing plants, mainly legumes, have been used as animal feed. In plants, they occur in different parts such as root, tuber, bark, leaves, seed, and fruit. Saponin is having important role in human and animal nutrition. Saponins exhibited a range of biological activities and therefore has a positive and negative impact on animal production and health. This paper aims to give a review of a positive and negative influence of saponin on livestock.

Key words: Livestock, negative impact, positive impact, saponins

PENDAHULUAN

Keberhasilan usaha peternakan tergantung pada efisiensi produksi dan kemampuan memanfaatkan pakan secara optimal untuk pertumbuhan, perkembangan, dan reproduksi. Berbagai jenis sumber pakan telah banyak digunakan dalam usaha peningkatan produksi ternak. Nilai nutrisi pakan ternak dipengaruhi oleh berbagai macam faktor dan salah satunya adalah

antinutrisi yang terkandung dalam bahan pakan (Gemede & Ratta, 2014). Keberadaan sejumlah faktor antinutrisi dalam pakan ternak akan mengakibatkan penurunan pemanfaatan nutrisi, efisiensi konversi pakan dan produktivitas ternak. Namun demikian, beberapa faktor antinutrisi yang terdapat pada tanaman dapat dimanfaatkan menjadi senyawa yang menguntungkan untuk pertumbuhan

ternak. Salah satu faktor antinutrisi dalam bahan pakan tersebut adalah saponin.

Saponin yang banyak terkandung dalam tanaman telah lama digunakan untuk pengobatan tradisional (Deore *et al.*, 2009; Wink, 2015). Saponin merupakan senyawa dalam bentuk glikosida yang tersebar luas pada tanaman tingkat tinggi serta beberapa hewan laut dan merupakan kelompok senyawa yang beragam dalam struktur, sifat fisikokimia dan efek biologisnya (Patra and Saxena, 2009; Addisu and Assefa, 2016). Pada awalnya, para ahli nutrisi ternak secara umum sependapat bahwa saponin merupakan senyawa yang dapat mengganggu pertumbuhan dan kesehatan ternak (Khalil and El-Adawy, 1994). Namun dengan, semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, saat ini saponin telah diketahui juga memiliki dampak positif baik pada hewan ternak maupun manusia.

DAMPAK SAPONIN TERHADAP TERNAK

Struktur dan Sifat

Saponin merupakan glikosida yang memiliki aglikon berupa steroid dan triterpenoid. Saponin memiliki berbagai kelompok glikosil yang terikat pada posisi C₃, tetapi beberapa saponin memiliki dua rantai gula yang menempel pada posisi C₃ dan C₁₇ (Vincken *et al.*, 2007). Struktur saponin tersebut menyebabkan saponin bersifat seperti sabun atau deterjen sehingga saponin disebut sebagai surfaktan alami (Mitra & Dangan, 1997; Hawley & Hawley, 2004). Saponin steroid tersusun atas inti steroid (C 27) dengan molekul karbohidrat (Hostettmann and Marston, 1995) dan jika terhidrolisis

menghasilkan suatu aglikon yang dikenal saraponin. Saponin steroid terutama terdapat pada tanaman monokotil seperti kelompok sansevieria (*Agavaceae*) (Boycea and Tinto, 2007) gadung (*dioscoreaceae*) dan tanaman berbunga (*Liliacea*) (Negi *et al.*, 2013). Saponin triterpenoid tersusun atas inti triterpenoid dengan senyawa karbohidrat yang dihidrolisis menghasilkan aglikon yang dikenal sapogenin. saponin triterpenoid banyak terdapat pada tanaman dikotil seperti kacang-kacangan (*leguminosae*), kelompok pinang (*Araliaceae*), dan *Caryophyllaceae* (Sparg *et al.*, 2004). Beberapa hasil penelitian telah menunjukkan tentang peran saponin triperpenoid sebagai senyawa pertahanan alami pada tanaman (Di Fabio *et al.*, 2014), dan beberapa anggota saponin triterpenoid juga telah diketahui memiliki sifat farmakologis yang menguntungkan (Shah *et al.*, 2016). Lebih dari 11 macam saponin telah teridentifikasi seperti *dammaranes*, *tirucallanes*, *lupanes*, *hopanes*, *oleananes*, *taraxasteranes*, *ursanes*, *cycloartanes*, *lanostanes*, *cucurbitanes* dan *steroid*. Sedangkan saponin yang umum ditemukan dalam hijauan tanaman pakan ternak adalah soyasapogenin, soyasapogenol, diosgenin, dioscin/protodioscin dan yamogenin (Low, 2015).

Saponin memiliki berbagai macam sifat biologis seperti kemampuan hemolitik (Oda *et al.*, 2000; Woldemichael & Wink, 2001), aktivitas antibakterial (Avato *et al.*, 2006; Hassan *et al.*, 2007), antimolluska (Huang *et al.*, 2003), aktivitas antivirus (Gosse *et al.*, 2002), aktivitas sitotoksik atau anti kanker (Kuroda *et al.*, 2001; Yun, 2003; Agarwal, 2016), efek hipokolesterolemia (Singh &

Basu, 2012) dan antiprotozoa (Delmas *et al.*, 2000; Mshvildadze *et al.*, 2000).

