

PENGARUH KAPUR TERHADAP PELEPASAN GAS H₂S DAN UNSUR HARA PADA MANUR AYAM PETELUR

Charlena, Irma H Suparto, Aldi Eka Praja

Departemen Kimia, FMIPA, IPB

ABSTRACT

Air pollution caused by chicken manure is considered to be a disturbing environmental problem. The odor caused by the manure might be reduced with lime powder. The chicken manure examined was layer type which were given four different concentrations of lime: 0 (control), 1, 3, and 5%. Examination included the change of moisture content and pH plus H₂S released from chicken manure during 14 days with every other days of determination. Nitrogen, phosphorus, and potassium in chicken manure were also determined on the first and 30th day.

The lime administration affected the change of moisture content, pH, and H₂S release. The result from variance analysis and Duncan test showed that lime with the concentrations of 1, 3, and 5% affected significantly the change of moisture content on the 4th and 8th day, the change of pH on day-10, and the decrease of H₂S release on the 4th day. The greatest content of nitrogen, phosphorus, and potassium on the 1st day in chicken manure was found at 5% concentration of lime which were 2.68, 0.59, and 0.22%, respectively. The greatest content of nitrogen, phosphorus, and potassium on the 30th day was found at 5% concentration of lime as well: 1.77, 0.56, and 0.20%, respectively.

PENDAHULUAN

Berkembangnya usaha peternakan ayam tentu membawa dampak terhadap lingkungan sekitarnya. Sejalan dengan upaya pelaksanaan pembangunan yang berwawasan lingkungan, upaya meminimumkan dampak negatif dari peternakan ayam perlu dilakukan. Salah satunya ialah pengendalian jumlah manur (kotoran) ayam yang dihasilkan.

Pencemaran udara yang ditimbulkan oleh manur ayam merupakan masalah lingkungan yang cukup mengganggu. Pencemaran ini ditandai dengan bau tidak sedap gas H₂S dan NH₃ yang berasal dari penguraian zat makanan sisa pencernaan oleh mikrob perombak protein (Usri 1988). Manur merupakan medium bagi mikrob, tempat terjadinya proses fermentasi zat-zat makanan sisa pencernaan, secara aerob maupun anaerob (Pauzenga 1991). Dalam proses penguraian ini dilepas-kan gas seperti CH₄, H₂S, NH₃, dan merkaptan. Gas yang sangat dominan dalam menghasilkan bau tidak sedap ialah H₂S dan NH₃. Keduanya toksik bagi manusia dan hewan serta dapat meningkatkan kerentanan terhadap penyakit. Bau tak sedap juga dapat mengganggu efisiensi aktivitas para pekerja yang berada di sekitar peternakan (Setiawan 1996).

Gas H₂S yang berbau busuk dapat tercium walaupun dalam konsentrasi sangat rendah. Selain itu, gas H₂S juga memiliki toksisitas yang tinggi. Ambang batas rerata yang diperbolehkan pada peternakan tempat bekerja ialah 10 ppm selama 8 jam, sedangkan batas rerata bagi senyawa berbau dalam air yang terdeteksi adalah 0.00018 mg/l (Ariens & Simonis 1986). Untuk mengurangi bau yang ditimbulkan oleh manur, peternak biasanya menggunakan kapur sebagai disinfektan.

Komposisi utama batuan kapur ialah kalsium karbonat (CaCO₃) dan magnesium karbonat (MgCO₃), dengan sejumlah kecil unsur lain seperti silika dan alumina. Senyawaan kalsium dalam kapur yang dihasilkan dari proses kalsinasi batuan kapur ialah CaO dan Ca(OH)₂, dengan komposisi yang

beragam. Senyawa CaO mudah larut dalam air dan asam, serta bereaksi sangat eksoterm dengan air menghasilkan ion hidroksil (OH^-). Daya disinfektan dari bahan yang bersifat basa seperti ini bergantung pada pemisahan dan konsentrasi OH^- dari hasil pemisahan. Kapur dalam jumlah yang cukup dapat meningkatkan pH menjadi 11 atau 11.5 yang akan menghancurkan bakteri. Manur ayam-basa biasanya baik digunakan sebagai pupuk kandang pada tanah yang asam (Soepardi 1983).

Manur ayam memiliki lebih banyak unsur hara dibandingkan dengan hewan lain (Tisdale *et al.* 1965), di antaranya nitrogen, fosforus, dan kalium yang selalu mendapat perhatian lebih karena mudah terjadi defisiensi unsur-unsur tersebut pada tanaman .

