

PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR TERHADAP PELEPASAN GAS NH₃ PADA MANUR AYAM PETELUR

Charlena, Irma H Suparto, M Farid Humaidi

Departemen Kimia, FMIPA, IPB

ABSTRACT

The increasing livestock population has negative impact to the environment. The accumulation of livestock's manure pollutes the land, water, and also air from the NH₃ gas release. Efforts to treat and decrease the odor problem had been done. One treatment which is cheap and efficient is adding lime directly to the manure. The objective of this study was to analyze the effect of lime addition with different concentrations to chicken layer's manure toward NH₃ gas released, pH, water content, and protein content.

Layer's manure was divided into four different concentrations. The first concentration was 0% (manure without addition of lime); the other three were 3, 4, and 5%. A hundred grams of manure from each concentration were analyzed for the NH₃ and water content as well as pH, at baseline and every two days for 14 days. Protein content, in the other hand, was measured only at baseline and 14th day's of incubation at room temperature.

The result of the study showed that addition of 5% lime after 14 days of incubation had the lowest NH₃, water, and protein contents (0.0025 ppm, 9.7133%, and 25.5%, respectively). The highest pH (9.95) was obtained with 5% lime addition but at the 8th days of incubation.

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia peternakan yang semakin pesat telah membawa dampak negatif bagi lingkungan hidup. Jumlah manur dari usaha peternakan ayam skala besar menyebabkan pencemaran udara, tanah, dan air. Dampak yang paling utama ialah bau busuk manur ayam yang diakibatkan oleh gas H₂S dan NH₃ yang berasal dari penguraian zat makanan sisa pencernaan oleh mikrob perombak protein.

Manur merupakan medium bagi mikrob untuk melangsungkan fermentasi zat makanan sisa pencernaan baik secara aerob maupun anaerob. Proses penguraian manur tersebut disertai dengan pelepasan gas NH₃ yang berbau tidak sedap dan berbahaya bagi lingkungan. Bau gas NH₃ juga dapat mengganggu efisiensi aktivitas para pekerja kandang. NH₃ merupakan gas alkali, tidak berwarna, mempunyai daya iritasi tinggi, bersifat toksik, dan dihasilkan selama proses dekomposisi bahan organik atau reduksi zat bernitrogen oleh bakteri.

Pekerja kandang juga dapat mengalami keracunan gas NH₃. Untuk keamanan mereka, perlu diupayakan untuk mengurangi bau dari manur ayam. Usaha-usaha yang telah dilakukan antara lain ialah meletakkan jerami pada manur, sedangkan peternak Jepang menggunakan zeolit. Selain itu, juga telah diteliti penambahan bahan aditif tertentu pada makanan ternak, misalnya penggunaan fitogenik dan antibiotik (avilamisin dan flavomisin) pada makanan ayam buras (Kurniawan 2003). Cara sederhana yang juga dapat dilakukan ialah memberi kapur pada manur.

Kapur merupakan disinfektan yang dapat dipakai untuk mengurangi bau dan mencegah perkembangan bakteri patogen dalam manur (Tabbu & Hariono 1993). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pemberian kapur terhadap pelepasan gas NH₃ dari manur ayam petelur, dan

hubungannya dengan kadar air, pH, konsentrasi kapur yang digunakan, dan konsentrasi protein manur. Penelitian ini akan memberikan informasi bagi para peternak tentang kegunaan kapur dalam mengurangi pelepasan gas NH₃ dari manur ayam petelur, dengan hipotesis bahwa penambahan kapur pada konsentrasi tertentu dapat mengurangi pelepasan gas NH₃ tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Usaha Peternakan dan Pencemaran Lingkungan

Industri yang bergerak dalam bidang peternakan semakin berkembang pesat seiring dengan pola konsumsi makanan berprotein, khususnya di kota-kota besar. Dalam peternakan ayam terdapat 3 unsur pokok proses produksi, yaitu masukan (pakan, air, dan oksigen), luaran (daging, telur, manur), dan perkandungan.

Pencemaran udara yang ditimbulkan oleh peternakan ayam sering dikaitkan dengan jumlah manur yang dihasilkan. Hal ini berkaitan dengan proses penguraian manur oleh mikrob sehingga dihasilkan gas berbau dan beracun seperti NH₃ (Usri 1998).

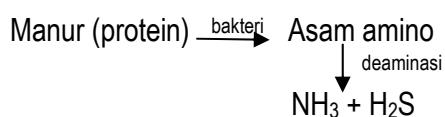
Manur Ayam

Manur ayam terdiri atas feses yang berasal dari usus besar dan urine yang berasal dari ginjal (Ensminger 1992). Seekor ayam diperkirakan menghasilkan 0.15 kg manur/hari, yang mengandung 4.8% nitrogen, 1.8% fosfor, 1.8% kalium, dan 5.5% kalsium. Nitrogen yang berasal dari protein akan menguap dan jumlahnya berkurang jika dibiarkan terlalu lama di tempat penampungan.