Sumber Saponin

Saponins terdapat pada sejumlah besar tanaman dan beberapa hewan laut seperti teripang atau timun laut (Hostettmann and Marston, 1995; Lacaille-Dubois and Wagner, 2000), *Ophiuroidea* (*brittle star* /bintang ular) (Amini *et al.*, 2014). Pada tanaman, saponin tersebar merata dalam bagian-bagiannya seperti akar, batang, umbi, daun, biji dan buah (Vincken *et al.*, 2007). Konsentrasi tertinggi saponin dalam jaringan tanaman ditemukan pada tanaman yang rentan terhadap serangan serangga, jamur atau bakteri sehingga menunjukkan bahwa senyawa ini dapat berperan sebagai mekanisme pertahanan tubuh tanaman (Wina *et al.*, 2005). Saponin triterpenoid telah teridentifikasi pada lebih dari 500 spesies tanaman seperti kedelai (*Glycine max*) (Tantry & Khan, 2013), alfalfa (*Medicago sativa*) (Mazahery-Laghab *et al.*, 2011), teh (*Camellia sinensis*) (Jadhav *et al.*, 2016), soap bark (*Quillajasaponaria*) (Roner *et al.*, 2007), chickpeas (*Cicer arietinum*), bayam (*Spinacia oleracea*), tebu (*Beta vulgaris L*) (Mroczek *et al.*, 2012), bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) (Dwivedi & Sharma, 2014), ginseng (*Panax genus*) (Kim *et al.*, 1998) kacang tanah (*Arachis hypogaea L*) (Nguyen Kim *et al.*, 2013) dan kacang ginjal (*Phaseolus vulgaris*) (Fenwick *et al.*, 1991; Deore *et al.*, 2009). Saponin steroid banyak terkandung dalam tanaman bernilai ekonomis seperti kentang (*Solanum tuberosum*), tomat (*Lycopersicon esculentum*), terong-terongan (*Solanum eleagnifolium*) dan oats (*Avena sativa*) (Mimaki *et al.*, 1999).

Saponin juga ditemukan di sejumlah hijauan yang penting untuk ternak seperti *Acacia spp.*, *Gliricidia sepium* (gamal) dan *Sesbania sesban* serta kacang-kacangan termasuk *Luzern* (*Medicago sativa*), semanggi merah (*Trifolium pratense*) dan semanggi ladino (*Trifolium repens*) (Wina *et al.*, 2005).

Pada leguminosa, saponin berikatan dengan protein sehingga terkonsentrasi pada bagian yang kaya akan protein (Curl *et al.*, 1986). Namun demikian saponin pada leguminosa memiliki toksisitas yang moderat sehingga hanya akan menimbulkan masalah jika dikonsumsi dalam jumlah yang besar (Baloyi *et al.*, 2001; Tavares *et al.*, 2015). Saponin lebih banyak terdapat pada daun muda tetapi aktivitas hemolitiknya lebih rendah jika dibandingkan dengan saponin yang berasal dari akar (Sen *et al.*, 1998). Kandungan saponin dari alfalfa dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti tahap pertumbuhan, umur dan jumlah daun dalam satu tanaman. Saat ini telah banyak dibudidayakan kultivar alfalfa rendah saponin sehingga diharapkan akan terjadi penurunan efek negatif pada ternak yang mengonsumsinya (Coulman *et al.*, 2000). Kandungan saponin dalam biji dan daun lebih tinggi dibandingkan dengan batang dan bunga pada *M. lupulina* (Gorski *et al.*, 1984). Menurut Fenwick *et al.* (1991), kandungan saponin lebih banyak ditemukan pada tanaman yang berumur muda dibandingkan dengan yang tua

Dampak Negatif Saponin

Pengamatan pada ternak dan hewan percobaan dengan pemberian pakan alfalfa yang mengandung saponin menunjukkan adanya hambatan pertumbuhan pada hewan-

hewan tersebut. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh rasa pahit pada saponin sehingga menurunkan palatabilitas dan konsumsi pakan (Sen *et al.*, 1998). Saponin dapat mengiritasi selaput mulut dan saluran pencernaan sehingga dapat mempengaruhi absorpsi nutrisi (Gee *et al.*, 1997). Iritasi saluran pencernaan tersebut disebabkan karena saponin yang berada dalam saluran pencernaan hanya terabsorpsi dalam jumlah yang kecil. Hasil penelitian Brum *et al.* (2007) dan Castro *et al.* (2011) menunjukkan bahwa saponin, khususnya protodioscin dalam rumput *Brachiaria spp.* dapat mengakibatkan fotosensitisasi hepatogenous pada ternak. Meskipun banyak penelitian yang menunjukkan bahwa *B. Decumbens* merupakan hijauan pakan ternak dengan nilai nutrisi yang tinggi, namun banyak juga laporan yang menunjukkan bahwa *B. Decumbens* juga mengakibatkan kejadian wabah sporadis fotosensitifitas pada ternak ruminansia seperti domba, kambing, sapi dan kerbau di negara negara seperti Colombia, Brazil, Australia, Papua New Guinea, Malaysia dan Sri Lanka (Opasina, 1985; Castro, 2009; Caicedo, 2012; De Oliveira, 2013). Penelitian oleh Sen *et al.* (1998) menunjukkan bahwa pemberian saponin dari alfalfa dapat mengakibatkan bloat pada domba. Bloat tersebut kemungkinan disebabkan oleh perubahan tegangan permukaan pada isi rumen. Penelitian penelitian dampak negatif saponin pada ternak terutama menggunakan alfalfa sebagai sumber saponin. di Indonesia, masih belum banyak dilakukan penelitian dampak negatif saponin dari sumber pakan ternak yang umum digunakan. Mengingat hal tersebut maka sebaiknya perlu dilakukan penelitian penelitian

dampak saponin terhadap ternak dari sumber pakan yang umum digunakan di Indonesia.

