
Evaluasi Kandungan Mineral Pada Multinutrien Blok Dengan Kombinasi Cangkang Kerang Dan Cangkang Telur Sebagai Sumber Mineral Kambing Lokal

Septi Lila Sari, Retno Iswarin Pujaningsih, Widiyanto dan Baginda Iskandar Moeda Tampubolon

*Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Diponegoro University
Tembalang Campus, Semarang 50275 Central Java – Indonesia*

Corresponding E-mail : septilila.24@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kandungan mineral Ca, P, Mg, Cu, Zn kombinasi antara tepung cangkang kerang dan tepung cangkang telur sebagai bahan baku pembuatan Multinutrien blok (MNB). Materi yang digunakan terdiri dari bahan pakan penyusun MNB yaitu cangkang kerang, cangkang telur, hijauan jagung, molases, urea, garam dan bentonit. Parameter yang diamati yaitu kandungan mineral Ca, P, Mg, Cu, Zn yang kemudian dianalisis dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan yaitu T0 (MNB tanpa kombinasi cangkang kerang dan cangkang telur), T1 (MNB dengan kombinasi cangkang kerang 6%), T2 (MNB dengan kombinasi cangkang telur 6%), dan T3 (MNB dengan kombinasi cangkang kerang 3% dan cangkang telur 3%). Analisis data menggunakan uji ANOVA taraf signifikansi 5% untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan. Apabila terdapat pengaruh perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan cangkang kerang dan cangkang telur di dalam MNB mampu meningkatkan kandungan mineral Ca, P, Mg dan Cu. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan cangkang kerang dan cangkang telur dalam MNB mampu mencukupi kebutuhan mineral Ca, P, Mg dan Cu namun belum mampu mencukupi kebutuhan mineral Zn kambing lokal.

Kata Kunci : Multinutrient blok, cangkang kerang, cangkang telur.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the mineral content of Ca, P, Mg, Cu, Zn, a combination of eggshell flour, eggshell, eggshell flour as raw material for making multinutrient blocks (MNB). The material used consisted of MNB compiler, which were shellfish, eggshell, forage corn, molasses, urea, salt and bentonite. The parameters observed were mineral content of Ca, P, Mg, Cu, Zn which were then analyzed by Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. The research design used was a Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 4 replications namely T0 (MNB without a combination of shells and eggshell), T1 (MNB with a combination of 6% shell), T2 (MNB with a combination of 6% eggshell), and T3 (MNB with a combination of 3% shells and 3% eggshell). Data analysis using ANOVA test significance level of 5% to determine the effect of treatment. If there is a treatment effect, it is followed by Duncan's multiple range test. The results showed that the addition of shells and eggshell in the MNB can increase the mineral content of Ca, P, Mg and Cu. Based on the results of the study it can be concluded that the addition of shells and eggshells in the MNB is able to meet the mineral needs of Ca, P, Mg and Cu but have not been able to meet the local goat Zn mineral needs.

Keywords : Multinutrient blocks, shells, eggshells.

PENDAHULUAN

Industri peternakan di Indonesia merupakan salah satu sektor penting bagi perekonomian yang bergerak dalam bidang pangan yaitu peningkatan kebutuhan konsumen akan daging, telur dan susu. Manajemen yang penting dilakukan dalam pemeliharaan ternak salah satunya adalah manajemen pakan. Penyediaan hijauan pakan biasanya didapat dari alam yaitu berupa rumput lapangan dan apabila ditemukan pada tanah yang kurang subur atau kekurangan unsur mineral maka akan menyebabkan hijauan kekurangan mineral (Adelina, 2008). Musim kemarau yang terjadi mengakibatkan produksi hijauan pakan menurun, sehingga kuantitas pakan yang diberikan pada ternak berkurang. Penanggulangan yang dilakukan guna mengatasi ketersediaan pakan dapat dilakukan dengan memanfaatkan potensi yang ada. Cangkang kerang dan cangkang telur merupakan limbah yang kaya akan sumber mineral sehingga kombinasi antara cangkang kerang dan cangkang telur dapat memenuhi kebutuhan mineral dalam pakan (Prawirodigdo dan Utomo, 2011).