Jumlah air yang dieksresikan bersama manur bergantung pada konsumsi air oleh ayam. Kandungan protein yang tinggi pada ransum ayam petelur menyebabkan kadar air manurnya juga tinggi, yaitu sekitar 80% (Patrick 1995; Lesson *et al.* 1995). Kelebihan nitrogen yang berasal dari protein ransum tersebut akan dibuang dalam bentuk asam urat dalam urine, proses yang memerlukan banyak air (Sujono *et al.* 2001).

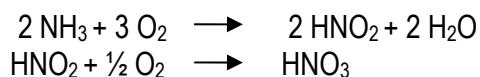
Dampak Negatif Manur Ayam

Manur, hasil produksi peternakan selain daging dan telur ayam, mengandung unsur-unsur N, P, dan K yang merupakan nutrisi bagi tanaman. Akan tetapi, manur menjadi masalah bagi lingkungan jika jumlahnya berlebih. Gas H₂S dan NH₃ yang dihasilkan oleh manur merupakan polutan berbau yang sangat dominan dalam menimbulkan efek merugikan terhadap ternak dan manusia. Proses dekomposisi protein pada manur ayam adalah sebagai berikut (Salle 1961):



Nitrogen dalam manur hewan terdapat dalam 2 bentuk, yaitu nitrogen anorganik dan organik. Nitrogen organik, misalnya protein, akan diubah secara berangsur-angsur oleh mikrob tanah menjadi nitrogen anorganik. Nitrogen anorganik dalam manur sebagian besar berbentuk kation amonium yang stabil di dalam tanah dan terikat pada permukaan partikel lempung. Apabila ion amonium ini terakumulasi pada tempat penyimpanan manur, keberadaan air akan menyebabkan pengikatan oksigen air oleh amonium yang menghasilkan nitrit dan nitrat melalui proses nitrifikasi (Pettigrew 1992). Proses nitrifikasi terjadi dengan adanya bakteri *Nitrosomonas* yang mengoksidasi amonium menjadi nitrit, yang

selanjutnya oleh bakteri *Nitrobacter* diubah menjadi nitrat. Reaksinya adalah sebagai berikut (Salle 1961):



Nitrat tidak terikat pada partikel lempung sehingga dapat larut terbawa aliran air dan menimbulkan pencemaran air. Bakteri dari spesies *Pseudomonas* akan mengubah nitrat menjadi NH₃. Reduksi nitrat ini terjadi pada kondisi netral atau basa (Pettigrew 1992).

Kapur

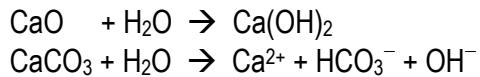
Komposisi utama batuan kapur adalah kalsium karbonat (CaCO₃), magnesium karbonat (MgCO₃), silika, dan alumina. Kapur yang ada di pasaran biasanya diperoleh sebagai hasil kalsinasi batuan kapur; reaksi yang terjadi ialah sebagai berikut (Kusnoputranto & Jaya 1984):



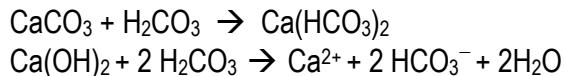
Kalsinasi kapur menghasilkan 2 bentuk senyawa, yaitu CaO dan Ca(OH)₂. Komposisi kedua bentuk senyawa ini bervariasi. CaO mudah larut dan bereaksi eksoterm dengan air menghasilkan gugus hidroksil. Selain itu, CaO juga mudah larut dalam asam.

Tanah mengandung bagian yang disebut koloid tanah. Sama halnya dengan manur, koloid tanah juga mengandung unsur organik. Reaksi pengapuran pada tanah dapat dijadikan sebagai gambaran dari reaksi pengapuran yang terjadi pada manur (Kusnoputranto & Jaya 1984):

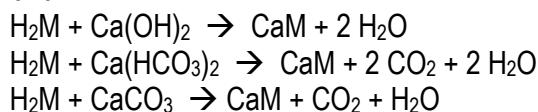
Reaksi dengan H₂O:



Reaksi dengan H₂CO₃:



Reaksi dengan koloid atau manur:



Kapur dapat berfungsi sebagai disinfektan, dan daya disinfeksinya bergantung pada pemisahan dan konsentrasi ion hidroksilnya. Kapur mencegah mikrob patogen dengan 2 cara, yaitu dengan absorpsi secara fisik sehingga membentuk gumpalan atau meningkatkan pH menjadi 11–11.5 sehingga menghancurkan mikrob patogen.

Kapur juga digunakan dalam pengolahan air, antara lain untuk menurunkan kesadahan, kadar silikat, dan bahan-bahan organik sehingga nilai BOD-nya juga turun. Selain itu, kapur juga dapat menetralkan keasaman. Pada proses pengolahan limbah tekstil, kapur digunakan untuk mengurangi warna. Pemanfaatan lain kapur ialah dalam pencegahan pencemaran udara ialah untuk mengurangi gas SO₂ yang dihasilkan pada proses pembakaran batu bara atau minyak yang tinggi kandungan sulfurnya.

