Urea: Manfaat pada ruminansia

Urea: Benefit on ruminant

Yanuartono*, Alfarisa Nururrozi, Soedarmanto Indarjulianto, Hary Purnamaningsih, dan Slamet Rahardjo

Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada

Submitted : 21 August 2017, Accepted : 08 Desember 2017

ABSTRAK: Masalah pemberian pakan pada ruminansia telah mendapat banyak perhatian di daerah tropis. Sebagian besar ruminansia mendapatkan pakan jerami berkualitas rendah, limbah tanaman pertanian dan industri. Saat ini urea telah banyak tersedia dan digunakan sebagai sumber amonia untuk memperbaiki nilai nutrisi dari berbagai macam hijauan serta limbah tanaman. Lebih lanjut, penambahan urea sebagai suplemen relatif mudah penanganannya untuk diaplikasikan, murah dan bermanfaat sebagai pengganti protein alami dalam ransum. Meskipun penggunaan urea sebagai suplemen pakan memiliki potensi keuntungan ekonomi sebagai sumber N, namun memiliki kelemahan dan keterbatasan pada penggunaannya. Pemberian urea yang berlebihan, pencampuran dalam pakan yang tidak merata atau kesalahan dalam penghitungan jumlah urea ke dalam ransum akan dapat mengakibatkan keracunan pada ternak. Makalah ini bertujuan untuk meringkas manfaat dan kemungkinan efek negatif penggunaan urea sebagai suplemen pakan ruminansia.

Kata kunci: ruminansia, jerami, urea, suplemen, keracunan

ABSTRACT: The problems of ruminant feeding have received considerable attention in the tropics. Most ruminants are fed on low-quality roughages, agricultural crop-residues and industrial byproducts. Urea is widely available and has been used as a source of ammoniation to improve the feeding value of various grasses and crop residues. Furthermore, urea treatment as a supplement is relatively easy to apply, handling, inexpensive and valuable substitute for natural proteins in the ration. Although the use of urea has potential economic advantages for N sources, there are limitations and disadvantages to its use. Excess level of urea may a problem of urea toxicity, due to poor mixing of feed or to errors in calculating the amount of urea to add to the ration. This paper aims to summarize the benefits and possible negative effects of urea use as supplement to ruminants feed.

Keywords: ruminants, roughages, urea, supplement, toxicity

PENDAHULUAN

Kendala utama pada peternakan ruminansia di negara negara berkembang adalah rendahnya kualitas bahan pakan yang tersedia. Peningkatan nilai nutrien dari bahan tersebut dapat dilakukan dengan berbagai macam metode pengolahan. Metode tersebut antara lain dapat dilakukan secara fisik dengan pemanasan, tekanan tinggi, penggilingan dan pencacahan. Metode kimiawi dapat dilakukan dengan

asam atau alkali, secara enzimatik dengan penambahan enzim tertentu serta secara mikrobiologi dengan bantuan mikroorganisme atau kombinasi antar metode tersebut.

Salah satu metode yang sederhana dan mudah diaplikasikan adalah metode alkali dengan menggunakan urea sebagai bahan utama. Urea merupakan sumber non-protein nitrogen (NPN) paling sering digunakan sebagai pengganti pakan protein

* Corresponding author: yanuartono20@yahoo.com

sejati, karena dapat menekan biaya pakan ternak (Gonçalves *et al.*, 2015). Sebagian besar urea yang diproduksi, digunakan pada bidang pertanian sebagai pupuk kimia (Seseray *et al.*, 2013; Yanti *et al.*, 2014). Namun, pada perkembangannya, urea juga digunakan pada bidang peternakan sebagai bahan pakan tambahan (EFSA, 2012). Urea telah digunakan sebagai bahan pakan tambahan pada ruminansia selama lebih dari 100 tahun (Kertz, 2010). Alasan digunakannya urea dalam ransum ternak ruminansia karena mudah diperoleh dengan harga yang murah McPherson and Witt (1968; Stanton and Whittier (1998); Xin *et al.* (2010), namun demikian, penambahan urea dalam pakan yang dilakukan dengan tidak berhati-hati dapat menimbulkan dampak negatif seperti turunnya palatabilitas pakan, terganggunya proses fermentasi dalam rumen Rush *et al.* (1976) dan keracunan (Edjتهادي *et al.*, 1978; Broderick *et al.*, 1993; Sharma *et al.*, 2017).

Urea dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam berbagai cara dan bentuk seperti misalnya amoniasi Shain *et al.*, (1998); Van Soest (2006); Soepranianondo *et al.* (2007), dicampur dengan molasses Lawrence and Mugerwa, (1974); Hunter (2012), urea molasses blok Leng and Preston (1984); Preston and Leng (1987); Forsberg *et al.* (2002), urea molasses mineral blok Singh *et al.* (2010); Muralidharan *et al.* (2016) dan urea molasses multivitamin blok (Jayawickrama *et al.*, 2013; Yanuartono *et al.*, 2015).

Pengolahan bahan pakan dengan penambahan urea merupakan proses yang umum dilakukan terhadap bahan pakan berserat kasar tinggi dan bertujuan untuk meningkatkan asupan maupun pencernaan pakan berserat (Huntington and Archibeque, 1999). Tulisan ini bertujuan untuk merangkum dan menelaah sebagian hasil penelitian terhadap manfaat

maupun kemungkinan dampak negatif dari penggunaan urea sebagai bahan tambahan pada pakan ternak ruminansia.

STRUKTUR DAN SIFAT UREA

Urea atau biasa disebut karbamida adalah suatu senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen dengan rumus molekul $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ serta mengandung 46,7% nitrogen (Kurzer and Sanderson, 1956). Nama lain yang juga sering dipakai adalah *carbamide resin*, *isourea*, *carbonyl diamide* dan *carbonyldiamine*. Secara fisik urea berbentuk kristal padat berwarna putih, mudah larut dalam air dan bersifat higroskopis Lee *et al.* (1995). Sifat higroskopis tersebut mengakibatkan metode penyimpanannya harus diperhatikan untuk menghindari kerusakan. Temperatur penyimpanan urea supaya tidak mudah rusak berkisar antara 10 - 30°C dengan kelembaban relatif kurang dari 70%. Menurut Anonimus (1983), 1 kg urea yang terhidrolisis sempurna dapat menghasilkan 0,57 kg NH_3 . Hidrolisis urea (ureolisis) berlangsung seperti reaksi berikut:

Setelah terurai menjadi NH_3 dan CO_2 , dengan adanya molekul air, NH_3 akan mengalami hidrolisis menjadi NH_4^+ dan OH^- (Bödeker *et al.*, 1992). Senyawa NH_3 mempunyai $\text{pK}_a = 9,26$, berarti bahwa dalam suasana netral ($\text{pH} = 7$) akan lebih banyak terdapat sebagai NH_4^+ Moraes *et al.* (2017), sehingga dengan demikian amoniasi akan serupa dengan perlakuan alkali (Chenost and Kayouli, 1997; Lam *et al.*, 2001; Trach *et al.*, 1998). Urea dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pakan ternak karena gugus OH dapat memutus ikatan hidrogen antara oksigen pada karbon nomor 2 molekul glukosa satu dengan

oksigen karbon nomor 6 molekul glukosa lain yang terdapat pada ikatan selulosa, lignoselulosa dan lignohemiselulosa (Caneque *et al.*, 1998).

SUMBER NON-PROTEIN NITROGEN (NPN)

Non-protein nitrogen (NPN) adalah istilah yang digunakan dalam nutrisi hewan untuk merujuk secara kolektif ke komponen seperti urea, biuret dan sejumlah senyawa amonia lainnya yang bukan protein tapi bisa diubah menjadi protein oleh mikroba dalam rumen (Panday, 2011; Tadele and Amha, 2015). Sebagian besar bakteri rumen menggunakan amonia sebagai sumber N mereka untuk pertumbuhan. Sekitar 80% sel mikroba N berasal dari amonia, akan tetapi protozoa dalam rumen tidak dapat menggunakannya (Bach *et al.*, 2005). Semua NPN menghasilkan amonia di rumen yang kemudian masuk ke hati dan akhirnya diubah menjadi urea (Lapierre and Lobley, 2001; Altuntas, 2008; Tadele and Amha, 2015). Urea sebenarnya bukan merupakan satu satunya sumber NPN yang dapat diberikan sebagai pakan ternak ruminansia. Salah satu sumber NPN selain urea yang sering digunakan dalam industri peternakan adalah biuret ((CONH₂)₂-NH) yang merupakan hasil kondensasi dari dua molekul urea (Hatfield *et al.*, 1959; Singhal and Mudgal, 1980). Menurut Fonnesbeck *et al.* (1975) biuret merupakan produk awal dari urea yang dilepas secara perlahan dalam rumen (*slow release urea*) yang telah diteliti dan digunakan dalam industri peternakan sekitar tahun 1970. Selanjutnya biuret biasa digunakan sebagai sumber NPN untuk ruminansia, tetapi jarang digunakan dalam industri ternak skala kecil karena mahal (Currier *et al.*, 2004; Taylor-Edwards *et al.*, 2014; Bourg *et al.*, 2015).

Kombinasi bahan pakan dengan urea sebagai sumber NPN yang dapat

digunakan adalah produk amoniasi seperti amoniasi dengan penambahan molasses (King *et al.* 1957; Preston *et al.*, 1976; Brown, 1990; Yitbarek and Tamir, 2014), amoniasi *citrus pulp* Brown and Johnson (1991); Rihani *et al.* (1993), amoniasi *beet* (Seiden and Pfander 2013) dan garam amonium seperti *diammonium phosphate* (DAP) (Helmer and Bartley, 1971; Saha *et al.*, 2012; Meena *et al.*, 2013) dan *monoammonium phosphate* (MAP) (Fisher, 1978; Islam *et al.*, 2016). Meskipun memiliki kelemahan, namun sumber NPN yang paling umum digunakan pada pakan ternak adalah urea karena sumber NPN selain urea memiliki toksisitas lebih besar, biaya lebih tinggi dan palatabilitas lebih rendah (Dass and Kundu, 1994; Sarnklong *et al.*, 2010).