Cangkang kerang terutama kerang darah memiliki kandungan mineral yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis kerang lainnya. Cangkang kerang dapat mencukupi asupan mineral dengan kandungan kalsium sebesar 30-40%, phosphor sebesar 1%, seng, besi, selenium dan iodium (Mahary, 2017). Kandungan mineral lain dalam cangkang kerang yaitu Na sebesar 0,9%, magnesium sebesar 0,05%, Fe, Cu, Ni, B, Zn, dan Si sebesar 0,2% (Fachry et al., 2014). Cangkang kerang darah merupakan limbah yang mudah dicari sehingga akan terjamin kontinuitasnya untuk memenuhi kebutuhan mineral pada bahan pakan ternak.

Cangkang telur merupakan limbah hasil peternakan dan limbah rumah tangga yang kaya manfaat, ramah lingkungan dan memiliki harga jual yang tinggi. Selain itu cangkang telur adalah sumber mineral dengan kandungan kalsium sebesar 35-36%, phosphor sebesar 3% dan magnesium sebesar 3% sebagai sumber nutrisi bagi hewan ternak (Warsy et al., 2016). Namun apabila limbah cangkang telur tidak dimanfaatkan kembali maka akan menimbulkan masalah lingkungan yaitu polusi akibat adanya aktivitas mikroba karena cangkang telur merupakan sumber CaCO_3 (Rahmadina et al., 2017). Cangkang telur terusun dari beberapa mineral yaitu kalsium, magnesium, dan sodium.

Pakan pelengkap dibuat menjadi Multinutrien Blok (MNB) dengan campuran

beberapa bahan pakan sumber mineral dengan metode pembuatan yang sederhana. Multinutrien blok adalah sebuah pakan pelengkap yang disusun atas beberapa bahan pakan dan memiliki nilai nutrisi penting bagi ternak ruminansia misalnya sapi, kambing, domba, dan kerbau (Putri dan Dewantari 2017). Kandungan yang terdapat dalam MNB antara lain sumber energi, mineral esensial, vitamin dan nutrisi lainnya (Sanchez dan Speedy, 2007). Multinutrien blok dengan bahan-bahan sumber mineral dibuat untuk melengkapi nilai nutrisi pakan. Pembuatan MNB dilakukan dengan berbagai campuran bahan pakan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli - Agustus 2018 di Kandang Penelitian Kambing Desa Mrunten Wetan, Kabupaten Semarang dan di Laboratorium Teknologi Pakan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang. Penelitian terbagi menjadi dua tahapan yaitu tahap pembuatan MNB dan tahap analisis kimia.

Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bahan penyusun MNB yang terdiri dari cangkang kerang, cangkang telur, hijauan jagung, molases, bentonit, urea dan garam. Alat yang digunakan yaitu chopper, cetakan dari pipa paralon, ember, timbangan digital kapasitas 5 kg dengan batas ketelitian 1 g, kompor gas, perlengkapan analisis mineral Ca, P, Mg, Cu dan Zn serta alat tulis untuk mencatat data penelitian.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu :

- T0 = MNB tanpa pemberian cangkang kerang dan cangkang telur
- T1 = MNB menggunakan cangkang kerang 6%
- T2 = MNB menggunakan cangkang telur 6%
- T3 = MNB menggunakan cangkang kerang 3% dan cangkang telur 3%

Metode Penelitian

Tahapan Pembuatan MNB

Tahap pembuatan MNB dilakukan dengan pengadaan bahan baku pakan penyusun MNB, persiapan alat yang digunakan dan pembuatan formulasi ransum.

Pembuatan MNB yang dilakukan dalam penelitian ini diawali dengan pembersihan cangkang kerang dan cangkang telur yang diperoleh dari rumah makan sekitar Universitas Diponegoro. Cangkang kerang dan cangkang telur yang sudah bersih dikeringkan dibawah sinar matahari hingga kering, kemudian dihaluskan dengan mesin grinder. Hijauan jagung dikeringkan dibawah sinar matahari lalu dicacah dengan mesin chopper untuk memudahkan saat dihaluskan dengan grinder menjadi bentuk tepung. Bahan penyusun MNB kemudian ditimbang sesuai dengan komposisi. Molases dipanaskan dengan panci dan diaduk secara terus menerus pada api sedang selama 10 – 15 menit hingga suhu mencapai 40 - 50o C. Bahan penyusun MNB dicampur dan diaduk hingga homogen didalam ember. Pencetakan MNB dilakukan menggunakan cetakan dari pipa paralon. Multiutrien blok dikeringkan diruangan terbuka dibawah naungan.