Gas NH₃ dan Dampaknya terhadap Lingkungan

Pelepasan gas NH₃ merupakan mekanisme utama dari proses kehilangan nitrogen dalam manur. Sekitar 30–90% nitrogen hilang dari manur selama masa penyimpanan dengan aerasi dan sekitar 10–70% selama penyimpanan anaerobik (O'Halloran 1993). Gas NH₃ dihasilkan oleh bakteri melalui tiga jalur. Pertama, dekomposisi protein melalui proteolisis oleh protease mikrob membentuk asam-asam amino, yang selanjutnya mengalami deaminasi menjadi gas NH₃ (Svenson 1990). Gas NH₃ sebagian besar dihasilkan oleh bakteri melalui jalur tersebut. Kedua, urea dan asam urat yang dihasilkan oleh hewan dalam jumlah tertentu, sebagian dihidrolisis menjadi ammonium karbonat oleh enzim urease yang disekresikan bakteri. Ammonium karbonat mudah pecah menjadi gas NH₃, CO₂, dan H₂O. Yang terakhir ialah reduksi nitrat oleh sejumlah bakteri anaerob dan aerob fakultatif: gas NH₃ dihasilkan dalam proses reduksi ini setelah terbentuknya nitrit.

Gas NH₃ yang dihasilkan oleh manur merupakan polutan yang sangat besar pengaruhnya terhadap ternak dan manusia. Selama musim dingin pada kandang yang kurang berventilasi, gas NH₃ akan berubah menjadi nitrat dan nitrit yang dapat menyebabkan keracunan pada ternak. Gas NH₃ juga memengaruhi fisik ternak, meningkatkan kerentanan terhadap penyakit, dan mengganggu efisiensi kerja pekerja kandang. Di atmosfer, gas NH₃ membentuk endapan ion-ion ammonium, misalnya partikel ammonium nitrat dan ammonium sulfat, yang dapat menyebabkan hujan asam (Sjogren 1990).

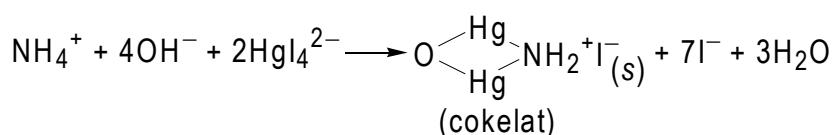
Batas maksimum gas NH₃ yang masih dapat ditoleransi berbeda-beda. Batas untuk manusia ialah 5–10 ppm. Gas NH₃ 5 ppm merupakan kadar terendah yang terdeteksi baunya, sedangkan kadar maksimum yang dapat ditoleransi selama 8 jam bagi kesehatan adalah 25 ppm dan untuk 10 menit adalah 35 ppm. Untuk unggas batas toleransinya lebih tinggi, yaitu 15–20 ppm, tetapi sebanyak 11 ppm gas NH₃ telah dapat menurunkan produktivitas ayam. Penurunan produktivitas ayam yang sangat tinggi terjadi bila kadar gas NH₃ sudah mencapai 50 ppm (Setiawan 1996). Tabel 1 memperlihatkan efek ditimbulkan oleh beberapa konsentrasi NH₃.

Tabel 1 Efek keterpaparan gas NH₃ bagi manusia (Pauzenga 1991)

| Konsentrasi | Gejala yang ditimbulkan |
|-------------|--|
| 6–20 ppm | Iritasi mata, masalah respirasi. |
| 40 ppm | Sakit kepala, mual, nafsu makan menurun. |
| 100 ppm/jam | Iritasi permukaan mukosa. |
| 400 ppm/jam | Iritasi pada hidung dan tenggorokan. |

Analisis Gas NH₃

Gas NH₃ dapat diukur dengan metode titrasi dan kolorimetri, yang terkenal adalah metode Nessler. Kadar gas NH₃ dapat diukur dengan cukup teliti pada panjang gelombang 400–425 nm. Gas NH₃ ditampung dalam larutan asam borat dan akan memberikan warna kuning khas ketika diberi reagen Nessler jika konsentrasi rendah. Namun, jika kadar gas NH₃ tinggi, terbentuk warna cokelat kemerahan yang dapat diukur pada panjang gelombang 450–500 nm. Unsur-unsur pengganggu seperti Ca, Fe, Mg, dan sulfida akan menimbulkan warna keruh bila diberi reaksi Nessler. Reaksi reagen Nessler dengan gas NH₃ ialah sebagai berikut:



BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah Spectronic-20, pH-meter, aerator, radas distilasi Kjeltec, serta alat-alat kaca dan non-kaca yang lazim digunakan di laboratorium.