Kelemahan dari penggunaan urea adalah kurang efisien jika dibandingkan dengan sumber bahan pakan lain yang mengandung protein sejati sehingga urea dalam rumen akan terdegradasi lebih cepat dari laju pemanfaatan amonia oleh bakteri rumen (Abdoun *et al.*, 2006). Degradasi yang cepat tersebut juga mengakibatkan akumulasi dan absorpsi amonia dalam jumlah yang besar dan akhirnya akan diekskresikan melalui urin (Golombeski *et al.*, 2006; Broderick *et al.*, 2009; Highstreet *et al.*, 2010). Dengan demikian, pemanfaatan urea dalam industri peternakan sebagai *degradable intake protein* (DIP) akan mengakibatkan ekskresi N dari urin yang berlebihan (Wright, 1998) sehingga dikhawatirkan akan mencemari lingkungan (Castillo *et al.*, 2000; VandeHaar and St-Pierre, 2006).

PERAN UREA DALAM PENINGKATAN NILAI NUTRISI

Kualitas pakan hijauan yang rendah ditandai dengan tingginya kandungan lignoselulosa dan rendahnya kadar nitrogen (Walker and Kohler, 1981; Varner and Lin

1989). Sebagai akibatnya, pakan tersebut menjadi sedikit dicerna, rendahnya palatabilitas dan pemanfaatan unsur hara yang jelek Reddy and Reddy (1986) Sengar *et al* (1999); Sallam (2005), sehingga sering kali tidak dapat memenuhi persyaratan pemeliharaan ternak ruminansia (Bird, 1999; Chanjula and Ngampongsai, 2008). Banyak penelitian tentang metode amoniasi yang

telah dilakukan. Metode tersebut dilakukan untuk meningkatkan nilai nutrisi hijauan kualitas rendah ataupun limbah pertanian yang banyak ditemukan seperti jerami padi Bata (2008), limbah tanaman jagung (Yulistiani *et al.*, 2012), jerami gandum (Schlegel *et al.*, 2016), jerami barley (Migwi *et al.*, 2011), limbah sorghum (Abdullahi *et al.*, 2016) (Tabel 1).

Tabel 1. Peran positif urea pada ternak ruminansia

Level urea	Bentuk suplemen-tasi	Jenis ternak	Dampak positif	Referensi
5%	Fermentasi jerami	Peranakan FH	Peningkatan kecernaan bahan kering	Bata (2008)
2,5%	Amoniasi jerami barley	Leicester Merino silang	Peningkatan kecernaan bahan kering	Migwi <i>et al.</i> (2011)
3%	Silase tongkol jagung	Penelitian <i>in vitro</i>	Peningkatan kandungan protein	Yulistiani (2012)
3%	Silase jerami padi	Sapi FH silang	Peningkatan asupan bahan kering dan produksi susu	Wanapat <i>et al.</i> (2013)
3,4%	Amoniasi jerami gandum	Sapi potong jantan	Peningkatan berat badan	Schlegel <i>et al.</i> (2016)
4%	Limbah tanaman sorghum	Domba jantan yan-kasa	Peningkatan berat badan	Abdullahi <i>et al.</i> (2016)

Striskandarajah And Kellaway (1982), Wuliji and McManus (1988) dan Suksombat (2004) menyatakan bahwa metode terbaik untuk memperbaiki kecernaan dan asupan pakan asal limbah pertanian terutama yang banyak mengandung ligno-selulosa adalah dengan perlakuan alkali. Efek alkali pada dinding sel tergantung pada hidrolisis komponen dinding sel seperti ikatan lignin dan sebagian polisakarida sehingga memungkinkan mikroorganisme dalam rumen untuk memecah selulosa dan hemiselulosa (Karunanandaa *et al.*, 1995; McDonald *et al.*, 2002).

Perlakuan alkali sendiri terdiri dari berbagai macam seperti pemberian kapur (Saadullah *et al.*, 1981), potasium (Ahmed and Babiker, 2015), NaOH (Dass and

Kundu, 1994; Mishra *et al.*, 2004), dan urea atau amonia (Nair *et al.*, 2004; Gunun *et al.*, 2013). Salah satu perlakuan alkali yang paling sering digunakan untuk meningkatkan kualitas nutrisi hijauan yang rendah tersebut adalah dengan pemberian urea atau biasa disebut dengan metode amoniasi (Hussein *et al.*, 1991; Fadel Elseed *et al.*, 2003). Penambahan dengan urea paling umum digunakan untuk peningkatan nilai nutrisi pada pakan basal dengan kualitas rendah karena penanganannya sederhana, risiko rendah, mudah didapat dan harganya murah (Caneque *et al.*, 1998; Yin *et al.*, 2010; Ahmed and Babiker, 2015).

Wanapat *et al.* (2013) menunjukkan bahwa perlakuan jerami padi dengan menggunakan kombinasi 2% Urea-kapur

atau 3% urea tunggal mampu meningkatkan asupan bahan kering, pencernaan nutrisi, ekologi rumen dan produksi susu pada sapi perah *Holstein crossbred*. Khampa *et al.* (2006) menyatakan bahwa kombinasi konsentrat yang mengandung cacahan singkong (*cassava*) (DM 75%) dengan urea 4% dan ditambah dengan sodium DL-malate 20 g/hari mampu meningkatkan ekologi rumen dan sintesis protein mikroba dalam rumen sapi *Friesian-Holstein crossbred* laktasi pertama. Hasil penelitian Hastuti *et al.* (2011) menunjukkan bahwa tongkol jagung yang diberi perlakuan amoniasi yang dilanjutkan dengan fermentasi (amofor) selama 2 minggu mampu meningkatkan kadar protein kasar, kadar abu, serta menurunkan kadar serat kasar. Sedangkan hasil penelitian Manurung and Zulfardi (1996) menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan jerami padi dengan 1,5% urea dan 3% tetes memberikan hasil yang memuaskan pada peningkatan nilai nutrisinya. Kombinasi tersebut mampu meningkatkan kadar protein kasar menjadi 11% dan menurunkan kadar silika menjadi 11,97%. Sedangkan penelitian Woyengo *et al.* (2004) pada domba *Red Maasai* dengan fistula rumen menunjukkan bahwa penambahan urea dan bungkil biji kapas pada limbah tanaman jagung mampu meningkatkan kadar protein kasar dan menurunkan kandungan NDF. Lebih lanjut, penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa pencernaan bahan kering, bahan organik, dan kadar protein kasar mengalami peningkatan.

Perlakuan amoniasi dengan menggunakan urea dan fermentasi dengan bakteri selulolitik *Acetobacter liquefaciens* pada jerami padi dapat meningkatkan kenaikan berat badan harian dan menurunkan angka konversi pakan namun demikian tidak berpengaruh terhadap konsumsi bahan kering pakan domba lokal jantan

(Soepranionondo *et al.*, 2007). Penelitian yang dilakukan oleh Khattab *et al.* (2013) terhadap domba *Barki* dengan konsentrat *azzawi* yang diberi urea dan pakan basal *Trifolium alexandrinum* dengan kandungan 10 dan 15 gram/kg konsentrat *azzawi* menunjukkan adanya peningkatan pencernaan bahan kering, bahan organik, dan protein kasar. Hasil penelitian Al-Busadah (2008) menunjukkan bahwa kambing *Ardi* betina menyusui yang diberi pakan jerami gandum dengan penambahan urea melalui proses amoniasi mampu meningkatkan persentase lemak, *solid non-fat*, kasein dan penurunan pH susu. Dengan demikian, secara umum pemberian pakan tersebut mampu meningkatkan kualitas susu kambing dalam penelitian. Namun hasil penelitian oleh Al-Shami (2008) pada domba *Awassi* yang diberi pakan jerami gandum dengan penambahan urea melalui proses amoniasi tidak menunjukkan pengaruh yang nyata pada aktivitas mikroba, konsentrasi mikroba dan pH dalam rumen. Menurut Jabbar *et al.* (2009) amoniasi jerami gandum dengan metode yang sederhana dan sangat murah hanya sedikit meningkatkan nilai nutrisi, namun dapat memberikan efisiensi tenaga, biaya dan waktu untuk peternak. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa metode sederhana tersebut mampu menekan biaya sampai sebesar 45%. Dari semua metode amoniasi dengan urea, yang perlu mendapatkan perhatian adalah penyediaan N dan pemenuhan energi yang selaras ke mikroba rumen harus dijadikan pertimbangan utama untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan N bila diet basal adalah limbah pertanian yang diberi perlakuan dengan amoniasi urea (Wu *et al.*, 2005).

Salah satu metode untuk memperbaiki dan/atau meningkatkan penggunaan bahan pakan berkualitas rendah oleh ruminansia termasuk suplementasi nitrogen dan

mineral yang dapat melewati rumen adalah berupa formulasi pembuatan urea molasses multinutrien/mineral blok (UMMB) (Bheekhee *et al.*, 1999; Togtokhbayar and Gendaram, 2004; Mohammed *et al.*, 2007). Menurut Adugna *et al.* (2000), Anonimus₆ (2007), dan Tekeba *et al.* (2012) urea molasses mineral blok ataupun urea molasses multinutrien blok merupakan suplemen yang sangat baik untuk meningkatkan nilai nutrisi terutama protein dan energi pada ruminansia. Lebih lanjut, UMMB juga sangat bermanfaat untuk meningkatkan intake pakan serta pertumbuhan mikroba rumen yang diberi pakan berkualitas rendah. Namun demikian, peran urea untuk peningkatan nilai nutrisi pakan basal pada ruminansia juga dapat dilakukan dengan melalui pemberian urea molasses blok (Isa and Dipo, 2014; Nyako *et al.*, 2015) maupun urea mineral blok tanpa penambahan molasses (Hadjipanayiotou *et al.*, 1993; Wu *et al.*, 2005). Menurut Preston (1986) dan Sansoucy and Hassoun (2007), penggunaan blok urea/molasses adalah cara mudah untuk menghindari asupan urea yang berlebihan, dan akan memberikan pasokan amonia-N secara terus-menerus secara aman. Hasil penelitian Wu *et al.* (2005) menunjukkan bahwa urea mineral blok tanpa penambahan molasses mampu memperbaiki serta meningkatkan pencernaan serat dalam rumen domba yang diberi pakan dengan kualitas rendah. Namun demikian, dalam penelitian tersebut tidak dijelaskan palatabilitas dari urea mineral blok tanpa pemberian molasses. Muralidharan *et al.* (2016) meneliti efek suplementasi konsentrat dan urea molasses mineral blok selama 5 bulan terhadap *average daily gain* (ADG) 40 ekor domba *Mecheri* lepas sapih yang merumput di padang. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa suplementasi urea molasses mineral blok meningkatkan ADG domba *Mecheri* secara nyata jika dibandingkan

dengan kelompok kontrol tanpa suplementasi. Hasil yang serupa juga ditunjukkan pada penelitian oleh hatungimana and Ndolisha (2015) yang memberikan urea molasses blok pada domba *Merino* yang diberi pakan basal kombinasi hijauan berupa *Penisetum purpuerum*, *Leucaena leucocephala* dan *Caliandra carothryr*. Penambahan urea molasses blok dalam penelitian tersebut mampu meningkatkan berat badan dan rasio konversi pakan secara signifikan. Penelitian pada sapi jantan dengan pakan basal rumput yang diberi suplemen urea molasses mineral blok selama 90 hari juga menunjukkan kenaikan bobot yang signifikan jika dibandingkan dengan kontrol tanpa suplemen urea molasses mineral blok. Kelompok perlakuan dengan urea molasses mineral blok mengalami kenaikan rata rata sebesar $31,17 \pm 0,76$ kg, sedangkan tanpa perlakuan $13,00 \pm 2,79$ kg (Kerketta *et al.*, 2017).