Tahapan Analisis Kimia

Analisis kandungan mineral dilakukan dengan pengambilan sampel sebanyak 5 gr ditimbang lalu sampel dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 550o C sampai diperoleh abu. Abu yang telah dihasilkan kemudian didestruksi dengan HCL 3 N hingga larut. Larutan akan diencerkan dalam labu takar 50 ml hingga mencapai tanda batas. Larutan tersebut kemudian dibaca menggunakan alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) (AOAC, 2000).

Analisis Data

Analisis data menggunakan uji ANOVA taraf signifikansi 5%, terdiri dari 4 perlakuan dan 4 ulangan. Apabila terdapat pengaruh perlakuan, untuk mengetahui perbedaan nilai tengah antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mineral Kalsium (Ca)

Pemberian cangkang kerang dan cangkang telur pada MNB berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan mineral Ca. Hasil analisis terhadap kandungan mineral Ca dalam MNB pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 sebesar 118,4 mg/L, 141,8 mg/L, 155,08 mg/L dan 194,6 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian cangkang kerang yang dikombinasi dengan

cangkang telur efektif menaikkan kandungan mineral Ca pada MNB. Menurut Mahary (2017) cangkang kerang memiliki kandungan mineral Ca sekitar 30-40% dan ditambahkan oleh Warsy et al. (2016) bahwa kandungan mineral Ca pada cangkang telur sekitar 35,1-36,4%. Kombinasi cangkang kerang dan cangkang telur pada MNB menunjukkan adanya kenaikan kandungan mineral Ca. Menurut Yonata et al. (2017) penggunaan larutan asam pada saat proses analisis kimia menyebabkan mineral yang pada awalnya berikatan dengan komponen lain berubah menjadi mineral sederhana sehingga mineral mudah larut dan mudah diserap. Mineral Ca adalah mineral makro yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan ternak sehingga kebutuhan mineral Ca harus terpenuhi. Menurut Arifah et al. (2013) kalsium memiliki fungsi didalam tubuh ternak sebagai pembentukan tulang dan gigi, mengaktifkan enzim serta transmisi impuls saraf.

Ulangan n	Perlakuan			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
------(mg/L)-----				
U ₁	117,6	125,9	162,2	191,7
U ₂	118,4	137,2	156	244,9
U ₃	118,5	166,8	147,8	142,1
U ₄	119,3	137,3	154,3	199,8
Rata-rata	118, 4 ^a	141, 8 ^b	155,08 ^b	194, 6 ^b

Mineral Pospor (P)

Pemberian cangkang kerang dan cangkang telur pada MNB berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan mineral P. Hasil analisis terhadap kandungan mineral P dalam MNB pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 sebesar 1625 mg/L, 1425 mg/L, 1520 mg/L dan 1250 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian cangkang kerang saja sebesar 6% efektif menaikkan kandungan mineral P pada MNB dibandingkan dengan kombinasi antara cangkang kerang sebesar 3% dan cangkang telur sebesar 3%. Kombinasi antara cangkang kerang dan cangkang telur dengan adanya penambahan bentonit menyebabkan mineral menjadi terserap. Menurut Masni et al. (2015) bentonit adalah absorben yang dapat menyerap bahan-bahan mineral, sehingga kandungan mineral dalam suatu bahan menjadi menurun. Ransum yang memiliki unsur mineral P rendah dapat menurunkan produktifitas ternak. Menurut Arifah et al. (2013). Kekurangan mineral P dapat mengakibatkan kaku sendi dan mengakibatkan otot menjadi lembek pada ternak kambing.

Ulangan	Perlakuan			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
------(mg/L)-----				
U ₁	1600	1400	1500	1300
U ₂	1700	1400	1500	1200

U ₃	1600	1500	1600	1300
U ₄	1600	1400	1500	1200
Rata-rata	1625 ^a	1425 ^b	1520 ^c	1250 ^d

Mineral Magnesium (Mg)

Pemberian cangkang kerang dan cangkang telur pada MNB berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan mineral Mg. Hasil analisis terhadap kandungan mineral Mg dalam MNB pada perlakuan T₀, T₁, T₂ dan T₃ sebesar 4,06 mg/L, 7,4 mg/L, 9,16 mg/L dan 10,55 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian cangkang kerang yang dikombinasi dengan cangkang telur efektif meningkatkan kandungan mineral Mg pada MNB. Menurut Sriagtula (2008) penambahan berbagai sumber mineral organik dengan ketersediaan mineral yang tinggi, efektif dalam peningkatan kandungan mineral. Magnesium diperoleh dari asupan pakan yang dibutuhkan ternak untuk pembentukan tulang dan enzim. Menurut Sujani et al. (2014) magnesium memiliki kegunaan di dalam tubuh ternak dalam perkembangan tulang karena enam puluh persen magnesium yang ada di dalam tubuh hewan terpusat di tulang serta berperan dalam metabolisme karbohidrat dan lemak yaitu sebagai katalisator enzim.