Dampak negatif saponin pada kemampuan reproduksi hewan telah lama diketahui karena dapat mengakibatkan abortus, kegagalan pembentukan zygot dan kegagalan implantasi (Knight and Walter, 2004). Saponin yang terdapat dalam *broom weed (Gutierrezia sp.)*, *guilla lechu (Agave lecheguilla)* atau produk komersial yang mengandung saponin dapat mengakibatkan abortus dan/atau kematian pada kelinci, kambing dan sapi bila diberikan secara intravena dengan konsentrasi di atas 2-3 mg/kg berat badan (McDaniel And Ross 2002). Hasil hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa saponin dapat mempengaruhi penyerapan mineral dan vitamin. Southon *et al.* (1988) menyatakan bahwa saponin menurunkan absorpsi zat besi pada tikus percobaan. Penurunan absorpsi tersebut lebih diakibatkan karena pengaruh gangguan transport Fe melalui sel mukosa dibandingkan dengan ikatan yang terbentuk antara Fe dengan saponin. pendapat tersebut didukung oleh Gee *et al.* (1989) yang menyatakan bahwa saponin yang berasal dari berbagai macam tumbuhan akan mengakibatkan penurunan *transmural potential difference* (TPD) sehingga menghambat transportasi nutrisi melintasi membran brush border usus halus tikus percobaan.

Di Indonesia sangat sedikit laporan yang menunjukkan adanya kejadian fotosensitifitas pada ternak ruminansia akibat mengonsumsi hijauan. Demikian halnya dengan laporan laporan gangguan reproduksi akibat mengonsumsi saponin. Hal tersebut

kemungkinan disebabkan tidak adanya laporan dari peternak atau ketidak tepatan diagnosa yang diberikan akibat minimnya sarana laboratorium pendukung yang ada di wilayah peternakan tersebut.

Saponin telah lama diketahui dapat menyebabkan lisisnya eritrosit jika diberikan *in vitro* (Woldemichael & Wink, 2001), akan tetapi hasil penelitian Yoshiki *et al.* (1998) menunjukkan bahwa tidak ditemukan aktivitas hemolitik dari saponin kedelai yang diamati. Aktivitas hemolitik pada penelitiannya kemungkinan bukan diakibatkan saponin akan tetapi diakibatkan oleh asam linoleat dan lipoksin yang ada dalam kedelai. Penelitian Zhou *et al.* (2014) menunjukkan terjadinya penurunan asupan pakan yang mengakibatkan penurunan berat badan pada ayam petelur yang diberi ekstrak saponin alfalfa. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh rendahnya palatabilitas karena rasa yang pahit dari saponin. Namun demikian, hasil penelitian Deng *et al.* (2012) menunjukkan bahwa pemberian ekstrak alfalfa tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kinerja produksi ayam petelur.

Dampak negatif dari saponin pada ternak dapat dihilangkan melalui berbagai macam metode pemrosesan. Temitope *et al.* (2013) menyatakan bahwa kadar saponin pada berbagai macam sayuran dapat diturunkan melalui metode pemanasan. Chaturvedi *et al.* (2012) menyatakan bahwa metode perebusan mampu menurunkan kadar saponin pada kedelai (*Glycine max* Linn.), tetapi sebaliknya, metode perendaman dan perkecambahan justru akan meningkatkan kandungan saponin. Hasil yang bertentangan ditunjukkan pada metode perebusan daun

Cnidoscopus aconitifolius dimana terjadi peningkatan kandungan saponin setelah direbus (Babalola and Alabi, 2015). Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa perbedaan metode dan jenis bahan pakan akan menentukan kadar saponin dalam kedelai. Dengan demikian, jika kita mengharapkan manfaat saponin maka metode yang tepat digunakan adalah perendaman dan perkecambahan, sebaliknya jika kita akan menghilangkan dampak negatif dari saponin maka metode yang paling tepat digunakan adalah dengan pemanasan.