Namun demikian, hasil beberapa penelitian terhadap manfaat urea tidak menemukan adanya pengaruh peningkatan nilai nutrisi pada penggunaannya sebagai suplemen. Laporan hasil penelitian oleh Polan *et al.* (1976) dan Kertz (2010) menunjukkan adanya penurunan *dry matter intake* (DMI) secara langsung pada sapi yang diberi tambahan urea. Lebih lanjut Broderick *et al.* (1993) dalam penelitiannya menemukan terjadinya penurunan DMI pada sapi dengan pakan basal alfalfa dan silase jagung yang diberi urea 1,63%. Menurut Bartley *et al.* (1976), DMI cenderung mengalami penurunan jika urea diberikan bersamaan dengan sumber energi mudah terfermentasi. Penelitian dengan menggunakan *slow release urea* (SRU) 0,8-1,2% DMI yang dicampur dengan pakan basal silase jagung tidak berpengaruh terhadap ADG dan DMI. Akan tetapi bila konsentrasi SRU diturunkan menjadi 0,4% atau ditingkatkan menjadi 1,6% akan

mengakibatkan penurunan ADG tanpa terjadinya perubahan DMI (Taylor-Edwards *et al.*, 2014).

Dengan demikian, suplementasi urea untuk peningkatan nilai nutrisi dalam pakan memerlukan beberapa pertimbangan yang matang agar supaya tidak muncul dampak negatif yang akan merugikan ternak. Pertimbangan yang paling masuk akal pada pemberian suplementasi urea adalah jika ternak ruminansia hanya mengonsumsi pakan basal berupa hijauan ataupun limbah pertanian yang memiliki nilai nutrisi dengan kualitas rendah.

INTERAKSI UREA DAN MIKROORGANISME DALAM RUMEN

Aspek utama yang membedakan ruminansia dan non-ruminansia adalah sistem pencernaan mereka (Huntington, 1997; Mayes and Dove, 2000). Non-ruminansia hanya dapat memperoleh protein nyata (*true protein*) dari pakan dan hanya digunakan di dalam tubuh mereka, sementara ruminansia mampu memperoleh sumber protein untuk tubuhnya dengan cara memanfaatkan semua senyawa nitrogen (Burgstaller, 1983; Pinos-Rodríguez *et al.*, 2010). Kemampuan tersebut berkaitan dengan adanya mikroorganisme dalam rumen yang menggunakan amonia untuk pertumbuhannya dan pada akhirnya akan

menghasilkan protein mikroba sebagai sumber protein ruminansia (Satter and Slyter 1974; Jóźwik *et al.*, 2012; Guliński *et al.*, 2016). Selain kemampuan tersebut diatas, menurut Rodríguez *et al.* (2007), bakteri dalam rumen juga memiliki kemampuan mengubah protein kualitas rendah menjadi protein mikroba yang memiliki kualitas tinggi. Protein mikroba tersebut menyumbang 40-90% dari total protein terabsorpsi dalam usus halus ruminansia (Koenig *et al.*, 2000).

Suplementasi urea digunakan untuk memenuhi kebutuhan nitrogen pada ruminansia yang diberi pakan hijauan dengan jumlah yang besar dengan kualitas rendah (Ammerman *et al.*, 1972; McCollum and Horn, 1990; Lawler-Neville *et al.*, 2014). Fermentasi hijauan dalam rumen berlangsung lebih lambat jika dibandingkan dengan fermentasi karbohidrat non-serat (misalnya, pati dan gula), dan akan semakin lambat jika kualitas hijauan rendah (Bergman, 1990; Currier *et al.*, 2004). Hasil penelitian Satter and Slyter (1974), Nocek and Russell (1988) dan Puga *et al.* (2001) menunjukkan bahwa urea dalam rumen dengan cepat dihidrolisis dan dimetabolisme oleh urease menjadi amonia dan CO₂ oleh enzim urease, yang kemudian mengakibatkan peningkatan konsentrasi amonia dalam rumen satu jam setelah pemberian pakan. Pengaruh penambahan urea pada mikroba di dalam rumen tersaji pada tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh pemberian urea pada mikroba rumen

Level urea	Jenis ternak	Pengaruh terhadap rumen	Referensi
5%	domba	Peningkatan fermentasi oleh mikroba rumen	Puga <i>et al.</i> (2001)
4%	Sapi FH silang	Efisiensi sintesis protein mikroba	Khampa <i>et al.</i> (2006)
3%	Kambing	Peningkatan populasi bakteri proteolitik, selulolitik dan amilolitik	Chanjula and Ngampongsai (2008)
1,5%	domba	Peningkatan produksi N mikroba rumen	Khattab <i>et al.</i> (2013)
3%	Sapi FH silang	Peningkatan populasi bakteri dan jamur zoospora rumen	Wanapat <i>et al.</i> (2013)
3%	Sapi jantan kastrasi	Peningkatan fermentasi rumen dan efisiensi sintesis protein mikroba	Gunun <i>et al.</i> (2013)
3,5%	Sapi jantan kastrasi	Peningkatan sintesis protein mikroba	Wanapat <i>et al.</i> (2014)
3%	Penelitian <i>in vitro</i>	Penurunan produksi gas metan	Zhang <i>et al.</i> (2016)

Namun demikian menurut Hunter and Vercoe (1984), urea bekerja tidak secara langsung tetapi sebagai sumber nitrogen untuk sintesis protein oleh mikroorganisme dalam rumen, dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan ternak dapat mengakibatkan penurunan berat badan daripada meningkatkannya. Hal tersebut kemungkinan disebabkan antara lain oleh tingginya konsentrasi nitrogen yang terdegradasi dalam pakan basal dan ketahanan hijauan pakan ternak terhadap pencernaan dalam rumen. Urea dalam pakan juga memiliki potensi dampak negatif akibat peningkatan kadar amonia dalam darah yang tidak terkendali (Webb *et al.*, 1972; Pisulewski *et al.*, 1981; Ortolani *et al.*, 2000), bahkan dapat mengakibatkan kematian hewan. Hal tersebut disebabkan adanya toksisitas amonia akibat pemberian urea dalam jumlah yang berlebihan (Abdoun *et al.*, 2006).

Chanjula and Ngampongsai (2008) menyatakan bahwa penambahan urea yang merupakan sumber non-protein nitrogen mampu mempengaruhi pola fermentasi rumen dan populasi mikroba dalam rumen pada periode pertumbuhan kambing penelitian. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pakan basal rumput gajah, konsentrat dari singkong cacah ditambah dengan urea 3% menunjukkan hasil paling optimal terutama pada pencernaan protein kasar. Hasil penelitian Krop *et al.* (1977) menunjukkan bahwa pemberian urea dalam pakan hijauan berkualitas rendah dengan kandungan protein kasar 11,2% tidak mempengaruhi kerja mikroba dalam rumen. Pemberian urea akan berpengaruh pada kinerja mikroba dalam rumen jika pakan hijauan berkualitas rendah memiliki kandungan protein kasar antara 8,5-11,2% dan hal tersebut tampaknya berhubungan dengan peningkatan konsentrasi amonia-N

dalam rumen. Penelitian yang dilakukan oleh khattab *et al.* (2013) terhadap domba dengan konsentrat Azzawi yang diberi urea dengan jumlah 10 dan 15 gram/kg konsentrat dan pakan basal *Trifolium alexandrinum* menunjukkan adanya peningkatan produksi N mikroba rumen, konsentrasi amonia- N dan *volatil fatty acid* (VFA). Dengan demikian urea yang digunakan sebagai sumber NPN memiliki manfaat jika ditambahkan pada pakan dengan kandungan karbohidrat terlarut yang tinggi seperti azzawi terutama dalam efisiensi biaya pakan.

Penelitian penambahan urea secara *in vitro* juga telah dilakukan oleh Xin *et al.* (2010), Cherdthong *et al.* (2011) dan Zhang *et al.* (2016). Dalam penelitian Zhang *et al.* (2016), suplementasi urea 3% *in vitro* tidak mampu meningkatkan protein kasar mikroba atau *microbial crude protein* (MCP) dan populasi protozoa dibandingkan dengan suplementasi urea 2%. Penelitian tersebut juga menunjukkan terjadinya penurunan produksi metana saat suplementasi urea meningkat. Studi *in vitro* tersebut juga menunjukkan bahwa penambahan urea yang lebih tinggi (2% dalam pakan) jika dibandingkan pakan komersial (1% dalam pakan) ke dalam pakan basal berbasis jagung dan jerami kapas dapat meningkatkan MCP serta menurunkan produksi metana. Meskipun demikian, masih diperlukan studi *in vivo* untuk menguji ketepatan jumlah suplementasi tersebut sehingga tidak berdampak buruk pada ternak yang mengonsumsinya.