Ulangan	Perlakuan			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃

(mg/L)-----				
U ₁	4,551	5,233	9,474	11,45
U ₂	4,425	7,605	9,211	13,03
U ₃	2,621	9,660	8,541	7,255
U ₄	4,635	7,110	9,430	10,48
Rata-rata	4,057 ^a	7,401 ^b	9,164 ^b	10,553 ^c

Mineral Tembaga (Cu)

Berdasarkan Tabel 5, kandungan mineral Cu tertinggi berada pada perlakuan T₂ yaitu sebesar 2,28 mg/L. Hal ini tidak sesuai dengan Ratnasari et al. (2017) bahwa cangkang telur merupakan bahan yang mudah menyerap Cu karena di dalam cangkang telur terdapat kandungan CaCO₃ yang tinggi yaitu sebesar 98,41% dan pada cangkang telur terdapat 7.000-17.000 pori-pori sehingga efisien dalam menyerap Cu. Ditambahkan oleh Satriani et al. (2016) lapisan terluar pada cangkang telur adalah kutikula yang tersusun dari lapisan film tipis kristal hidroksiapatit, kristal hidroksiapatit memiliki lapisan palisade dengan banyak pori-pori yang berperan sebagai absorben Cu. Mineral Cu adalah mineral yang umum ditambahkan dalam pakan ternak namun hanya dibutuhkan oleh ternak dalam jumlah yang sedikit. Menurut Kurnia et al. (2012) peran mineral Cu sebagai imbuhan dalam pakan ternak adalah untuk

meningkatkan nilai nutrisi, pemicu pertumbuhan, pigmentasi bulu dan meningkatkan imunitas, apabila kekurangan Cu maka akan menyebabkan abnormalitas pada tulang serta gangguan pada perkembangan embrio ternak.

Ulangan	Perlakuan			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃

(mg/L)-----				
U ₁	2,708	0,827	3,514	2,259
U ₂	1,353	1,808	1,837	2,231
U ₃	2,027	1,899	1,984	1,138
U ₄	2,801	1,221	1,773	2,06
Rata-rata	2,222	1,438	2,227	1,922

Mineral Seng (Zn)

Berdasarkan Tabel 6, kandungan mineral Zn tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan 6% cangkang kerang yaitu sebesar 0,23 ppm dan terendah pada perlakuan penambahan kombinasi cangkang kerang 3% dan cangkang telur 3% yaitu sebesar 0,148 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi prosentase penambahan cangkang kerang meningkatkan kandungan mineral Zn. Menurut Amriani et al. (2011) semakin besar ukuran dan semakin banyak jumlah cangkang kerang memiliki akumulasi kandungan mineral Zn yang tinggi. Cangkang kerang yang hidup di perairan memiliki kandungan mineral Zn yang tinggi. Menurut Wulandari et al. (2009) cangkang kerang memiliki potensi yang besar sebagai adsorben Zn, mineral Zn yang ada pada air akan terakumulasi pada cangkang kerang sehingga cangkang kerang kaya akan kandungan mineral Zn.

Ulangan	Perlakuan			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃

(mg/L)-----				
U ₁	0,216	0,159	0,205	0,170
U ₂	0,290	0,186	0,142	0,139
U ₃	0,221	0,169	0,160	0,115
U ₄	0,211	0,153	0,140	0,170
Rata-rata	0,234	0,166	0,161	0,148