Bahan-bahan yang digunakan ialah manur ayam petelur, kapur tohor, akuades, asam borat, larutan standar NH₃, pereaksi Nessler, katalis Se, H₂SO₄ pekat, indikator hijau bromkresol-merah metil (BCG-MM), dan HCl 0.02 M.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan kapur dengan 4 tingkat konsentrasi, yaitu 0, 1, 3, dan 5%. Manur yang tidak diberi kapur dianggap sebagai kontrol. Pengukuran kadar gas NH₃, pH, dan kadar air dilakukan setiap 2 hari selama 14 hari masa inkubasi, sedangkan pengukuran kadar protein hanya dilakukan pada hari ke-0 dan ke-14 dalam masa inkubasi.

Perlakuan manur

Manur ayam petelur dikumpulkan dalam bak plastik dan diaduk sampai homogen, kemudian dibagi menjadi 4 bagian yang secara berurutan diberi 0, 1, 3, dan 5% kapur. Setiap bagian ditimbang 100 g, dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 500 ml untuk diinkubasi selama 14 hari. Masing-masing sisa manur dibagi lagi menjadi 4 bagian dan ditempatkan dalam bak plastik, lalu diratakan untuk penetapan pH, kadar air, dan kadar protein.

Pengukuran kadar gas NH₃

Sebelum kadar gas NH₃ diukur, daerah serapan maksimum pengukuran ditentukan dengan Spectronic-20. Sebanyak 10 ml larutan standar yang mengandung 2 ppm NH₃ ditambahkan 1 ml reagen Nessler dan diukur serapannya pada panjang gelombang 400–425 nm. Setelah itu, kurva kalibrasi juga dibuat dengan berbagai konsentrasi NH₃, yaitu 0, 0.5, 1, 2, 3, dan 4 ppm, yang masing-masing diberi 1 ml pereaksi Nessler. Gas NH₃ dari contoh manur, setelah ditampung dalam asam borat 0.1%, dipipet sebanyak 10 ml, lalu juga diberi 1 ml pereaksi Nessler dan diukur serapannya.

Pengukuran kadar air manur

Sebanyak 5 g manur dimasukkan ke dalam cawan porselen. Cawan porselen yang berisi manur ditimbang sebagai bobot basah, dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C, dan ditimbang kembali bobot keringnya. Kadar air manur dihitung dengan persamaan berikut:

$$x = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

dengan x = kadar air (%), a = bobot basah manur ayam (g), dan b = bobot kering manur ayam (g)

Pengukuran pH

Sebanyak 5 g manur dilarutkan dalam 10 ml akuades dan diukur pH-nya.

Penentuan Protein

Analisis protein dilakukan dengan metode Kjeldahl. Sebanyak 0.5–1 g contoh ditimbang dalam labu destruksi, lalu ditambahkan 12 ml H₂SO₄ pekat dan tablet katalis selenium. Campuran tersebut didestruksi selama 45 menit sampai jernih. Larutan hasil destruksi kemudian ditempatkan pada radas

distilasi Kjeltec dan didistilasi uap. Uapnya ditampung di dalam Erlenmeyer yang berisi asam borat 4% dan indikator BCG-MM. Setelah itu, distilat dititrasikan dengan HCl 0.02 M sampai terjadi perubahan warna dari biru menjadi merah muda. Penetapan blangko juga dilakukan.

$$\text{Kadar protein} = 6.25 \times \frac{(A - B) \times 14.007 \times N}{\text{bobot contoh (mg)}}$$

dengan A = volume HCl untuk titrasi contoh (ml)

B = volume HCl untuk titrasi blangko (ml)

M = molaritas HCl

Analisis data

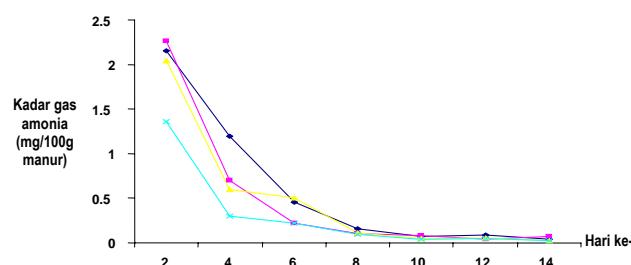
Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap untuk mengetahui pengaruh penambahan kapur dengan berbagai konsentrasi dan lamanya masa inkubasi serta kemungkinan interaksi di antara keduanya terhadap kadar gas NH_3 , pH, kadar air, dan kadar protein manur. Percobaan dilakukan sebanyak 3 ulangan.