Metode pemberian urea melalui infus ke dalam rumen juga telah dilakukan dalam penelitian untuk meningkatkan sintesis protein mikroba dalam rumen. Hasil penelitian Winter and Pigden (1971) menunjukkan bahwa infus urea 75 gram/hari dengan pakan basal jerami gandum pada sapi *Shorthorn* dapat merangsang

pertumbuhan bakteri dalam rumen, meningkatkan pencernaan dan asupan pakan. Namun apabila infus urea ditambah dengan sukrosa 500 gram/hari menunjukkan bahwa sukrosa tersebut akan dimanfaatkan sebagai sumber energi sehingga cenderung menurunkan pencernaan jerami gandum yang digunakan sebagai pakan basal pada penelitian tersebut. Hasil penelitian oleh Obitsu *et al.* (1992) menunjukkan bahwa infus urea dengan kadar 22 gram/hari ke dalam rumen domba yang diberi pakan basal hay dan jagung giling (protein kasar 7,3%) mampu meningkatkan sintesis protein mikroba rumen. Penelitian Paengkoum *et al.* (2010) pada sapi potong dan kerbau dengan pakan basal amoniasi jerami yang diberi infus urea intra rumen menunjukkan adanya peningkatan nilai bahan kering, protein kasar dan NDF. Selain hal tersebut diatas, infus urea juga dapat memelihara pH optimal rumen, meningkatkan amonia-N dalam rumen, VFA dan populasi bakteri rumen.

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan sintesis protein mikroba dalam rumen dengan berbagai macam kondisi perlakuan. Hasil penelitian penelitian tersebut menunjukkan bahwa efisiensi sintesis protein mikroba sangatlah bervariasi. Variasi hasil tersebut kemungkinan tergantung dari metode yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan. Selain metode yang digunakan, faktor yang kemungkinan dapat mempengaruhi variasi hasil tersebut antara lain adalah konsentrasi nitrogen, sumber karbon, degradasi karbohidrat, sumber karbohidrat, rasio hijauan dengan konsentrat dalam diet dan asupan bahan kering (Cecava *et al.*, 1990; Hoover and Stokes, 1991; Grishwold *et al.*, 1996). Dari hasil hasil penelitian diatas, yang perlu mendapat perhatian adalah meskipun sintesis protein mikroba dapat berlangsung pada rumen

dengan suplemen diet urea sebagai sumber N utama, namun pada kenyataannya masih diperlukan sumber N selain urea seperti asam amino dan peptida untuk memelihara sintesis protein mikroba dalam rumen secara optimal (Karsli and Russell, 2002).

TOKSISITAS UREA PADA TERNAK RUMINANSIA

Keracunan urea adalah salah satu kondisi yang umum yang ditemukan pada ruminansia terutama sapi (Haliburton and Morgan, 1989; Shaikat *et al.*, 2012). Keracunan dapat terjadi secara berkala saat ruminansia mendapatkan akses ke dalam sejumlah besar atau diberi campuran pakan yang mengandung urea dalam jumlah besar tanpa adaptasi terlebih dahulu (Narasimhalu *et al.*, 1980). Hal tersebut diperparah saat pemberian pakan tidak tercampur dengan baik atau konsentrasi urea tinggi pada pakan basal dengan energi dan protein rendah serta hijauan kualitas rendah yang rendah (Ortolani *et al.*, 2000). Menurut Bartley *et al.* (1976) dan Shaikat *et al.* (2012), derajat toksisitas amonia lebih terkait erat dengan pH rumen jika dibandingkan dengan jumlah amonia dalam rumen. Hal tersebut disebabkan karena urea yang masuk ke dalam rumen dengan cepat akan dihidrolisis sehingga terjadi peningkatan pH rumen. Peningkatan pH rumen tersebut selanjutnya akan mempercepat absorpsi ammonia ke dalam darah. Lebih lanjut, peningkatan konsentrasi amonia dalam darah akan mengubah metabolisme hati dengan meningkatkan ureagenesis serta dapat juga mempengaruhi metabolisme glukosa di hati dan jaringan perifer (Huntington *et al.*, 2006).

Huber and Kung (1981) menyatakan bahwa urea dengan jumlah 45-50 gram /100 kg BB dalam waktu singkat akan berakibat fatal bagi ternak yang belum tdak diadaptasikan dengan pemberian urea secara

bertahap. Menurut Parkes *et al.* (2011), pemberian urea disarankan tidak lebih 3% dari konsentrat atau 1% dari total asupan pakan. Pada sapi, pemberian 0,3 - 0,5 g/kg BB/hari sudah bersifat toksik, sedangkan 1 - 1.5 g/kg BB/hari akan berakibat fatal (EFSA, 2012; Thompson 2014).

GEJALA DAN TERAPI KERACUNAN UREA

Indikator yang penting dalam penentuan diagnosa keracunan urea adalah riwayat atau sejarah perawatan hewan ternak dan pengamatan gejala klinis yang muncul. Sedangkan pemeriksaan laboratorium terhadap sampel darah tidak banyak atau kurang memiliki nilai diagnostik dalam kasus tersebut. Meskipun demikian, uji laboratoris dari sampel darah (Davidovich *et al.*, 1977) dan cairan rumen kemungkinan juga dapat membantu peneguhan diagnosa. Pada pemeriksaan post mortem ditemukan adanya kembung atau bloat, busa berwarna putih pada saluran pernapasan, pH rumen berkisar antara 7,5-8,0 dan adanya bau amonia saat rumen dibuka (Parkes *et al.*, 2011).

Toksisitas urea ditandai gejala gejala klinis seperti ketidak nyamanan, tremor, hipersalivasi, frekuensi pernapasan meningkat, dispnu, dehidrasi, temperatur tubuh meningkat, inkoordinasi, atoni rumen, kembung, edema paru paru dan tetani (Edjtehadi *et al.*, 1978; Perdok and Leng, 1987; Radostits *et al.*, 2002; Kitamura *et al.*, 2003; Antonelli *et al.*, 2004; Shaikat *et al.*, 2012). Gejala tetani akan muncul sebelum kematian terjadi (Panday, 2011). Gejala klinis pada sapi akan muncul 20 - 60 menit setelah mengonsumsi urea, sedangkan pada domba gejala tersebut muncul setelah 30 - 90 menit (Thompson, 2014). Hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan adanya peningkatan tajam kadar amonia darah dan kenaikan pH rumen sekitar 8 (Bartley *et al.*, 1976; Antonelli *et al.*, 2007; Sharma *et al.*,

2017) yang mengakibatkan fungsi normal rumen akan berhenti.

Pengobatan klasik pada keracunan urea adalah pemberian larutan asam asetat 5-10% secara oral segera setelah terdiagnosa. Pemberian tersebut kemudian diulang 2 sampai 3 jam dengan jumlah setengah dosis awal (Huber and Kung, 1981). Sedangkan menurut Horner (1982), penanganan kasus keracunan urea untuk sapi dewasa adalah dengan pemberian asam asetat 4 liter peroral dan dapat diulang setiap 20-30 menit sampai gejala hilang. Sharma *et al.* (2017) dalam studinya juga menggunakan asam asetat per oral sebagai antidota keracunan urea pada kerbau. Namun demikian, menurut Kertz (2010), pengobatan menggunakan asam asetat dengan konsentrasi lebih dari 10% tidak dianjurkan karena akan menimbulkan iritasi pada esofagus. Lebih lanjut, terapi cairan juga diberikan untuk mengencerkan toksin yang berada dalam sirkulasi darah. Sedangkan antibiotik, antihistamin, dan kortikosteroid diberikan untuk mencegah munculnya akibat sekunder (Sharma *et al.*, 2017).

KESIMPULAN

Urea merupakan NPN yang dimanfaatkan sebagai suplementasi atau bahan tambahan untuk meningkatkan nilai nutrisi terutama pada ternak ruminansia yang memperoleh hijauan maupun limbah pertanian sebagai pakan basal dengan kualitas rendah. Sebagai bahan tambahan urea dapat dibuat dalam berbagai cara dan bentuk. Peran urea dalam sebagai suplementasi pakan meliputi peningkatan pencernaan bahan kering, peningkatan kandungan protein, peningkatan asupan bahan kering, peningkatan produksi susu dan berat badan. Sedangkan interaksi dengan mikroorganisme yang bersifat menguntungkan berupa efisiensi sintesis protein mikroba,

peningkatan produksi N mikroba rumen, penurunan produksi gas metan serta Peningkatan populasi bakteri proteolitik, selulolitik dan amilolitik. Namun demikian, urea akan bersifat merugikan pada ternak karena dapat bersifat toksik jika penggunaannya tidak tepat. Sifat toksik tersebut dapat dihindari dosis jika urea digunakan dengan dosis yang tepat. Level urea sebagai suplementasi atau bahan tambahan untuk meningkatkan nilai nutrisi adalah 3%-5%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdoun, K., Stumpff, F. and Martens, H. 2006. Ammonia and urea transport across the rumen epithelium: a review. *Animal Health Research Reviews* 7(1/2): 43-59. DOI: 10.1017/S1466252307001156
- Abdullahi, S., Nyako, H.D., Malgwi, I.H., Yahya, M.M., Mohammed, I.D., Tijani, I., Aminu, I. M. and Shehu, I.T. 2016. Performance of Yankasa Rams Fed Urea Treated Sorghum Chaff as a Basal Diet Supplemented With Maize Offals in Semi - Arid Environment of Nigeria. *International Journal of Life Sciences Research*. 4 (1): 15-21. ISSN 2348-3148
- Adugna, T., Roger, M. C., Arthur, G. L., Tilahun, S. and Tegene, N. 2000. Nutritional constraints and future prospective for Goat Production in East Africa. In: proceeding of the conference on opportunities and challenges of enhancing goat production in east Africa, November 2000, Langston University, Langston, USA and Debub University, Awassa, Ethiopia. 1-21.