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pemberian kapur terhadap pelepasan gas H_2S dari manur ayam. Pelepasan gas tersebut dipengaruhi oleh kadar air, pH, konsentrasi kapur, dan komponen hara dalam manur. Hipotesis penelitian ini adalah kapur merupakan suatu disinfektan yang dapat menyerap air, medium pertumbuhan mikrob, sehingga pemberian kapur diharapkan dapat mengurangi bau manur ayam dengan cara mematikan mikrob. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi para pengusaha ternak, agar dapat menggunakan kapur dengan metode yang tepat untuk mengurangi bau di lingkungan peternakan.

TINJAUAN PUSTAKA

Peternakan dan Lingkungan

Terdapat 3 unsur pokok pada proses produksi peternakan ayam, yaitu masukan (pakan, air, dan oksigen), luaran atau hasil produksi (daging, telur, dan manur), serta lingkungan (perkandangan, pencegahan penyakit, dan tata laksana serta kesesuaian terhadap lingkungan sosial dan alam). Dampak negatif peternakan ayam terhadap lingkungan sering dikaitkan dengan jumlah manur atau kotoran yang dihasilkan. Hal ini berkaitan dengan proses pembusukan dan penguraian manur oleh mikrob yang menghasilkan gas berbau dan beracun seperti H_2S dan NH_3 .

Manur Ayam

Secara umum, manur terdiri atas sisa makanan yang tidak tercerna seperti serat selulosa (karbohidrat), lemak, protein, dan unsur-unsur anorganik (Tabbu & Hariono 1993). Protein yang terdapat dalam manur merupakan sumber utama nitrogen. Selain itu, nitrogen juga berasal dari asam urat dan urine yang dikeluarkan bersama feses. Jumlah dan komposisi manur yang dihasilkan oleh ayam bervariasi dan sangat dipengaruhi oleh umur, ras, dan jenis makanan. Seekor ayam diperkirakan menghasilkan 0.15 kg manur/hari, yang mengandung 1.7% nitrogen, 0.16% fosforus, dan 0.58% kalium (Kumar & Biswar 1982). Keberadaan N, P, K, Ca, protein, dan asam-asam amino esensial menyebabkan manur ayam menjadi tempat yang subur bagi perkembangan mikrob.

Manur dapat dimanfaatkan sebagai biogas, pupuk organik, dan dapat juga diolah menjadi bahan campuran pakan unggas ataupun ternak lain (Malone 1992). Jika manur akan digunakan sebagai pupuk, maka kandungan N, P, dan K-nya harus diperhatikan. Manur yang telah diolah sehingga dapat dijadikan sebagaiakan ternak dinamakan *dried poultry waste* dengan kadar air 15% (Santoso 1987).

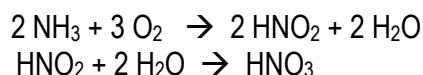
Unsur-unsur kimia dan fraksi manur perlu diketahui untuk merancang dan mengevaluasi sistem penanggulangan limbah manur. Fraksi manur dibagi menjadi 4. Pertama, padatan kasar yang merupakan bahan yang tertahan dengan saringan berpori-pori 0.22 mm. Kedua, padatan halus, yaitu sedimen hasil sentrifugasi dengan laju 10000 rpm selama 20 menit. Fraksi lainnya ialah koloid, yaitu bahan yang tertahan dengan saringan netral. Dan yang terakhir ialah larutan, manur cair yang melewati saringan ultra.

Dampak Negatif Manur Ayam

Secara umum, sebanyak 5–7% manur, hasil produksi peternakan selain daging dan telur, merupakan limbah (Pauzenga 1991). Manur ayam mengandung N, P, dan K, sumber nutrisi bagi tanaman, sehingga berguna sebagai pupuk organik. Akan tetapi, jika produksi manur berlebihan, justru akan menjadi masalah bagi lingkungan. 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 seperti protein secara berangsur-angsur diubah oleh mikrob tanah menjadi nitrogen anorganik yang berbentuk kation amonium yang stabil di dalam tanah dan terikat pada permukaan partikel lempung. Apabila amonium ini terakumulasi di dalam tanah akibat penggunaan manur (sebagai pupuk) yang berlebihan atau penumpukan manur pada tempat tertentu, keberadaan air akan menyebabkan terjadinya nitrifikasi. Nitrifikasi ialah pengikatan amonium dengan oksigen dalam air menghasilkan nitrit dan nitrat. Proses nitrifikasi ini dapat terjadi dengan adanya bakteri *Nitrosomonas* yang mengoksidasi amonium menjadi nitrit, yang selanjutnya oleh bakteri *Nitrobacter* diubah menjadi nitrat. Reaksinya adalah sebagai berikut (Wellinger 1984):



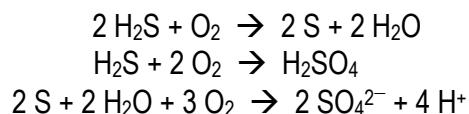
Nitrat ini tidak terikat pada partikel lempung sehingga dapat bergerak bebas dan larut terbawa aliran air yang pada akhirnya menimbulkan pencemaran air.