Manfaat Saponin

Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa saponin dan tanaman yang banyak mengandung saponin memiliki efek toksik pada protozoa dengan cara membentuk sebuah kompleks ireversibel dengan steroid dalam dinding sel protozoa (Wang *et al.*, 1998; Francis *et al.*, 2002). Kompleks yang terbentuk tersebut akan mengakibatkan rusaknya membran sel protozoa (Hostettmann & Marston, 1995). Penurunan populasi protozoa dalam rumen ini kemungkinan memiliki beberapa efek positif seperti peningkatan efisiensi metabolisme nitrogen, pengurangan emisi gas metana, pergeseran dalam populasi bakteri dan jamur dalam rumen serta potensi peningkatan aliran protein bakteri menuju saluran pencernaan yang lebih rendah (Wallace *et al.*, 1994). Hasil penelitian tersebut didukung oleh Wang *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa saponin dari teh yang ditambahkan ke dalam diet mampu menghambat metanogenesis sehingga diharapkan dapat memelihara lingkungan global serta meningkatkan efisiensi

pemeliharaan ternak produksi. Namun demikian, banyak juga penelitian yang menyatakan bahwa saponin tidak berpengaruh pada populasi protozoa dalam rumen. Dalam laporannya, Ivan *et al.* (2004) menyatakan bahwa beberapa saponin mampu menurunkan populasi protozoa, akan tetapi setelah beberapa hari mengonsumsi, populasi protozoa cenderung tetap atau bahkan meningkat pada hari ke 20 setelah perlakuan pada domba perlakuan. Lebih lanjut, dalam penelitiannya, Koenig *et al.* (2007) menyatakan bahwa pemberian suplemen daun sengon (*E. Cyclocarpum*) yang mengandung saponin pada diet berbasis barley mampu mengurangi jumlah protozoa Ciliata dalam rumen sampai 25% serta meningkatkan efisiensi sintesis protein bakteri. Meskipun demikian, efek antiprotozoa dari diet *E. Cyclocarpum* tersebut bersifat jangka pendek.

Penelitian pengaruh saponin terhadap bakteri dalam rumen juga telah banyak dilakukan, namun demikian hasilnya masih banyak yang bertentangan. Penelitian oleh Newbold *et al.* (1997) dan Valdez *et al.* (1986) dengan menggunakan daun *S. sesban* dan ekstrak *Y. Schidigera* yang banyak mengandung saponin menunjukkan terjadinya peningkatan populasi bakteri dalam rumen. Peningkatan populasi tersebut kemungkinan disebabkan oleh penurunan jumlah populasi protozoa dalam rumen. Sebaliknya, hasil penelitian Wang *et al.* (1998) menunjukkan bahwa jumlah bakteri selulolitik menurun 30% pada pemberian pakan yang ditambahkan 0,5 mg/ml ekstrak *Yucca* ke dalam ke 5 g hay Alfalfa (*Medicago sativa*) dan 5 g konsentrat. Penurunan tersebut kemungkinan disebabkan karena bakteri selulolitik lebih peka terhadap

ekstrak *Yucca*. Dampak positif saponin akan terlihat lebih jelas jika langsung diberikan ke dalam rumen dibandingkan dengan ditambahkan pada pakan (Odenyo *et al.*, 1997). Hasil penelitian Suharti *et al.* (2010) dengan menggunakan *Sapindus rarak* dengan jumlah 0,18% dalam mineral blok menunjukkan adanya sedikit penurunan jumlah protozoa, sedangkan jumlah bakteri cenderung meningkat.

Secara umum, perbedaan hasil-hasil penelitian pengaruh saponin terhadap mikroflora dalam rumen tersebut diatas dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan. Kemungkinan pertama adalah perbedaan dosis saponin yang digunakan dalam penelitian. Kemungkinan kedua adalah perbedaan jenis tanaman yang digunakan dalam penelitian. Kemungkinan yang ketiga adalah jenis saponin yang digunakan mengingat sampai saat ini telah dikenal 11 macam saponin yang berasal dari tanaman.

Dampak positif saponin banyak dimanfaatkan untuk kepentingan manusia karena saponin memiliki aktivitas yang luas seperti antibakteri, antifungi, kemampuan menurunkan kolesterol dalam darah dan menghambat pertumbuhan sel tumor. Hasil penelitian Vinarova *et al.* (2015) secara *in vitro* dan *in vivo* pada mencit menunjukkan bahwa pemberian saponin dapat menurunkan konsentrasi kolesterol dalam darah. Hasil penelitian aktivitas antibakteri dan antifungi menggunakan metode *disc diffusion test* juga menunjukkan bahwa saponin memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri maupun fungi (Ben Ahmed *et al.*, 2012; Maatalah *et al.*, 2012). Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengungkap aktivitas

antitumor saponin *in vivo* dengan menggunakan hewan coba mencit maupun tikus putih (Lu *et al.*, 2012; Wu *et al.*, 2014; Zhao *et al.*, 2016).

Namun demikian dari hasil-hasil penelitian diatas, dampak positif tersebut tampaknya lebih banyak diamati pada penelitian *in vitro* maupun *in vivo* pada hewan coba sehingga masih perlu banyak penelitian yang lebih mendalam dampak saponin sehingga benar benar dapat diimplementasikan pada peningkatan kesehatan ternak maupun manusia.