- Ahmed, M.H. and Babiker, S.A. 2015. Effect of Feeding Urea-Treated Sugar-Cane Bagasse on Properties and Quality of Fresh Meat of Sudan Baggara Zebu Bulls. *International Journal of Animal Biology*. 1 (3): 45-49.
- Al-Busadah, K.A. 2008. Effects of Feeding Urea on Milk Composition in Lactating Goats. *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)*. 9 (2): 125-130.
- Al-Shami, S.A. 2008. Effect of feeding urea-treated wheat straw on rumen environment in Awassi sheep. *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)*. 9 (2): 131-136.
- Altuntas, Z. 2008. Ruminants and Their Contribution to Our Life. <http://www.fountainmagazine.com/Issue/detail/>
- Ammerman, C. B., Verde, G. J., Moore, J. E., Burns, W. C. and Chicco, C. F. 1972. Biuret, urea, and natural proteins as nitrogen supplements for low quality roughage for sheep. *J. Anim. Sci.* 35 (1):121-127. doi:10.2527/jas1972.351121x
- Anonimous_a. 1983. After paddy harvest. Straw Treatment, FAO. Regional Dairy Development and Training Team For Asia and Pasific. Second Edition.
- Anonimous_b. 2007. Experiences with urea-molasses multnutrient blocks in buffalo production and reproduction in smallholder dairy farming, Punjab, India. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. 59-70.
- Antonelli, A. C., Mori, C. S., Soares, P. C., Kitamura, S. S. and Ortolani. E. L. 2004. Experimental ammonia poisoning in cattle fed extruded or prilled urea: clinical findings. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* 41(1): 67-74. doi.org/10.1590/S1413-95962004000100010.
- Antonelli, A.C., Torres, G.A.S., Soares, P.C., Mori, C.S., Sucupira, M.C.A. and Ortolani, E.L. 2007. Ammonia poisoning causes muscular but not liver damage in cattle. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 59 (1): 8-13. doi.org/10.1590/S0102-09352007000100002
- Bach, A., Calsamiglia, S. and Stern, M. D. 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 88 (e suppl 1): E9-21. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(05)73133-7
- Bartley, E.E., Davidovich, A.D., Barr, G.W., Griffel, G.W., Dayton, A.D., Deyoe, C.W. and Bechtle, R.M. 1976. Ammonia Toxicity in Cattle. Rumen and Blood Changes Associated with Toxicity and Treatment Methods. *J. Anim. Sci.* 43 (4): 835-841. doi:10.2527/jas1976.434835x
- Bata, M. 2008. Pengaruh Molases Pada Amoniasi Jerami Padi Menggunakan Urea Terhadap Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik In Vitro. *Agripet*. 8 (2): 15-20. doi.org/10.17969/agripet.v8i2.610
- Bergman, E. N. 1990. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiology Review* 70 (2): 567-590. PMID:2181501

- Bheekhee, H., Hulman, B., Boodoo, R.K., Ramnauth, R., Heung, L., Yeun, R., Fakim, R. and Dobee, B. 1999. Development and Field Evaluation of Animal Feed Supplementation Packages for Improving Meat and Milk Production in Ruminant Livestock Using Locally Available Feed Resources. Livestock Research Department, Agricultural Research and Extension Unit, Food and Agricultural Research Council, Quatre Bornes, Mauritius.
- Bird, S. H., Rowe, J.B., Choct, M., Stachiw, S., Tler, P. and Thompson, R.D. 1999. In vitro fermentation of grain and enzymatic digestion of cereal starch. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*. 12: 53-61.
- Bödeker, D., Oppelland, G. and Holler, H. 1992. Involvement of carbonic anhydrase in ammonia flux across rumen mucosa in vitro. *Exp. Physiol.* 77: 517-519. DOI: 10.1113/expphysiol.1992.sp003614
- Bourg, B. M., Tedeschi, L.O., Wickersham, T.A. and Tricarico, J.M. 2015. Effects of a slow-release urea product on performance, carcass characteristics, and nitrogen balance of steers fed steam-flaked corn. *J. Anim. Sci.* 90 (11): 3914–3923. doi:10.2527/jas2011-4832
- Broderick, G. A., Craig, W. M. and Ricker, D. B. 1993. Urea Versus True Protein as Supplement for Lactating Dairy Cows Fed Grain Plus Mixtures of Alfalfa and Corn Silages. *Journal of dairy science* 76 (8): 2266-2274. DOI: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77563-3](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77563-3)
- Broderick, G. A., Stevenson, M. J. and Patton. R. A. 2009. Effect of dietary protein concentration and degradability on response to rumen-protected methionine in lactating dairy cows1. *Journal of dairy science* 92 (6): 2719-2728. DOI:10.3168/jds.2008-1277
- Brown, W.F. 1990. Ammoniation or Cane Molasses Supplementation of Tropical Grass Hay. *Journal of Production Agriculture*. 3 (3): 377-381. doi:10.2134/jpa1990.0377
- Brown, W.F. and Johnson, D.D. 1991. Effects of energy and protein supplementation of ammoniated tropical grass hay on the growth and carcass characteristics of cull cows. *J Anim Sci.* 69(1): 348-57. doi:10.2527/1991.691348x
- Burgstaller, G. 1983. *Practical Cattle Feeding*. 3rd Edn., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany: 19-24.
- Caneque, S., Velasco, S. and Sancha, J. L. 1998. Nutritional value and use of ligno-cellulosic feed treated with urea in the ruminant diet. In: *Exploitation of Mediterranean roughage and byproducts*. Antongiovanni M. (Ed). Options Mediterraneenes 32-17: (CIHEAM).
- Castillo, A. R., Kebreab, E., Beever, D. E. and France, J. 2000. A review of the efficiency of nitrogen utilisation in lactating dairy cows and its relationship with environmental pollution. *J. Anim. Feed Sci.* 9 (1): 1-32. DOI:<https://doi.org/10.22358/jafs/68025/2000>
- Cecava, M. J., Merchen, N. R., Gay, L. C. and Berger, L. L. 1990.

- Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. *J. Dairy. Sci.* 73 (9): 2480-2488. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(90)78933-3
- Chanjula, P. and Ngampongsai, W. 2008. Effect of supplemental nitrogen from urea on digestibility, rumen fermentation pattern, microbial populations and nitrogen balance in growing goats. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 30 (5): 571-578.
- Chenost, M. and Kayouli, C. 1997. Roughage Utilisation in Warm Climates. FAO Animal Production and Health Paper 135, Rome.
- Cherdthong, A., Wanapat, M. and Wachirapakorn, C. 2011. Influence of urea-calcium mixtures as rumen slow-release feed on in vitro fermentation using a gas production technique. *Arch Anim Nutr.* 65(3): 242-254. PMID:21776840
- Currier, T. A., Bohnert, D. W., Falck, S. J. and Bartle, S. J. 2004. Daily and alternate day supplementation of urea or biuret to ruminants consuming low-quality forage: I. Effects on cow performance and the efficiency of nitrogen use in wethers^{1,2}. *J. Anim. Sci.* 82 (5): 1508–1517. doi:10.2527/2004.8251508x
- Dass, M.M. and Kundu, S.S. 1994. Effects of calcium hydroxide, urea and calcium hypochloride treatment on composition and digestibility of wheat straw. *Ind. J. Dairy Sci.* 47 (1): 59-61.
- Davidovich, A., Bartley, E. E., Chapman, T. E., Bechtel, R. M., Dayton, A. D. and Frey, R. A. 1977. Ammonia Toxicity in Cattle. II. Changes in Carotid and Jugular Blood Components Associated with Toxicity. *Journal of Animal Science* 44 (4): 702-709
doi:10.2527/jas1977.444702x
- Edjitehadi, M., Szabuniewicz, M. and Emmanuel, B. 1978. Acute Urea Toxicity In Sheep. *Can J Comp Med.* 42(1): 63-68.
PMCID: PMC1277793.
- EFSA, 2012. Scientific Opinion on the safety and efficacy of Urea for ruminants¹ EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). *EFSA Journal* 10(3): 1-12.
doi:10.2903/j.efsa.2012.2624.
- Fadel Elseed, A. M. A., Sekine, J., Hishinuma, M. and Hamana, K. 2003. Effects of ammonia, urea plus calcium hydroxide and animal urine treatments on chemical composition and in sacco degradability of rice straw. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16(3): 368-373.
doi.org/10.5713/ajas.2003.368
- Fisher, L.J. 1978. A Comparison Of Supplemental Forms Of Phosphorus. *Can. J. Anim. Sci.* 58 (2): 313-317.
doi.org/10.4141/cjas78-041
- Fonnesbeck, P. V., Kearl, L. C. and Harris, L. E. 1975. Feed Grade Biuret as a Protein Replacement for Ruminants. A Review. *Journal of Animal Science* 40 (6): 1150- 1184.
doi:10.2527/jas1975.4061150x.

- Forsberg, N.E., Al-Maqbaly, R., Al-Halhali, A., Ritchie, A. and Srikanthakumar, A. 2002. Assessment of Molasses–Urea Blocks for Goat and Sheep Production in the Sultanate of Oman.: Intake and Growth Studies. *Tropical Animal Health and Production* 34 (3): 231-239. doi:10.1023/A:1015282625468
- Golombeski, G. L., Kalscheur, K. F., Hippen, A. R. and Schingoethe, D. J. 2006. SlowRelease Urea and Highly Fermentable Sugars in Diets Fed to Lactating Dairy Cows. *Journal of dairy science* 89 (11): 4395-4403. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(06)72486-9
- Gonçalves, A.P., Moysés do Nascimento, C.F., Ferreira, F.A., Rodrigo da Costa, G., Marcelo de Queiroz, M., Marino, C.T., de Abreu Demarchi, J.J.A. and Rodrigues, P.H.M. 2015. Slow-release Urea in Supplement Fed to Beef Steers. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 58 (1): 22-30. doi.org/10.1590/S1516-8913201502162.
- Grishwold, K. E., Hover, W. H., Miller, T. K. and Thayne, W. V. 1996. Effect of form of nitrogen on growth of ruminal microbes in continuous culture. *J. Anim. Sci.* 74 (2): 483-491. doi:10.2527/1996.742483x
- Guliński, P., Salamończyk, E. and Młynek, K. 2016. Improving nitrogen use efficiency of dairy cows in relation to urea in milk – a review. *Animal Science Papers and Reports* 34 (1): 5-24.
- Gunun, P., Wanapat, M. and Anantasook, N. 2013. Effects of Physical Form and Urea Treatment of Rice Straw on Rumen Fermentation, Microbial Protein Synthesis and Nutrient Digestibility in Dairy Steers. *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, 26 (12): 1689-1697. doi.org/10.5713/ajas.2013.13190
- Hadjipanayiotou, M., Verhaeghe, L., Allen, M., Kronfole, A.R., Al-Wadi, M., Amin, M., Naigm, T., El-Said, H. and Al-Harress, A.K. 1993. Urea blocks. I. Methodology of block making and different formulae tested in Syria. *Livestock Research for Rural Development*. 5(3): 6-15.
- Haliburton, J.C. and Morgan, S.E. 1989. Nonprotein nitrogen-induced ammonia toxicosis and ammoniated feed toxicity syndrome. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 5 (2): 237-49. PMID:2667705
- Hastuti, D., Shofia, N.A. and Iskandar, B.M. 2011. Pengaruh Perlakuan Teknologi Amofer (Amoniasi Fermentasi) Pada Limbah Tongkol Jagung Sebagai Alternatif Pakan Berkualitas Ternak Ruminansia. *Mediagro*. 7 (1): 55-65.
- Hatfield, E. E., Garrigus, U. S., Forbes, R. M., Neumann, A. L., And Gaither, W. 1959. Biuret-A Source Of NPN For Ruminants. *Journal of Animal Science*. 18 (4): 1208-1219. doi:10.2527/jas1959.1841208x
- Hatungimana, E. and Ndolisha, P. 2015. Effect of Urea Molasse Block Supplementation on Growth Performance of Sheep. *International Journal of Novel Research in Life Sciences*. 2 (3) :38-43. ISSN 2394-966X.