Uji lanjut yang digunakan adalah uji perbandingan berganda Duncan (DMRT, *Duncan multiple range test*). Prosedur Duncan mempersiapkan segugus nilai pembanding yang nilainya meningkat bergantung pada jarak peringkat dua buah perlakuan yang akan dibandingkan. Perlakuan-perlakuan yang berada dalam satu garis yang sama dikatakan tidak berbeda nyata pada taraf α .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Pelepasan Gas NH_3 Manur Ayam Petelur

Pelepasan terbesar gas NH_3 terjadi pada hari ke-2, sedangkan pada hari ke-4 terjadi penurunan yang sangat tajam. Setelah hari ke-4, pelepasan gas NH_3 pada manur yang diberi kapur cenderung menurun dibandingkan dengan kontrol, walaupun selisihnya tidak terlalu besar (Gambar 1). Secara teoretis, 1 mol Ca^{2+} dari kapur akan mencegah pelepasan 2 mol gas NH_3 hasil dekomposisi manur. Keefektifan dalam menekan pelepasan gas NH_3 ini didasarkan pada pembentukan CaCO_3 dari Ca^{2+} kapur dan HCO_3^- yang ada pada manur. Semakin tinggi konsentrasi kapur dan semakin lama masa inkubasi, kadar gas NH_3 yang diperoleh cenderung menurun. Analisis ragam menunjukkan adanya interaksi antara jumlah kapur dan lamanya waktu inkubasi terhadap nilai penurunan tersebut ($P < 0.05$).



Gambar 1 Pelepasan gas NH_3 dari manur ayam petelur yang diberi kapur sebanyak 0 (♦), 1 (■), 3 (▲), dan 5% (✖).

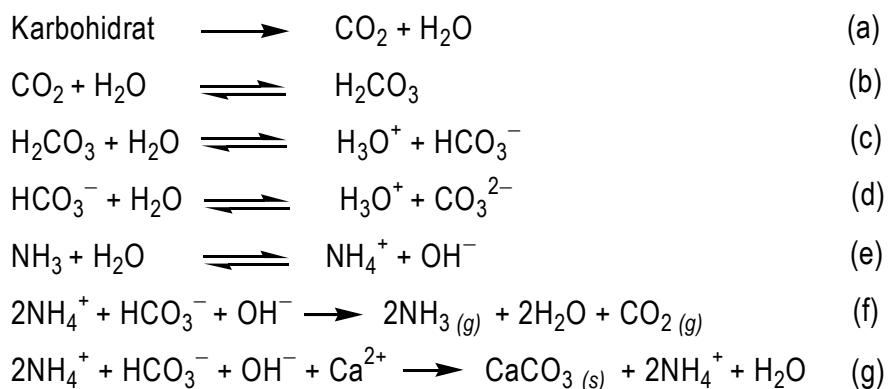
Hasil uji nilai tengah Duncan pada taraf uji 5% memperlihatkan bahwa kadar gas NH₃ terendah, yaitu sebesar 0.0025 ppm, dimiliki oleh manur dengan pemberian kapur 5% dan masa inkubasi 14 hari (Tabel 2).

Tabel 2 Hasil uji Duncan terhadap rerata kadar gas NH₃ yang dilepaskan oleh pada manur ayam petelur yang diberi berbagai konsentrasi kapur.

| Jumlah kapur (%) | Kadar gas NH ₃ hari ke- (ppm)* | | | | | | |
|------------------|---|------------------------|------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| 0 | 0.2152 ^a | 0.1192 ^b | 0.0456 ^{cdef} | 0.0154 ^{gh} | 0.0074 ^h | 0.0090 ^h | 0.0037 ^h |
| 1 | 0.2268 ^a | 0.0699 ^c | 0.0223 ^{fgh} | 0.0100 ^h | 0.0077 ^h | 0.0073 ^h | 0.0070 ^h |
| 3 | 0.2044 ^a | 0.0596 ^{cd} | 0.0506 ^{dce} | 0.0110 ^h | 0.0049 ^h | 0.0052 ^h | 0.0026 ^h |
| 5 | 0.1363 ^b | 0.0295 ^{efgh} | 0.0221 ^{fgh} | 0.0091 ^h | 0.0037 ^h | 0.0044 ^h | 0.0025 ^h |

* = angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan.

Pada saat proses dekomposisi, karbohidrat dalam manur akan mengalami perombakan oleh mikrob dan menghasilkan H₂O dan CO₂ (reaksi a). Kedua molekul ini akan bereaksi membentuk H₂CO₃, yang akan terionisasi menjadi HCO₃⁻ dan CO₃²⁻ di dalam air (reaksi b, c dan d). Sementara itu, protein akan mengalami deaminasi. Gugus amina (-NH₂) yang dilepaskan akan mengambil H⁺ dari lingkungannya dan membentuk NH₃. Manur yang basah menyebabkan NH₃ yang terperangkap membentuk ion ammonium (reaksi e). Keberadaan HCO₃⁻ dalam manur akan mendorong NH₄⁺ untuk melepaskan proton kepada HCO₃⁻ sehingga terjadi pelepasan gas NH₃ ke udara (reaksi f). Dengan pemberian kapur pada manur, Ca²⁺ dari kapur akan bereaksi dengan HCO₃⁻ membentuk CaCO₃. Hal ini menyebabkan bentuk ion ammonium dipertahankan, dan pelepasan gas NH₃ dapat dikurangi (reaksi g). Reaksi-reaksi yang terjadi ialah sebagai berikut:

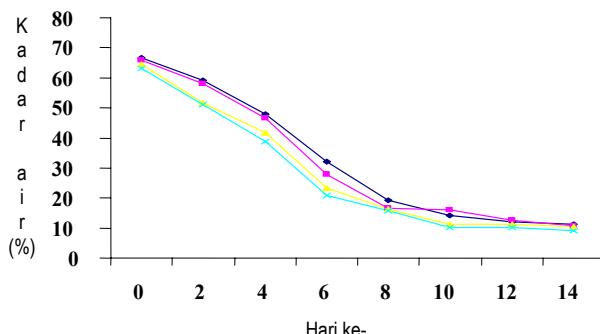


Berkurangnya pelepasan gas NH₃ juga berbanding lurus dengan lamanya inkubasi. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu inkubasi, semakin berkurang air dan nutrien untuk pertumbuhan bakteri, karena jumlah manur yang diberikan tetap. Mikrob membutuhkan nutrien selain air untuk hidup dan pertumbuhannya, yaitu sebagai sumber karbon, nitrogen, mineral, dan vitamin. Bila sumber nutrien ini berkurang, mikrob akan berkompetisi dalam mempertahankan hidupnya. Sejalan dengan itu, aktivitasnya pun akan semakin berkurang.

Kapur juga dapat menyerap air sehingga tidak dapat digunakan oleh mikrob. Air sangat dibutuhkan oleh mikrob untuk pertumbuhan dan pekembangannya. Selain itu, air juga merupakan bagian terbesar dari protoplasma yang berperan dalam reaksi metabolisme mikrob. Penurunan kadar air dalam manur menyebabkan aktivitas mikrob menurun sehingga jumlah gas NH₃ yang dilepaskan juga berkurang. Selain itu, kapur juga menaikkan pH di atas pH kehidupan mikrob (bakteri hidup pada pH 6 sampai 8).

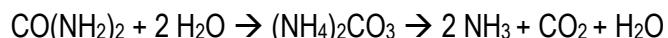
Kadar Air Manur Ayam Petelur

Kadar air manur ayam sangat dipengaruhi oleh kelembapan dan suhu lingkungan serta kondisi iklim selama pengamatan. Hasil pengamatan memperlihatkan penurunan kadar air, baik yang diberi kapur maupun tidak (Gambar 2). Pengamatan kadar air dilakukan 2 hari sekali.

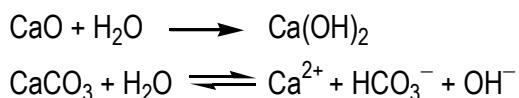


Gambar 2 Kadar air manur ayam yang diberi kapur sebanyak 0 (♦), 1 (■), 3 (▲), dan 5% (✖).

Kadar air manur ayam awal dengan penambahan 0, 1, 3, dan 5% kapur berturut-turut ialah 66.74, 65.76, 64.52, dan 63.11%. Sementara hasil pengukuran kadar air keempat manur tersebut pada hari ke-14 ialah 11.36, 10.82, 10.41, dan 9.71%. Berdasarkan data tersebut, kadar air menurun selama masa inkubasi berturut-turut sebanyak 82.98, 83.55, 85.19, dan 84.61%. Penurunan ini disebabkan oleh semakin berkurangnya kandungan bahan organik dalam manur. Hal tersebut sangat berpengaruh terhadap proses dekomposisi, yaitu proses pemecahan (penguraian) senyawa-senyawa organik menjadi senyawa-senyawa anorganik. Sebagai contoh ialah dekomposisi urea berikut:



Semakin banyak kapur yang diberikan ke manur, kadar airnya cenderung berkurang, sedangkan persen total penurunan kadar airnya meningkat. Penurunan tersebut disebabkan oleh sifat kapur yang dapat menyerap dan bereaksi dengan air. Reaksi yang terjadi antara kapur dan air ialah sebagai berikut (Kusnoputranto & Jaya 1984):



Hasil analisis ragam menunjukkan adanya interaksi antara jumlah kapur dan lama inkubasi terhadap penurunan kadar air ($P < 0.05$). Kadar air terendah yang diperoleh dari hasil uji Duncan pada taraf uji 5% ialah 9.71%, yang dimiliki oleh manur dengan 5% kapur setelah masa inkubasi 14 hari, meskipun tidak berbeda nyata dengan nilai kadar air untuk perlakuan yang lain (Tabel 3).