PENUTUP

Saponin dalam tanaman dapat berdampak positif maupun negatif pada ternak ruminansia maupun non ruminansia yang mengonsumsinya. Dampak negatif dapat diturunkan dengan melalui beberapa metode pemrosesan. Namun demikian, dampak positif lebih banyak diketahui berdasarkan penelitian *in vitro* dan dalam skala laboratorium. Oleh sebab itu masih banyak diperlukan penelitian yang berhubungan dengan dampak positif saponin *in vivo*

DAFTAR PUSTAKA

- Addisu, S. & A. Assefa.** 2016. Role of plant containing saponin on livestock production; *A Review Advances in Biological Research*. 10 (5): 309-314.
- Agarwal, A.** 2016. Duality of anti-nutritional factors in pulses. *J Nutr Disorders Ther* 6 (1): 1-2.
- Amini, E., M. Nabiuni, J. Baharara, K. Parivar, & J. Asili.** 2014. Hemolytic and cytotoxic effects of saponin like compounds isolated from Persian Gulf brittle star (*Ophiocoma erinaceus*). *Journal of Coastal Life Medicine*. 2(10): 762-768.
- Avato, P.R., A. Bucci, C. Tava, A. Vitali, Z. Rosato, M. Bialy, & M. Jurzysta.** 2006. Antimicrobial activity of saponins from *Medicago spp.*: Structure-activity relationship. *Phytother. Res.* 20: 454-457.
- Baloyi, J.J., N.T. Ngongoni, J.H. Topps, T. Acamovic, & H. Hamudikuwanda.** 2001. Condensed Tannin and Saponin Content of *Vigna unguiculata* (L.) Walp, *Desmodium uncinatum*, *Stylosanthes guianensis* and *Stylosanthes scabra* Grown in Zimbabwe. *Tropical Animal Health and Production*. 33: 57-66.
- Brum, K.B., M. Haraguchi, R.A.A. Lemos, F. Riet-Correa, & M.C.S. Fioravanti.** 2007. Crystal-associated cholangiopathy in sheep grazing *Brachiaria decumbens* containing the saponin protodioscin. *Pesq. Vet. Bras.* 27(1): 39-42.
- Caicedo, J.** 2012. Hepatic lesions in cattle grazing on *Brachiaria decumbens* in Mesetas, Meta (Colombia). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 59: 102-108.
- Castro, M.B.** 2009. *Brachiaria spp.* poisoning in sheep in Brazil: Experimental and epidemiological findings. In International Symposium on Poisonous Plants-Poisonings by Plants, Mycotoxins and Related Toxins; CABI: Paraiba, Brazil,.
- Castro, M.B., H.L. Jr Santos, V.S. Mustafa, C.V. Gracindo, A.C.R. Moscardini, H. Louvandini, G.R. Paludo, J.R.J. Borges, M. Haraguchi, M.B. Ferreira, & F. Riet-Correa.** 2011. *Brachiaria spp.* poisoning in sheep in Brazil: experimental and epidemiological findings. In: RIET-CORREA *et al.* Poisoning by plants, mycotoxins, and related toxins. Wallingford: CAB International, 2011. *Cap.15*: 110-117.
- Chaturvedi, S., R. Hemamalini, & K.K. Sunil.** 2012. Effect of processing

conditions on saponin content and antioxidant activity of Indian varieties of soybean (*Glycine max* Linn.). *Annals of Phytomedicine*. 1(1): 62-68.

- Cheeke, P.R.** 1996. Biological Effects of Feed and Forage Saponins and Their Impacts on Animal Production. In Saponins Used in Food and Agriculture. 377-385 [GR Waller and K Yamasaki, editors]. New York: Plenum Press.
- Coulman, B., B. Goplen, W. Majak, T. McAllister, K.J. Cheng, B. Berg, J. Hall, D. McCartney, & S. Acharya.** 2000. A review of the development of a bloat-reduced alfalfa cultivar. *Can. J. Plant Sci.* 80: 487-491.
- Curl, C.L., R.K. Price, & G.R. Fenwick.** 1986. Isolation and structural elucidation of a triterpenoid saponin from guar, *Cyamopsis tetragonoloba*. *Phytochem.* 25: 2675-2676.
- De Oliveira, C.** 2013. Hepatic photosensitization in buffaloes intoxicated by *Brachiaria decumbens* in Minas Gerais state, Brazil. *Toxicol.* 73: 121-129.
- Delmas F., C. Di Giorgio, R. Elias, M. Gasquet, N. Azas, V. Mshvildadze, G. Dekanosidze, E. Kemertelidze, & P. Timon-David.** 2000. Antileishmanial activity of three saponins isolated from ivy, α -hederin, β -hederin and hederacolchiside A1, as compared to their action on mammalian cells cultured in vitro. *Planta Medica*. 66: 343-347.
- Deng W., X.F. Dong, J.M. Tong, T.H. Xie, & Q. Zhang.** 2012. Effects of an aqueous alfalfa extract on production performance, egg quality and lipid metabolism of laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 96: 85-94.
- Deore S.L., S.S. Khadabadi, K.P. Chittam, P.G. Bhujade, T.P. Wane, Y.R. Nagpurkar, P.D. Chanekar, & R.G. Jain.** 2009. Properties and pharmacological applications of Saponins. *Pharmacology*. 2: 61-84.
- Di Fabio, G., V. Romanucci, A. de Marco, & A. Zarrelli.** 2014. Triterpenoids from *Gymnema sylvestre* and their pharmacological activities. *Molecules*. 19: 10956-10981.
- Ben Ahmed, B., I. Chaieb, K.B. Salah, H. Boukamcha, H. Jannet, Z. Mighri, & M. Daami-Remadi.** 2012. Antibacterial and antifungal activities of *Cestrum parqui* saponins: possible interaction with membrane sterols. *International Research Journal of Plant Science*. 3(1): 001-007.
- Dwivedi, A. & G.N. Sharma.** 2014. A review on Heliotropism plant: *Helianthus annuus* L. *The Journal of Phytopharmacology*. 3(2): 149-155.
- Fenwick, G.R., K.R. Price, C. Tsukamoto, & K. Okubo.** 1991. *Saponins*. In: Mello, F.J.P.D., Duffus, C.M., Duffus, J.H. (Eds.), *Saponins in Toxic Substances in Crop Plants*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Francis, G., Z. Kerem, H.P.S. Makkar, & K. Becker.** 2002. The biological action of saponins in animal systems: A review. *Br. J. Nutr.* 88: 587-605.
- Gee, J.M., J.M. Wal, K. Miller, H. Atkinson, F. Grigoriadou, M.V.W. Wijnands, A.H. Penninks, G. Wortley, & I.T. Johnson.** 1997. Effect of saponin on the transmucosal passage of b-lactoglobulin across the proximal small intestine of normal and b-lacoglobulin-sensitized rats. *Toxicology*. 117: 219-228.
- Gee, J.M., K.R. Price, C.L. Ridout, I.T. Johnson, and G.R. Fenwick.** 1989. Effects of some purified saponins on transmural potential difference in mammalian small intestine. *Toxicology In Vitro*. 3: 85-90.
- Gemedé, H.F. & N. Ratta.** 2014. Antinutritional factors in plant foods: Potential health benefits and adverse effects. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*. 3(4): 284-289.