- Helmer, L.G. and and Bartley, E.E. 1971. Progress in the Utilization of Urea as a Protein Replacer for Ruminants. A Review. *J. Dairy Sci.*, 54 (1): 25-51. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(71)85776-4.
- Highstreet, A., Robinson, P. H., Robison, J. and Garrett. J. G. 2010. Response of Holstein cows to replacing urea with with a slowly rumen released urea in a diet high in soluble crude protein. *Livestock Science*. 129 (1-3) : 179-185. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2010.01.022>
- Hoover, W. H. and Stokes, S. R. 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.* 74 (10): 3630-3645. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(91)78553-6
- Horner, R. F. 1982. Suspected Ammonium Nitrate Fertilizer Poisoning in Cattle. *Vet. Rec.* 110 (20): 472-474. doi.org/10.1136/vr.110.20.472
- Huber, J. T. and Kung, L. Jr. 1981. Protein and nonprotein nitrogen utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 64 (6): 1170-1195. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(81)82695-1
- Hunter, R.A. and Vercoe, J.E. 1984. The role of urea in the nutrition of ruminants fed low quality roughage diets. *Agriculture* 13 (3): 154-159. DOI: 10.1177/003072708401300307
- Hunter, R.A. 2012. High-molasses diets for intensive feeding of cattle. *Animal Production Science* 52(9): 787-794 <https://doi.org/10.1071/AN11178>
- Huntington, G.B. 1997. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *J Anim Sci.*,75 (3): 852-67. doi:10.2527/1997.753852x
- Huntington, G.B. and Archibeque, S.L. 1999. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. *Proc. of the American Soc. of Anim. Sci.* 1-11.
- Huntington, G. B., Harmon, D. L., Kristensen, N. B., Hanson, K. C. and Spears, J. W. 2006. Effects of a slow-release urea source on absorption of ammonia and endogenous production of urea by cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 130 (3-4): 225–241. doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.01.012
- Hussein, H.S., Stern, M.D. and Jordan, R.M. 1991. Influence of dietary protein and carbohydrate source on nitrogen metabolism and carbohydrate fermentation by rumen microbes in continuous culture. *Journal of Animal Science* 69 (5): 2123-2133. DOI: 10.2527/1991.6952123x
- Isa, O.A. and Dipo, O. 2014. Effect of Various Protein Sources in Urea-Molasses Feed Blocks on Chemical Constituents and In Vitro Fermentation for Ruminants. *Nigerian J. Anim.Sci.* 16(2): 272-279.
- Islam, S., Haque, M. and Hossain, S. 2016. Non-Protein Nitrogen (NPN) Test Protocol for Raw Materials of Feed. *Ijppr.Human.* 6 (3): 129-140.
- Jabbar, M.A., Muzafar, H., Khattak, F.M., Pasha, T.N. and Khalique, A. 2009. Simplification of urea treatment method of wheat straw for its better

- adoption by the farmers. South African Journal of Animal Science. 39 (suppl 1): 58-61. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v39i1.61206>
- Jayawickrama, D.R., Weerasinghe, P.B., Jayasena, D.D. and Mudannayake, D.C. 2013. Effects of supplementation of urea-molasses multivitamin block (UMMB) on the performance of dairy cows fed good quality forage based diets with rice straw as a night feeding. *CNU Journal of Agricultural Science* 40(2): 123-129. DOI : 10.7744/cnujas.2013.40.2.123.
- Jóźwik, A., Krzyżewski, J., Strzałkowska, N., Poławska, E., Bagnicka, E., Wierzbicka, A., Niemczuk, K., Lipińska, P. and Horbańczuk, J.O. 2012. Relations between the oxidative status, mastitis, milk quality and disorders of reproductive functions in dairy cows - a review. *Animal Science Papers and Reports* 30 (4): 297-307.
- Karsli, M.A. and Russell, J.R. 2002. Effects of Source and Concentrations of Nitrogen and Carbohydrate on Ruminant Microbial Protein Synthesis. *Turk J Vet Anim Sci.*, 26: 201-207.
- Karunanandaa, K., Varga, G.A., Akin, D.E., Rigsby, L.L. and Royse, D.J. 1995. Botanical fractions of rice straw colonized by white-rot fungi: Changes in chemical composition and structure. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 55 (3-4): 179-199. doi:10.1016/0377-8401(95)00805-W
- Kerketta, N., Victor, V.M., Chandraker, A.K. and Jogdand, S.V. 2017. Effect of Urea Molasses Mineral Block as feed Supplement on Body Weight Gain and haemato-biochemical Parameters of Working Bullocks. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*. 5 (6): 917-920. ISSN (Online) 2319-1473
- Kertz, A. F. 2010. Review: Urea Feeding to Dairy Cattle: A Historical Perspective and Review. *The Professional Animal Scientist* 26 (3): 257-272. doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30593-3.
- Khampa, S., Wanapat, M., Wachirapakorn, C., Nontaso, N. and Wattiaux. M. 2006. Effects of Urea Level and Sodium DL-malate in Concentrate Containing High Cassava Chip on Ruminant Fermentation Efficiency, Microbial Protein Synthesis in Lactating Dairy Cows Raised under Tropical Condition. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 19 (6): 837-844. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2006.837>
- Khattab, I.M., Salem, A.Z.M., Abdel-Wahed, A.M. and Kewan, K.Z. 2013. Effects of urea supplementation on nutrient digestibility, nitrogen utilisation and rumen fermentation in sheep fed diets containing dates. *Livestock Science* 155: 223–229. doi.org/10.1016/j.livsci.2013.05.024
- King, W.A., O'Dell, G.D. and Roderick, D.B. 1957. Utilization of Blackstrap Molasses, Urea in Molasses, and Ammoniated Molasses by Dairy Heifers. *J. Dairy Sci.*, 40 (7): 810-817. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(57)94557-5.

- Kitamura, S.S., Antonelli, A.C., Maruta, C.A., Soares, P. C, Sucupira, M.C., Mori, C.S., Mirandola, R.M., and Ortolani, E.L. 2003. A model for ammonia poisoning in cattle. *Vet. Hum. Toxicol.*, 45 (5): 274-277. PMID:14513900
- Koenig, K.M., Newbold, C.J., McIntosh, F.M. and Rode, L.M. 2000. Effects of protozoa on bacterial nitrogen recycling in the rumen. *J Anim Sci.* 78 (9): 2431-2445. doi:10.2527/2000.7892431x
- Krop, J. R., Jonhson, R. R., Males, J. R. and Owens, F. N. 1977. Microbial protein synthesis with low quality roughage rations: Level and source of nitrogen. *J. Anim. Sci.* 45 (4): 844-854. doi:10.2527/jas1977.454844x
- Kurzer, F. and Sanderson, P.M. 1956. Urea in the history of organic chemistry: Isolation from natural sources. *J. Chem. Educ.*, 33 (9): 452-459. DOI: 10.1021/ed033p452
- Lam, T. B. T., Kadoya, K. and Iiyama, K. 2001. Bonding of hydroxycinnamic acids to lignin: ferulic and p-coumaric acids are predominantly linked at the benzyl position of lignin, not the b-position, in grass cell walls. *Phytochem.* 57 (6): 987-992. doi.org/10.1016/S0031-9422(01)00052-8
- Lapierre, H. and Lobley, G. E. 2001. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. *Journal of Dairy Science* 84 (supplement): E223-E236. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70222-6
- Lawler-Neville, T. L., Shellito, S. M., Maddock, T. D., Bauer, M. L., Lardy, G. P., Gilbery, T. C. and Caton, J. S. 2014. Effects of concentrated separator by-product (desugared molasses) on intake, site of digestion, microbial efficiency, and nitrogen balance in ruminants fed forage-based diets. *J. Anim. Sci.* 84 (8): 2232-2242 doi:10.2527/jas.2005-765
- Lawrence, M.P. and Mugerwa, J.S. 1974. Utilization of Urea and Molasses for Dairy Cattle Feeding. I. Response of Lactating Dairy Cows to Different Dietary Nitrogen and Energy Combinations. *East African Agricultural and Forestry Journal.* 39 (3): 215-227
- Lee, C., Stahlberg, E.A. and Fitzgerald, G. 1995. Chemical Structure of Urea in Water. *J. Phys. Chem.*, 99 (50): 17737-17741. DOI: 10.1021/j100050a011
- Leng, R. A. and Preston, T. R. 1984. Nutritional strategies for the utilization of agro-industrial byproducts by ruminants and extension of the principles and technologies to the small farmer in Asia. In: *Proceedings 5th World Conference on Animal Production.* Japanese Society of Zoo Technical Science: Tokyo. 310-318.
- Manurung, T. and Zulfardi, M. 1996. Peningkatan Mutu Jerami Padi Dengan Perlakuan Urea Dan Tetes. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner.* 2 (1): 33-37. doi.org/10.14334/jitv.v2i1.41
- Mayes, R.W. and Dove, H. 2000. Measurement of dietary nutrient intake in free-ranging mammalian herbivores. *Nutrition Research Review.*