Kecukupan Mineral

Data pada Tabel 6 menunjukkan bahwa penambahan cangkang kerang dan cangkang telur mampu mencukupi kebutuhan mineral Ca, P, Mg, dan Cu kambing lokal. Hal ini karena cangkang kerang dan cangkang telur memiliki kandungan mineral yang tinggi sehingga mampu menaikkan kandungan mineral dalam MNB. Menurut Mahary (2017) cangkang kerang memiliki kandungan mineral Ca sekitar 30-40% dan mineral P sebesar 0,33%, sedangkan menurut Warsy et al. (2016) kandungan mineral Ca pada cangkang telur sekitar 35,1-36,4% dan kandungan mineral P sebesar 0,12%. Kandungan mineral Ca dan P dalam MNB

sebagai pakan pelengkap sumber mineral tergolong rendah, namun kebutuhan mineral kambing sudah terpenuhi dari pemberian pakan konsentrat dan hijauan. Mineral Mg dan Cu dalam MNB memiliki kandungan mineral yang rendah namun kandungan mineral dalam pakan konsentrat dan hijauan sudah melebihi batas standar kebutuhan mineral kambing. Hal ini diduga disebabkan oleh faktor pH pada air perendaman cangkang. Menurut pendapat Rahayu dan Pribadi (2012) bahwa bahan pakan mudah mengalami kehilangan mineral karena pengaruh pH dan oksigen. Penurunan kandungan mineral juga diakibatkan oleh penambahan HCL saat proses analisis laboratorium. Menurut Agustin et.al (2017) bahwa suasana asam akibat penambahan HCL menyebabkan mineral mudah larut sehingga menurunkan kandungan mineral. Sedangkan kandungan mineral Zn dalam MNB dan pakan hijauan dan konsentrat tergolong rendah karena belum sesuai dengan standar kebutuhan mineral kambing lokal.

Uraian	Kandungan Mineral Hijauan + Konsentrat Penelitian	M NB	Standar Kebutuhan Mineral Kambing	Keterangan
				------(mg/L)-----
Ca	3540,4	152,47	3000-8000	Cukup
P	2443	1456,25	2500-4000	Cukup
Mg	4030	7,793	1800-4000	Lebih
Cu	610	1,952	10-80	Lebih
Zn	420,8	0,177	40-500	Kurang

KESIMPULAN

Penggunaan cangkang kerang dan cangkang telur dalam MNB mampu memenuhi kebutuhan mineral Ca, P, Mg dan Cu, namun mineral Zn dalam MNB belum mampu memenuhi kebutuhan mineral dalam pakan campuran konsentrat dan hijauan kambing lokal.

REFERENSI

Achmanu., Muharliem dan Salaby. 2011. Pengaruh lantai kandang (rapat dan renggang) dan imbang jantan-betina terhadap konsumsi pakan, bobot telur, konversi pakan dan tebal kerabang pada ayam broiler. *Jurnal Ternak Tropika*. 12 (2): 1-14.

Adelina, T. 2009. Respon penambahan mineral kalsium, phosphor, magnesium dan sulfur terhadap karakteristik cairan rumen pada

ternak kambing lokal. *Jurnal Peternakan*. 2 (1): 52-56.

Agustin, R., T. Estiasih dan A. K. Wardani. 2017. Penurunan oksalat pada proses perendaman umbi kimpul. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 18 (3): 191-200.

Amriani., B. Hendrarto dan A. Hadiyanto. 2011. Bioakumulasi logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) pada kerang darah (*Anadara granosa* L.) dan kerang bakau (*Polymesoda bengalensis* L.) di perairan teluk kendari. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 9 (2): 45-50.

AOAC, 2000. *Official methods of analysis* (17th ed.). Gaithsburg, MD. USA. Association of Official Analytical Chemists. P.44.

Appleton, N. 1985. *Lick The Sugar Habit*. Avery, United States of America.

Diode, Y., S. Aminah dan W. Hersoelityorini. 2017. Kandungan kalsium dan karakteristik fisik tepung cangkang telur unggas dengan perendaman berbagai pelarut. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 7 (2): 82-93.

Fachry, A. R., T. I. Sari dan S. Susanti. 2014. Pengaruh filler campuran silika dan kulit kerang darah terhadap sifat mekanis komponen sol sepatu dari karet alam. *Jurnal Teknik Kimia*. 3 (20): 1-11.

Firsoni dan D. Ansori. 2015. Manfaat urea molasses multinutrient blok (UMMB) yang mengandung tepung daun glirisidia (*Gliricidia sepium*) secara In-vitro. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 11 (2): 161-170.

Garcia, L. O and J. I. R. Restrepo. 1995. *Multinutrient Block Handbook (Better Farming Series)*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

Hartz. S. 2016. *Introduction to Goat Nutrition*. Agricultural Research and Extension Programs. Langston University. United States.