- Gorski, P.M., M. Jurzysta, S. Burda, W.A. Oleszek, & M. Ploszyski.** 1984. Studies on *Medicago lupulina saponins* IV. Variation in the saponin content of *M. lupulina*. *Acta Soc. Bot. Pol.* 53: 543.
- Gosse, B., J. Gnabre, R.B. Bates, C.W. Dicus, P. Nakkiew, & R.C.C. Huang.** 2002. Antiviral saponins from *Tieghemella heckelii*. *Journal of Natural Products*. 65: 1942–1944.
- Hassan, S. M., O. Gutierrez, A.U. Haq, J.A. Byrd, C.A. Bailey, & A.L. Cartwright.** 2007. Saponin-rich extracts from quillaja, yucca, soybean, and guar differ in antimicrobial and hemolytic activities. *Poult. Sci.* 86: 121.
- Hawley, T.S. & R.G. Hawley.** 2004. Flow Cytometry Protocols. Humana Press, Inc.
- Hostettmann, K. & A. Marston.** 1995. Saponins. Cambridge: Cambridge University Press.
- Huang, H.C., S.C. Liao, F.R. Chang, Y.H. Kuo, & Y.C. Wu.** 2003. Molluscicidal saponins from *Sapindus mukorossi*, inhibitory agents of golden apple snails, *Pomacea canaliculata*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 4916– 4919.
- Ivan, M., K.M. Koenig, B. Teferedegne, C.J. Newbold, T. Entz, L.M. Rode, & M. Ibrahim.** 2004. Effect of the dietary *Enterolobium cyclocarpum* foliage on the population dynamics of rumen ciliate protozoa in sheep. *Small Ruminant Research*. 52: 81–91.
- Jadhava, R.V., A. Kannana, R. Bhara, O.P. Sharma, A. Gulatib, K. Rajkumara, G. Mala, B. Singha, & M.R. Vermac.** 2016. Effect of tea (*Camellia sinensis*) seed saponins on in vitro rumen fermentation, methane production and true digestibility at different forage to concentrate ratios. *Journal of Applied Animal Research*. 17(43): 1-7
- Jansman, A.J., G.D. Hill, J. Huisman, & A.F. Vander Poel.** 1998. Recent Advances of Research in Anti-Nutritional Factors in Legumes Seeds. Wageningen. The Netherlands: Wageningen Pers, p.76.
- Boycea, S.J.L, & W.F. Tinto.** 2007. Steroidal Saponins and Sapogenins from the Agavaceae Family a. *Natural Product Communications*. 2(1): 99-114.
- Babalola, J.O. & O.O. Alabi.** 2015. Effect of processing methods on nutritional composition, phytochemicals, and anti-nutrient properties of chaya leaf (*Cnidocolus aconitifolius*). *Afr. J. Food Sci.* 9(12): 560-565.
- Khalil, A.H. & T.A. El-Adawy.** 1994. Isolation, identification and toxicity of saponin from different legumes. *Food Chemistry*. 50: 197–201.
- Kim, D.S., S.R. Oh, I.S. Lee, K.Y.L. Jung, J.D. Park, S.I. Kim, & H-K. Lee.** 1998. Anticomplementary activity of Ginseng saponins and their degradation products. *Phytochemistry*. 47:397–399.
- Knight, A.P. & R.G. Walter.** 2004. Plants Associated with Congenital Defects and Reproductive Failure. In: A Guide to Plant Poisoning of Animals in North America, A.P. Knight and R.G. Walter (Eds.) Publisher: Teton NewMedia, Jackson WY (www.veterinarywire.com)
- Koenig, K.M., M. Ivan, B. Teferedegne, D.P. Morgavi, L. Rode, M. Ibrahim, & C.J. Newbold.** 2007. Effect of dietary *Enterolobium cyclocarpum* on microbial protein flow and nutrient digestibility in sheep maintained fauna-free, with total mixed fauna or with *Entodinium caudatum* monofauna K. *British Journal of Nutrition*. 98: 504–516.
- Kuroda, M., Y. Mimaki, F. Hasegawa, A. Yokosuka, Y. Sashida, & H. Sakagami.** 2001. Steroidal glycosides from the bulbs of *Camassia leichtlinii* and their cytotoxic activities. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 49:726–731.
- Lacaille-Dubois, M.A. & H. Wagner.** 2000. Bioactive saponins from plants: An update. In *Studies in Natural Products*