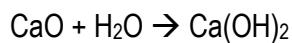
Tabel 3 Hasil uji Duncan terhadap nilai rerata kadar air manur ayam petelur yang diberi berbagai konsentrasi kapur

| Jumlah kapur (%) | Kadar air hari ke- (%) [*] | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| 0 | 66.74 ^a | 59.23 ^d | 48.01 ^f | 32.07 ⁱ | 19.20 ^l | 14.08 ^{mn} | 12.00 ^{pq} | 11.36 ^{pqr} |
| 1 | 65.76 ^{ab} | 57.99 ^d | 46.55 ^f | 27.87 ^j | 16.69 ^l | 15.96 ^{no} | 12.62 ^{pqr} | 10.82 ^{pqr} |
| 3 | 64.52 ^{bc} | 51.60 ^e | 41.74 ^g | 23.27 ^k | 16.19 ^m | 11.15 ^{po} | 11.27 ^{pqr} | 10.41 ^{qr} |
| 5 | 63.11 ^c | 50.99 ^e | 38.85 ^h | 20.82 ^l | 15.80 ^m | 10.28 ^{pq} | 10.28 ^{qr} | 9.71 ^r |

* = angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan.

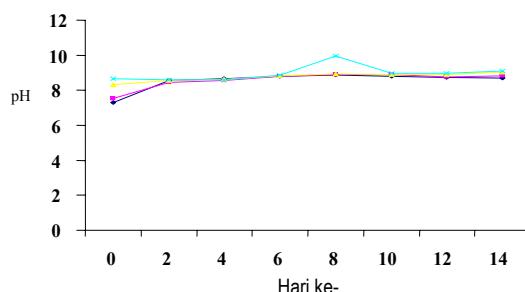
pH Manur Ayam Petelur

Manur ayam petelur memiliki pH sedikit basa, yaitu sekitar 7.59. Hal ini disebabkan kandungan kalsiumnya cukup besar dibandingkan dengan ayam ras lain. Kandungan kalsium manur ayam layer, buras, dan kalkun secara berturut-turut ialah 5.5, 1.9, dan 2.8%. Pada umumnya, pH manur menurun akibat dekomposisi oleh aktivitas bakteri, tetapi dalam dekomposisi manur ayam petelur justru sebaliknya. Hal ini disebabkan keberadaan zat kapur yang cukup banyak dalam manur ayam petelur akan mendorong pembentukan ion hidroksida ketika bereaksi dengan air dalam manur. Reaksinya adalah sebagai berikut (Kusnoputranto & Jaya 1984):



Aktivitas bakteri dipengaruhi oleh pH manur. Bakteri dari spesies-spesies tertentu akan menghasilkan gas NH_3 dan seharusnya meningkatkan pH. Akan tetapi, beberapa bakteri juga menggunakan gas tersebut sebagai sumber nitrogennya sehingga pH justru menurun. Mikrob menggabungkan NH_4^+ ke dalam selnya sebagai $\text{R}-\text{NH}_3^+$, sedangkan H^+ akan terakumulasi di dalam medium. Kenaikan pH dapat terjadi jika proses pengambilan sumber nitrogen oleh mikrob dilakukan dengan cara lain, yaitu reduksi NO_3^- dan NO_2^- menjadi NH_3 dengan bantuan H^+ dalam manur.

Kenaikan pH terjadi selama masa inkubasi manur, baik yang diberi kapur maupun yang tidak. Nilai pH awal dan akhir (hari ke-14) untuk manur yang diberi 0, 1, 3, dan 5% kapur berturut-turut ialah 7.28 dan 8.71, 7.55 dan 8.83, 8.33 dan 9.03, serta 8.67 dan 9.09. Pada hari ke-4 dan ke-6, nilai pH kontrol lebih tinggi daripada yang diberi manur. Akan tetapi, setelah hari ke-6 pH sebanding dengan kandungan kalsium di dalam manur (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas bakteri sudah tidak berperan lagi setelah hari ke-6.



Gambar 3 Nilai pH manur dengan jumlah kapur 0 (♦), 1 (■), 3 (▲), dan 5% (×).

Analisis ragam menunjukkan adanya interaksi antara jumlah kapur dan lama waktu inkubasi terhadap penurunan pH manur ($P < 0.05$). Nilai pH tertinggi berdasarkan hasil uji Duncan pada taraf uji 5% dimiliki oleh manur dengan 5% kapur dan masa inkubasi 8 hari, yaitu 9.95, tetapi tidak berbeda nyata secara statistik dengan nilai pH pada perlakuan yang lain (Tabel 4).

Tabel 4 Hasil uji Duncan terhadap nilai pH manur ayam petelur yang diberi berbagai konsentrasi kapur

| Jumlah kapur (%) | pH hari ke- * | | | | | | | |
|------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| 0 | 7.28 ^m | 8.56 ^{ji} | 8.65 ^{fghij} | 8.79 ^{cdefghi} | 8.86 ^{bcd} | 8.80 ^{cdefgji} | 8.73 ^{defghi} | 8.71 ^{defghij} |
| 1 | 7.55 ^l | 8.47 ^{ik} | 8.57 ^{ji} | 8.79 ^{cdefghi} | 8.90 ^{bcd} | 8.89 ^{bcdef} | 8.76 ^{defghi} | 8.83 ^{cdefgh} |
| 3 | 8.33 ^k | 8.57 ^{ji} | 8.60 ^{hij} | 8.85 ^{bcd} | 9.95 ^a | 8.95 ^{bcd} | 8.95 ^{bcd} | 9.09 ^b |
| 5 | 8.67 ^{efghij} | 8.58 ^{ji} | 8.62 ^{ghij} | 8.84 ^{cdefgh} | 8.93 ^{bcd} | 8.89 ^{bcdef} | 8.89 ^{bcdef} | 9.03 ^{bc} |

* = angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan.