- 13 (1): 107-138. DOI:10.1079/095442200108729025
- McCollum, F. T. and Horn, G. W. 1990. Protein supplementation of grazing livestock: A review. *Prof. Anim. Sci.* 60:570-577.
- McDonald, I., Edwards, R. A., and Greenhalg, J. F. D. 2002. *Animal nutrition*. 6th ed. Pearson Prentice Hall. Edinburgh gate, UK.
- McPherson, W. and H. Witt. 1968. Feed and livestock transport cost relationships. *Transportation Journal* 8: 25-36. Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/20712067>
- Meena, B., Kaur, H. and Suman, M. 2013. Effect of Replacing Dicalcium Phosphate with Diammonium Phosphate as a Phosphorus Source on Growth and Feed Utilization in Crossbred Calves. *Indian J. Anim. Nutr.* 30 (1): 17-19. DOI: 10.13140/RG.2.1.1913.4964.
- Migwi, P. K., Godwin, I., Nolan, J. V. and Kahn L. P. 2011. The Effect of Energy Supplementation on Intake and Utilisation Efficiency of Urea-treated Low-quality Roughage in Sheep I. Rumen Digestion and Feed Intake. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24 (5): 623-635. doi: 10.5713/ajas.2011.10282
- Mishra, A. S., Misra, A. K., Tripathi, M. K., Santra, A., Prasad, R. and Jakhmola, R. C. 2004. Effect of Sodium Hydroxide plus Hydrogen Peroxide Treated Mustard (*Brassica campestris*) Straw Based Diets on Rumen Degradation Kinetics (In sacco), Fermentation Pattern and Nutrient Utilization in Sheep. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 17 (3): 355-365. doi.org/10.5713/ajas.2004.355
- Mohammed, I.D., Baulube, M. and Adeyinka, I.A. 2007. Multi-nutrient Blocks I: Formulation and Production under a Semi-arid Environment of North East Nigeria. *Journal of Biological Sciences*, 7: 389-392. DOI: 10.3923/jbs.2007.389.392
- Moraes, L.E., Burgos, S.A., DePeters, E.J., Zhang, R. and Fadel, J.G. 2017. Short communication: Urea hydrolysis in dairy cattle manure under different temperature, urea, and pH conditions. *J. Dairy Sci.*, 100 (3): 2388-2394. doi.org/10.3168/jds.2016-11927
- Muralidharan, J., Thiruvankadan, A.K. and Saravanakumar, V.R. 2016. Effect of concentrate and urea molasses mineral block (UMMB) supplementation on the growth and feed consumption of Mecheri lambs under intensive rearing. *Indian J. Anim. Res.*, 50 (3): 382-386. DOI:10.18805/ijar.9421.
- Nair, P. V., Verma, A. K., Dass, R. S. and Mehra U. R. 2004. Growth and Nutrient Utilization in Buffalo Calves Fed Ammoniated Wheat Straw Supplemented with Sodium Sulphate. *Asian-Australas J Anim Sci.* 17 (3): 325-329. doi.org/10.5713/ajas.2004.325
- Narasimhalu, P.R., Belzile, R.J., Brisson, G.J. and Holtman, W.B. 1980. Adaptation of Lactating Cows to Rations Containing Urea. *J Dairy Sci* 63 (8): 1264-1272.

- doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83077-3
- Trach, N.X., Dan, C. X., Ly, L. V. and Sundstol, F. 1998. Effect of urea concentration, moisture content and duration of treatment on chemical composition of alkali treated rice straw. *Livest. Res. Rural Devel.* 10 (1): 1-2.
- Nocek, J. E. and Russel, J. B. 1988. Protein and Energy as an Integrated System. Relationship of Ruminant Protein and Carbohydrate Availability to Microbial Synthesis and Milk Production. *Journal of Dairy Science.* 71(8): 2070-2107.
doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79782-9
- Nyako, H.D., Anthony, S., Malgwi, I. H., Yahya, M. M., Aminu, I. M., Tijani, I., Tukur, I. S., Ajiji, I. and Mohammed, I. D. 2015. Performance of Yankasa Rams Fed Maize Stover as Basal Diet Supplemented with Different Compositions of Molasses-Urea Blocks. *The International Journal Of Science & Technoledge.* 3 (9): 197-202 (ISSN 2321 – 919X)
- Obitsu, T., Taniguchi, K. and Yamatani, Y. 1992. Effects of ruminal infusion rate of urea on digestion and nitrogen utilization in ruminants. *Ani. Sci. and Tech.* 63 (3): 277-285. ISSN 0021-5309
- Ortolani, E. I., Mori, C. S. and Filho, J. A. R. 2000. Ammonia toxicity from urea in a Brazilian dairy goat flock. *Veter. and Human Toxicol.* 42(2): 87-89. PMID:10750172
- Paengkoum, S., Wanapat, M., Wachirapakorn, C. and Nontaso, N. 2010. The Effect of Roughage and Urea Solution Infusion Levels on Ruminant NH₃-N Concentration and Nutrient Digestibility in Beef Cattle and Swamp Buffaloes. *Silpakorn U Science & Tech J.* 4(1): 47-55. DOI: 10.14456/sustj.2010.5
- Panday, D. 2011. Urea as a Non-Protein Nitrogen Sources for Ruminants. <https://www.researchgate.net/publication/301618548>
- Parkes, H., Shilton, C. and Eccles, J. 2011. Urea poisoning in cattle. *Agnote, K46 Northern Territory Government.* ISSN 0157-8243. www.nt.gov.au/d
- Perdok, H.B. and Leng, R.A. 1987. Hyperexcitability in cattle fed ammoniated roughage. *Anim Feed Sci Technol.* 17 (2): 121-143. DOI: 10.1016/0377-8401(87)90009-5
- Pinos-Rodríguez, J.M., Peña, L.Y., González-Muñoz, S.S., Bárcena, R. and Salem, A. 2010. Effects of a slow-release coated urea product on growth performance and ruminal fermentation in beef steers. *Italian J. Anim. Sci* 9 e4: 16-19. doi.org/10.4081/10.4081/ijas.2010.e4
- Pisulewski, P. M., Okorie, A. U., Buttery, P. J., Haresign, W. and Lewis, D. 1981. Ammonia concentration and protein synthesis in the rumen. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 32 (8): 759-766. DOI: 10.1002/jsfa.2740320803
- Polan, C. E., Miller, C. N. and McGilliard, M. L. 1976. Variable Dietary Protein and Urea for Intake and

- Production in Holstein Cows. *Journal of dairy science* 59 (11): 1910-1914. .doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(76)84460-8
- Preston, T.R. 1986. Better Utilization of Crop Residues and By-products in Animal Feeding: Research Guidelines. 2. A Practical Manual for Research Workers. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): 20-35.
- Preston, T. R. and Leng, R. A. 1987. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics. Penambul Books, Armidale.
- Preston, T.R., Hinojosa, C., Martinez, L. and Mexico, C. 1976. Ensiling of sugar cane with ammonia molasses and mineral acids. *Trop. Anim. Prod.* 1:143-150.
- Puga, D.C., Galina, H.M., Pérez-Gil, R.F., Sanginés, G.L., Aguilera, B.A. and Haenlein, G.F., 2001. Effect of a controlled-release urea supplement on rumen fermentation in sheep fed a diet of sugar cane tops (*Saccharum officinarum*), corn stubble (*Zea mays*) and King grass (*Pennisetum purpureum*). *Small Rumin. Res.*, 39 (3): 269-276. DOI: 10.1016/S0921-4488(00)00196-6
- Radostits, O.M., Blood, D.C., and Gay, C.C. 2002. *Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, sheep, pig, goats and horses*. London: Baillière Tindall, 1994. 1765.
- Reddy, G.V.N. and Reddy, M.R. 1986. Effect of ammonia treatment and processing of cotton straw as the sole source of roughage in complete feeds on rumen characteristics with Murrah buffaloes. *Animal Feeds and Technology* 14: 95-101. ISSN : 0377-8401
- Rihani, N., Garrett, W.N. and Zinn, R.A. 1993. Effect of source of supplemental nitrogen on the utilization of citrus pulp-based diets by sheep. *J Anim Sci.* 71(9): 2310-2321. doi:10.2527/1993.7192310x
- Rodríguez, R., Sosa, A. and Rodríguez, Y. 2007. Microbial protein synthesis in rumen and its importance to ruminants. *Cuban J. Agric. Sci.* 41(4): 287-294.
- Rush, I.G., Johnson, R. R. and Totusek, R. 1976. Evaluation Of Beef Cattle Range Supplements Containing Urea And Biuret. *J Anim Sci.*, 42 (5): 1297-1308. doi:10.2527/jas1976.4251297x
- Saadullah, M., Haque, M. and Dolberg, F. 1981. Treatment Of Rice Straw With Lime. *Trop Anim Prod* 6 (2): 116-120.
- Saha, D., Gupta, R.S., Baghel, R.P. S. and Khare, A. 2012. Efficiency of utilization of dietary energy for milk production in lactating crossbred cattle (*Bos Indicus*). *Veterinary Research Forum.* 3 (3): 213-216. PMCID: PMC4299986
- Sallam, S.M.A. 2005. Nutritive Value Assessment of the Alternative Feed Resources by Gas Production and Rumen Fermentation In vitro. *Res. J. Agric. & Biol. Sci.*, 1(2): 200-209.
- Sansoucy, R. and Hassoun, P. 2007. The block Story, FAO Animal Production and Health, Food and Agriculture Organization of the United