- Chemistry*; Atta-Ur-Rahman, Ed.; Elsevier Science: Amsterdam. 21: 633-687.
- Low, S.G.** 2015. Review Signal grass (*Brachiaria decumbens*) Toxicity in grazing ruminants. *Agriculture*. 5: 971-990.
- Lu, X.L., S.X. He, M.D. Ren, Y.L. Wang, Y.X. Zhang, & E.Q. Liu.** 2012. Chemopreventive effect of saikosaponin-d on diethylnitrosamine-induced hepatocarcinogenesis: Involvement of CCAAT/enhancer binding protein beta and cyclooxygenase-2. *Mol. Med. Rep.* 5: 637-644.
- Maatalah, M.B., N.K. Bouzidi, S. Bellahouel, B. Merah, Z. Fortas, R. Soulimani, S. Saidi, & A. Derdour.** 2012. Antimicrobial activity of the alkaloids and saponin extracts of *Anabasis articulata*. *Journal of Biotechnology and Pharmaceutical Research*. 3(3): 54-57.
- Mazahery-Laghab, H., B. Yazdi-Samadi, M. Bagheri, A.R. Bagheri.** 2011. Alfalfa (*Medicago sativa* L.) shoot saponins: identification and bio-activity by the assessment of aphid feeding. *Br J Nutr.* 105(1): 62-70.
- McDaniel, K.C., & T.T. Ross.** 2002. Snakeweed: Poisonous properties, livestock losses, and management considerations. *J. Range Manage.* 55: 277-284.
- Mimaki, Y., M. Kuroda, A. Ide, A. Kameyama, A. Yokosuka, & Y. Sashida.** 1999. Steroidal saponins from the aerial parts of *Dracaena draco* and their cytostatic activity on HL-60 cells. *Phytochemistry*. 50: 805-813.
- Mitra, S. & S.R. Dangan.** 1997. Micellar properties of Quillaja saponin. Effects of temperature, salt, and pH on solution properties. *J. Agric. Food Chem.* 45(5): 1587-1595.
- Mroczek, A., I. Kapusta, B. Janda, & W. Janiszowska.** 2012. Triterpene saponin content in the roots of red beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars. *J Agric Food Chem.* 60(50): 12397-12402.
- Mshvildadze, V., A. Favel, F. Delmas, R. Elias, R. Faure, G. Decanosidze, E. Kemertelidze, & G. Balansard.** 2000. Antifungal and antiprotozoal activities of saponins from *Hedera colchica*. *Pharmazie*. 55: 325-326.
- Negi, J.S., P.S. Negi, G.J. Pant, M.S. Rawat, & S.K. Negi.** 2013. Naturally occurring saponins: Chemistry and biology. *Journal of Poisonous and Medicinal Plant Research*. 1(1): 001-006.
- Newbold, C.J., S.M. El Hassan, J. Wang, M.E. Ortega, & R.J. Wallace.** 1997. Influence of foliage from African multipurpose trees on activity of rumen protozoa and bacteria. *British Journal of Nutrition*. 78: 237-249.
- Nguyen Kim, T.P., V.T. Nga, T.V. Phuong, Q.N.D. Phuong, N.T.T. Duong, T.T. Quang, & P.P. Nguyen Kim.** 2013. Phytochemical constituents and determination of resveratrol from the roots of *Arachis hypogaea* L. *American Journal of Plant Sciences*. 4: 2351-2358.
- Oda, K., H. Matsuda, T. Murakami, S. Katayama, T. Ohgitani, & M. Yoshikawa.** 2000. Adjuvant and haemolytic activities of 47 saponins derived from medicinal and food plants. *Biological Chemistry*. 381: 67-74.
- Odenyo, A.A., P.O. Osuji, & O. Karanfil.** 1997. Effects of multipurpose tree (MPT) supplements on ruminant ciliate protozoa. *Animal Feed Science and Technology*. 67: 169-180.
- Opasina, B.A.** 1985. Photosensitization jaundice syndrome in West African Dwarf sheep and goats grazed on *Brachiaria decumbens*. *Trop. Grassl.* 19: 120-123.
- Patra, A.K. & J. Saxena.** 2009. The effect and mode of action of saponins on the microbial populations and fermentation in the rumen and ruminant production. *Nutrition Research Reviews*. 22: 204-219.