Kurnia, F., M. Suhardiman, L. Stephani dan T. Purwadaria. 2012. Peranan nano-mineral sebagai bahan imbuhan pakan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas produk ternak. *Wartazoa*. 22 (4): 187-193.

Mahary, A. 2017. Pemanfaatan tepung cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai sumber kalsium pada pakan ikan lele (*Clarias batrachus* sp). *Aquatic Sciences Journal*. 4 (2): 63-67.

Masni, E. R., Bintang dan P. Marpaung. 2015. Pengaruh interaksi bahan mineral dan bahan organik terhadap sifat kimia ultisol dan produksi tanaman sawi. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3 (4): 1489-1494.

Parakkasi, A. 1999. *Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminansia*. UI Press. Jakarta.

- Pongoh, V. M., B. Tulung, Y. L. R. Tulung dan L. J. M. Rumokoy. 2015. Uji karakteristik fisik dan kimia pakan lokal dan impor kuda pacu minahasa. *Jurnal Zootek*. 3 (5): 62-71.
- Prawirodigdo, S dan B. Utomo. 2011. Inovasi teknologi dekomposisi limbah organik dalam penyediaan pakan. *Wartazoa*. 2 (1): 60-71.
- Putri, T. I dan M. Dewantari. 2017. Peningkatan produktivitas kambing gembrong yang terancam punah melalui suplementasi multi vitamin-mineral dalam ransum berbasis hijauan lokal. *Majalah Ilmiah Peternakan*. 20 (2): 64-67.
- Rahayu, S. H dan P. Pribadi. 2012. Kandungan vitamin dan mineral dalam buah segar dan manisan basah karika dieng (*Carica pubescens* Lenne & K.Koch). *Jurnal Biosantifika*. 4 (2): 90-97.
- Rahmadina dan E. P. S. Tambunan. 2017. Pemanfaatan limbah cangkang telur, kulit bawang dan daun kering melalui proses sains dan teknologi sebagai alternative penghasil produk yang ramah lingkungan. *Jurnal Klorofil*. 1 (1): 48-55.
- Ratnasari, N. D., A. D. Moelyaningrum dan Ellyke. 2017. Penurunan kandungan tembaga (Cu) pada limbah cair industri elektroplating menggunakan cangkang telur ayam potong teraktivasi termal. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 9 (2): 56-62.
- Sanchez, M dan A. W. Speedy. 2007. *Feed Supplementation Blocks*. FAO. Rome Italy.
- Satriani, D., P. Ningsih dan Ratman. 2016. Serbuk dari limbah cangkang telur ayam ras sebagai adsorben terhadap logam timah (Pb). *Jurnal Akademika Kim*. 5 (3): 103-108.
- Schutte, K. H. 1964. *The Biology of Trace Elements*. 1st ed. P 41. J. B. Lippincott Co, Philadelphia.
- Sriagtula, R. 2008. Pengaruh penambahan mineral Ca, P, Mg, dan S dalam ransum terhadap status mineral pada kambing kacang. *Jurnal Peternakan*. 5 (2): 53-60.
- Sujani, N. K. D. S., I. W. Piraksa dan N. K. Suwiti. 2014. Profil mineral magnesium dan tembaga serum darah sapi bali yang diperlihara di lahan tegalan. *Jurnal Veteriner Udayana*. 6 (2): 119-123.
- Syam, J., A. L. Tolleng dan Umar. 2016. Pengaruh pemberian pakan konsentrat dan urea molasses blok (UMB) terhadap hemoglobin sapi potong. *Jurnal Teknosains*. 10 (1): 103-110.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprojo, P. Kusumo dan S. Lebdosukojo. 1984. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Warsy., S. Chadijah, dan W. Rustiah. 2016. Optimalisasi kalsium karbonat dari cangkang telur untuk produksi pasta komposit. *Jurnal Al-Kimia* 4 (2): 86-94.
- Wulandari, S. Y., Y. Bambang, G. W. Santosa dan K. Suwartimah. 2009. Kandungan logam berat Hg dan Cd dalam air, sedimen, dan kerang darah (*Anadara granosa*) dengan menggunakan analisis pengaktifan neutron (APN). *Jurnal Ilmu Kelautan*. 14 (3): 170-175.
- Yanuartono., A. Nururozi, Soedarmanto, Indarjulianto, dan H. Purnamaningsih. 2016. Peran makromineral pada ruminansia. *Jurnal Sain Veteriner*. 34 (2): 155-165.