- Nations working paper No. 164.
Rome. ISSN 0254-6019.
- Sarnklong, C., Cone, J. W., Pellikaan, W. and Hendriks, W. H. 2010. Utilization of Rice Straw and Different Treatments to Improve Its Feed Value for Ruminants: A Review. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23 (5): 680-692. doi.org/10.5713/ajas.2010.80619
- Satter, L. D. and Slyter, L. L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *British Journal of Nutrition* 32: 199-208. DOI: 10.1079/BJN19740073
- Schlegel, E.R., Montgomery, S.P., Waggoner, J.W., Vahl, C.I., Titgemeyer, E.C., Hollenbeck, W.R. and Blasi, D.A. 2016. Evaluation of ammoniated wheat straw during a receiving and growing period for beef cattle. *The Professional Animal Scientist* 32 (3): 295–301. 10.15232/pas.2015-01448
- Seiden, R. and Pfander, W.H. 2013. *The Handbook of Feedstuffs: Production Formulation Medication*. Springer Science+Business Media, New York. Published by Springer Publishing Company, Inc
- Sengar, S.S., Tomar, S.K., and Katiyar R.C. 1999. Performance of buffalo heifers on complete feed mashes with different sources of nitrogen. *Indian Veterinary Medical Journal* 23: 39-47.
- Seseray, D.Y., Santoso, B. dan Lekitoo, M.N. 2013. Produksi Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) yang Diberi Pupuk N, P dan K dengan Dosis 0, 50 dan 100% pada Devoliasi Hari ke-45. *Sains Peternakan* 11 (1): 49-55. ISSN 1693-8828
- Shaikat, A.H., Hassan, M.M., Azizul Islam, S. K. M., Khan, S.A., Hoque, A., Islam, N. and Hossain, M.B. 2012. Non-protein nitrogen compound poisoning in cattle. *Univ. j. zool. Rajshahi Univ.* 31: 65-68. DOI: http://dx.doi.org/10.3329/ujzru.v31i0.15403
- Shain, D.H., Stock, R.R., Klopfenstein, T.J. and Herold, D.W. 1998. Effect of degradable intake protein level on finishing cattle performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 76 (1): 242-248. doi:10.2527/1998.761242x
- Sharma, S.K., Joshi, M., Kumar, K. and Parmjeet. 2017. Acute Urea Poisoning in Buffaloes: Case Study. *Research & Reviews: Journal of Veterinary Sciences.* 3 (1): 1-5.
- Singhal, K.K. and Mudgal, V.D. 1980. Biuret, A NPN Source for Ruminants-A Review. *J. Nuclear Agric. Biol.*, 9 (2): 64-70.
- Singh, R., Kumar, S., and Brar, B. S. 2010. Evaluation of urea molasses multi-nutrient blocks enriched with area specific mineral mixture in buffaloes. *Indian Journal of Animal Sciences* 80 (6): 561-564. ISSN : 0367-8318. Record Number : 20103205115
- Soepranianondo, K., Nazar, D.S. dan Handiyatno, D. 2007. Potensi Jerami Padi yang Diamoniasi dan Difermentasi Menggunakan Bakteri Selulolitik terhadap Konsumsi Bahan Kering, Kenaikan Berat Badan dan Konversi

- Pakan Domba. Media Kedokteran Hewan. 23 (3): 202-205.
- Sriskandarajah, N. and Kellaway R. C. 1982. Utilization of low quality roughages: effects of alkali treatment of wheat straw on intake by and growth rate of cattle, with and without a supplement of cotton-seed meal. *The Journal of Agricultural Science*. 99 (2): 241-248. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859600029993>
- Stanton, T.L. and Whittier, J. 1998. Urea and NPN for Cattle and Sheep Reviewed 3/06. <https://extension.colostate.edu/docs/pubs/livestk/01608>.
- Suksombat, W. 2004. Comparison of different alkali treatment on bagasse and rice straw. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*. 17 (10): 1430-1433. doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.1430>
- Sundstøl, F. and Coxworth, E. M. 1984. Ammonia treatment. In: Sundstøl, F., Owen, E.(Eds). *Straw and other fibrous by-products as feed*. Elsevier, Amsterdam. 196-247.
- Tadele, Y. and Amha, N. 2015. Use of Different Non-Protein Nitrogen Sources in Ruminant Nutrition: A review. *Advances in Life Science and Technology*. 29 :100-105. ISSN 2225-062X
- Taylor-Edwards, C. C., Hibbard, G., Kitts, S. E., McLeod, K. R., Axe, D. E., Vanzant, E. S., Kristensen, N. B. and Harmon, D. L. 2014. Effects of slow-release urea on ruminal digesta characteristics and growth performance in beef steers. *J. Anim. Sci*. 87 (1): 200-208. doi:10.2527/jas.2008-0912
- Tekeba, E., Wurzinger, M. and Zollitsch, W. 2012. Effects of urea-molasses multi-nutrient blocks as a dietary supplement for dairy cows in two milk production systems in north-western Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development* 24 (8): 1-4
- Thompson, L.J. 2014. Overview of non-protein nitrogen poisoning. *The Mercks Veterinary Manual*. Merck & Co., Inc. White house station, N.J., U.S.A.
- Togtokhbayar, N. and Gendaram, K. 2004. Methods of feed preparation using locally available feed resources, editor: Gendaram Khuderiin. *Mongolian State University of Agriculture*, Ulaanbaatar, Mongolia.
- VandeHaar, M. J. and St-Pierre. N. 2006. Major Advances in Nutrition: Relevance to the Sustainability of the Dairy Industry. *Journal of dairy science* 89 (4): 1280-1291. doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72196-8
- Van Soest, P.J. 2006. Rice straw the role of silica and treatment to improve quality. *J. Anim. Feed Sci. Tech*. 130 (3-4): 137-171. doi:10.1016/j.anifeedsci.2006.01.023
- Varner, J.E. and Lin, L.S. 1989. Plant cell wall architecture. *Cell* 56 (2): 231–239. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0092-8674\(89\)90896-9](http://dx.doi.org/10.1016/0092-8674(89)90896-9)

- Walker, H.G. and Kohler, G.O. 1981. Treated and untreated cellulosic wastes as animal feeds: Recent work in the United States of America. *Agriculture and Environment* 6 (2-3): 229-243. doi.org/10.1016/0304-1131(81)90013-8
- Wanapat, M., Kang, S., Hankla, N. and Phe-satcha, K. 2013. Effect of rice straw treatment on feed intake, rumen fermentation and milk production in lactating dairy cows. *Afr. J. Agric. Res.* 8(17): 1677-1687. DOI: 10.5897/AJAR2013.6732
- Wanapat, M., Gunun, P., Anantasook, N. and Kang, S. 2014. Changes of rumen pH, fermentation and microbial population as influenced by different ratios of roughage (rice straw) to concentrate in dairy steers. *The Journal of Agricultural Science* 152 (4) :675-685 doi.org/10.1017/S0021859613000658
- Webb, D.W., Bartley, E.E. and Meyer, M.R. 1972. A comparison of nitrogen metabolism and ammonia toxicity from ammonium acetate and urea in cattle. *Journal of Animal Science* 35 (6): 1263-1270. doi:10.2527/jas1972.3561263x
- Winter, K.A. and Pigden, W.J. 1971. Some Effects Of Ruminant Infusions Of Urea And Urea. Sucrose On Utilization Of Oat Straw By Cows. *Can. J. Anim. Sci.* 51 (3): 777-781. doi.org/10.4141/cjas71-105
- Woyengo, T.A., Gachui, C.K., Wahome, R.G. and Mbugua, P.N. 2004. Effect of protein supplementation and urea treatment on utilization of maize stover by Red Maasai sheep. *SA Jnl Animal Sci*, 34 (1): 23-30. doi.org/10.4314/sajas.v34i1.3806
- Wright, T. C., Moscardini, S., Luimes, P. H., Susmel, P. and McBride, B. W. 1998. Effects of rumen-undegradable protein and feed intake on nitrogen balance and milk protein production in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81(3): 784-793. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(98)75635-8
- Wu, Y.M., Hu, W.L. and Liu, J.X. 2005. Effects of supplementary urea-minerals lick block on the kinetics of fibre digestion, nutrient digestibility and nitrogen utilization of low quality roughages. *J Zhejiang Univ SCI.* 6B (8): 793-797. doi:10.1631/jzus.2005.B0793
- Wuliji, T. and McManus, W.R. 1988. Colonization of alkali-treated fibrous roughages by anaerobic rumen fungi. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* 1(2): 65-71. doi: https://doi.org/10.5713/ajas.1988.65
- Xin, H.S., Schaefer, D.M., Liu, Q.P., Axe D.E. and Meng, Q.X. 2010. Effects of polyurethane coated urea supplement on in vitro ruminal fermentation, ammonia release dynamics and lactating performance of Holstein dairy cows fed a steam-flaked corn-based diet. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 23 (4): 491-500. doi.org/10.5713/ajas.2010.90153
- Yanti, S.E.F., Masrul, M.E. dan Hannum, H. 2014. Pengaruh Berbagai Dosis Dan Cara Aplikasi Pupuk Urea Terhadap Produksi Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*) Pada Tanah

Inceptisol Marelan. Jurnal Onaline Agroekoteknologi .2 (2) : 770-780.

Yanuartono, Indarjulianto, S., Purnamaningsih, H. and Raharjo, S. 2015. Evaluasi Klinis dan Laboratoris pada Kejadian Sapi Ambruk Tahun II. Laporan Penelitian. Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT), Kementrian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.

Yin, F.G., Zhang, Z.Z., Huang, J. and Yin, Y.L. 2010. Digestion rate of dietary starch affects systemic circulation of amino acids in weaned pigs. *Brit J Nutr*, 103 (10): 1404-1411. doi:10.1017/S0007114509993321

Yitbarek, M.B. and Tamir, B. 2014. Silage Additives: Review. *Open Journal of Applied Sciences*, 4 (5): 258-274. doi.org/10.4236/ojapps.2014.45026

Yulistiani, D., Puastuti, W., Wina E. dan Supriati. 2012. Pengaruh berbagai pengolahan terhadap nilai nutrisi tongkol jagung: Komposisi kimia dan pencernaan in vitro. *JITV* 17(1): 59-66.

Zhang, S., Cheng, L., Guoa, X., Mac, C., Guod, A. and Moonsane, Y. 2016. Short Communication :Effects of urea supplementation on rumen fermentation characteristics and protozoa population in vitro. *Journal of Applied Animal Research*, 44 (1): 1-4. doi.org/10.1080/09712119.2014.978779