- Roner, M.R., J. Sprayberry, M. Spinks, & S. Dhanji.** 2007. Antiviral activity obtained from aqueous extracts of the Chilean soapbark tree (*Quillaja saponaria Molina*). *J Gen Virol.* 88 (1): 275-85.
- Sen, S., H.P.S. Makkar, & K. Becker.** 1998. Alfalfa saponins and their implication in animal nutrition. *J. Agric. Food Chem.* 46: 131-140.
- Shah, M., R. Ishtiaq, S.M. Hizbullah, S. Habtemariam, A. Zarrelli, A. Muhammad, S. Collina, & I. Khan.** 2016. Protein tyrosine phosphatase 1B inhibitors isolated from *Artemisia roxburghiana*. *J. Enzym. Inhib. Med. Chem.* 31: 563-567.
- Singh, J. & P.S. Basu.** 2012. Non-nutritive bioactive compounds in pulses and their impact on human health: An overview. *Food and Nutrition Sciences.* 3: 1664-1672.
- Southon, S., A.J.A. Wright, K.R. Price, S.J. Fairweather-Tait, & G.R. Fenwick.** 1988. The effect of three types of saponin on iron and zinc absorption from a single meal in the rat. *British Journal of Nutrition.* 59: 389-396.
- Sparg, S.G., M.E. Light, & J. van Staden.** 2004. Biological activities and distribution of plant saponins. *J. Ethnopharmacol.* 94: 219-243.
- Suharti, S., A. Kurniawati, D.A. Astuti, & E. Wina.** 2010. Microbial population and fermentation characteristic in response to sapindus rarak mineral block supplementation. *Media Peternakan.* 33(3): 150-154.
- Tantry, M.A. & I.A. Khan.** 2013. Saponins from *Glycine max Merrill* (soybean). *Fitoterapia.* 87:49-56.
- Tavares, R.L., A.S. Silva, A.R.N. Campos, A.R.P. Schuler, & J.A. de Sousa.** 2015. Nutritional composition, phytochemicals and microbiological quality of the legume, *Mucuna pruriens*. *African Journal of Biotechnology.* 14(8): 676-682.
- Temitope, O.K., A. Adeleke, K.H. Joseph, A.P.O. Salau, & B. Adewale.** 2013. Changes in Saponins content of some selected nigerian vegetables during blanching and juicing. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology.* 3(3): 38-42.
- Valdez, F.R., L.J. Bush, A.L. Goetsch, & F.N. Owens.** 1986. Effect of steroidal saponins on ruminal fermentation and on production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science.* 69: 1568-1575.
- Vinarova, L., Z. Vinarov, V. Atanasov, I. Pantcheva, S. Tcholakova, N. Denkova, & S. Stoyanov.** 2015. Lowering of cholesterol bioaccessibility and serum concentrations by saponins: in vitro and in vivo studies. *Food Funct.* 6: 501-512.
- Vincken, J.P., L. Heng, A. De Groot, & J.H. Gruppen.** 2007. Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom. *Phytochem.* 68: 275-297.
- Wallace, R.J., L. Arthaud, & C.J. Newbold.** 1994. Influence of *Yucca schidigera* extract on ruminal ammonia concentrations and ruminal microorganisms. *Applied Environmental Microbiology.* 60: 1762-1767.
- Wang, Y., T.A. McAllister, C.J. Newbold, L.M. Rode, P.R. Cheeke, & K.J. Cheng.** 1998. Effects of *Yucca schidigera* extract on fermentation and degradation of steroidal saponins in the rumen simulation technique (RUSITEC). *Animal Feed Science and Technology.* 74: 143-153.
- Wang, J.K., J.A. Ye, & J.X. Liu.** 2012. Effects of tea saponins on rumen microbiota, rumen fermentation, methane production and growth performance—a review. *Trop Anim Health Prod.* 44: 697-706.
- Wina, E., S. Muetzel, & K. Becker.** 2005. The impact of saponins or saponin-containing plant materials on ruminant

- production: A review. *J. Agric. Food Chem.* 53: 8093–8105.
- Wink, M.** 2015. Review: modes of action of herbal medicines and plant secondary metabolites. *Medicines.* 2: 251-286.
- Woldemichael, G.M. & M. Wink.** 2001. Identification and biological activities of triterpenoid saponins from *Chenopodium quinoa*. *J. Agric. Food Chem.* 49: 2327–2332.
- Wu, R., Q. Ru, L. Chen, B. Ma, & C. Li.** 2014. Stereospecificity of ginsenoside Rg3 in the promotion of cellular immunity in hepatoma H22-bearing mice. *J. Food Sci.* 79: H1430-H1435.
- Yoshiki, Y., S. Kudou, & K. Okubo.** 1998. Relationship between chemical structures and biological activities of triterpenoid saponins from soybean (Review). *Bioscience Biotechnology and Biochemistry.* 62: 2291–2299.
- Yun, T.K.** 2003. Experimental and epidemiological evidence on non-organ specific cancer preventive effect of Korean ginseng and identification of active compounds. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis.* 523/524: 63–74.
- Zhao, X., L. Xu, L. Zheng, L. Yin, Y. Qi, X. Han, Y. Xu, & J. Peng.** 2016. Potent effects of dioscin against gastric cancer in vitro and in vivo. *Phytomedicine.* 23: 274–282.
- Zhou, L., y. Shi, R. Guo, M. Liang, X. Zhu, & C. Wang.** 2014. Digital gene-expression profiling analysis of the cholesterol-lowering effects of alfalfa saponin extract on laying hens. journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371.<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0137171>.