Kadar Protein Manur Ayam Petelur

Kadar NH₃ yang dilepaskan oleh manur ayam bergantung pada tinggi rendahnya protein yang terkandung di dalamnya. Penambahan kapur cenderung meningkatkan kadar protein (Tabel 5), tetapi secara statistik, jumlah kapur tidak berpengaruh terhadap kadar protein. Tabel 5 juga memperlihatkan penurunan kadar protein selama masa inkubasi, karena menguapnya nitrogen yang berasal dari protein.

Tabel 5 Kadar protein manur ayam petelur pada hari ke-0 dan ke-14

| Konsentrasi kapur (%) | Kadar protein hari ke- (%) | |
|-----------------------|----------------------------|------|
| | 0 | 14 |
| 0 | 26.5 | 21.0 |
| 1 | 29.0 | 20.5 |
| 3 | 28.0 | 24.0 |
| 5 | 29.5 | 25.5 |

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penambahan kapur pada manur ayam petelur berpengaruh terhadap pelepasan gas NH₃, kadar air, pH, dan kadar proteinnya. Pelepasan gas NH₃ terkecil berasal dari manur dengan penambahan 5% kapur pada hari ke-14 masa inkubasi, yaitu sebesar 0.0025 ppm dengan penurunan kadar air 9.7133%. Namun, penambahan 5% kapur sampai hari ke-8 masa inkubasi masih menaikkan pH sampai 9.95. Kadar protein kasar manur dengan penambahan 5% kapur paling tinggi, yaitu 29.5% pada hari ke-0 dan 25.5% setelah 14 hari masa inkubasi.

Saran

Pemberian kapur pada tempat-tempat penampungan manur perlu dipertimbangkan dan dilaksanakan untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh limbah peternakan ayam, baik terhadap lingkungan hidup maupun kehidupan di sekitar peternakan. Penelitian terhadap manur ayam petelur dengan pemberian kapur lebih dari 5% perlu dilakukan, agar diperoleh konsentrasi yang optimum untuk mengurangi pelepasan gas NH₃ dari manur ayam petelur.

DAFTAR PUSTAKA

- Kusnoputranto H, Jaya IM. 1984. *Khasiat Pembubuhan Kapur Tohor dalam Hal Daya Membunuh Mikroorganisme (E. Coli) dan Peningkatan Alkalinitas pada Lumpur Ninja dari Septic Tank Jamban Jamak di DKI Jakarta*. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.
- Kurniawan EL. 2003. Retensi nitrogen dan konsentrasi amonia ekskreta ayam ras pedaging yang disuplementasi fitogenik dan antibiotik sebagai pemacu pertumbuhan [skripsi]. Bogor: Departemen Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Institut Pertanian Bogor.
- Lesson SG, Diaz, Summers JD. 1995. *Poultry Metabolic Disorders and Mycotoxins*. Oslo: Univ Books.
- O' Halloran IP. 1993. Ammonia volatilization from liquid hog manure. Influence of aeration and trapping systems. *Am J Soc* 57:1300-1303.
- Patrick H. 1995. Influence of protein source on consumption and excretion of water and excreta voided by broiler chicks. *Poultry Sci* 34:155-159.

- Pauzenga. 1991. *Animal Production in The 90's in Harmony with Nature*. Nicholasville, Kentucky.
- Pettigrew JE. 1992. *Waste Management and Pollution Control*. Nicholasville, Kentucky.
- Sainsbury D. 1984. *Poultry Health and Management*. Ed ke-2. London: Granada.
- Salle AJ. 1961. *Fundamental Principles of Bacteriology*. Ed ke-5. New York: McGraw-Hill.
- Setiawan H. 1996. Amonia, sumber pencemar yang meresahkan. Dalam *Infovet (Informasi Dunia Kesehatan Hewan)*. Edisi 037 Agu 1996. Asosiasi Obat Hewan Indonesia.
- Sjogren. 1990. The nitrogen problem. *Acid Environ Mag* 9:16-17.
- Sujono, Widarti, Ramziah. 2001. Pengaruh pemberian feed additive Joster-HE (*high efficiency*) terhadap kadar amonia ekskreta dan retensi nitrogen pada ayam pedaging. *J Prot* 16:971-976.
- Svenson L. 1990. Putting the lid on the dung headps. *Acid Environ Mag* 9:13-15.
- Tabbu CR, Hariono B. 1993. Pencemaran lingkungan oleh limbah peternakan dan cara mengatasinya. *Ayam Sehat* 18:7-9.
- Usri T. 1998. Zeolitisasi kotoran ternak dan gas bio. *J Peternakan Indones* 46:40-41.