Bakteri *Pseudomonas* akan mengubah nitrat menjadi gas NH₃. Reduksi nitrat ini terjadi pada kondisi netral atau basa (Clifton 1958). Pada manur, gas H₂S kadang-kadang dihasilkan bersama-sama dengan gas NH₃. Kedua gas ini merupakan polutan berbau yang sangat berpengaruh terhadap ternak dan manusia, bahkan dapat menyebabkan kematian.

Gas H₂S

Gas H₂S merupakan gas toksik yang berbau busuk, dan merupakan masalah yang cukup nyata pada industri peternakan. Kehadiran mikrob akan menguraikan protein dalam manur menjadi asam-asam amino. Asam-asam amino yang mengandung sulfur, sistein dan metionin, akan dipecah lagi menjadi komponen yang lebih sederhana dan melepaskan gas H₂S. Mikrob yang dapat menghasilkan gas H₂S biasanya berasal dari genus *Desulfovibrio*. Proses pemecahan bahan organik yang mengandung sulfur ini disebut pembusukan (*putrefaction*).

Pada kondisi anaerob atau sedikit oksigen, sistin direduksi menjadi 2 molekul sistein yang kemudian diubah menjadi gas H₂S, NH₃, asam asetat, dan asam format. Pada kondisi aerob, sistein terdeaminasi dan melepaskan gas NH₃, lalu gas H₂S dihasilkan melalui proses desimilasi. Keberadaan oksigen menyebabkan gas H₂S cepat teroksidasi menjadi sulfat (Darwis & Said 1988). Reaksinya ialah sebagai berikut:



Gas H₂S juga akan dioksidasi oleh bakteri sulfur seperti *Thiobacillus* menjadi bentuk sulfat. Sebaliknya dalam keadaan O₂ tinggal sedikit, bakteri pereduksi sulfat seperti *Spirillum* akan mereduksi senyawa sulfat menjadi H₂S dengan reaksi



Tabel 1 memperlihatkan efek yang ditimbulkan oleh beberapa konsentrasi H₂S. Konsentrasi maksimum yang masih diizinkan di atmosfer adalah 10 ppm, sedangkan konsentrasi maksimum yang diperbolehkan terhirup manusia adalah 0.03 ppm.

Tabel 1 Efek keterpaparan gas H₂S terhadap manusia (Pauzenga 1991)

Konsentrasi	Gejala yang diperlihatkan
10 ppm	Iritasi mata
20 ppm	Iritasi mata, hidung, dan tenggorokan
50–100 ppm	Mual, muntah, dan diare
200 ppm/jam	Pusing, depresi, dan rentan pneumonia
500 ppm/menit	Mual, muntah, dan pingsan
600 ppm	Dapat menimbulkan kematian

Pupuk Kandang

Pupuk kandang sudah lama dikenal dan digunakan dalam bidang pertanian. Pupuk kandang digolongkan menjadi dua jenis berdasarkan bentuknya, yaitu padat dan cair. Pupuk kandang dapat mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan sifat kimia, fisika, dan biologi tanah. Selain itu, pupuk kandang juga melestarikan sumber daya tanah dengan cara mempertahankan kelembapan tanah, mengurangi erosi, dan mengurangi penyerapan pupuk oleh logam-logam tertentu dalam tanah. Kandungan hara dalam berbagai pupuk kandang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Kadar rerata unsur hara dalam pupuk kandang (Tisdale *et al.* 1965)

Jenis Hewan	H ₂ O (%)	Nitrogen (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
Kuda	78	0.70	0.25	0.55
Sapi	86	0.60	0.15	0.45
Domba	68	0.95	0.35	1.00
Babi	87	0.50	0.35	0.40
Ayam	55	1.00	0.80	0.40

Unsur Hara

Unsur hara makro dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah banyak, antara lain C, H, O, N, P, K, Ca, S, Mg, dan Fe, sedangkan unsur hara mikro (Mn, Cu, Zn, Mo, B, dan Cl) hanya dibutuhkan dalam jumlah sedikit (Soepardi 1983). Dari keenam belas unsur hara esensial tersebut, unsur C, H, dan O diambil dari udara dan air dalam jumlah besar karena unsur-unsur tersebut merupakan penyusun utama bahan organik tanaman (sekitar 94–95%). Sementara itu, unsur N, P, dan K relatif tidak tersedia di dalam tanah.

Unsur nitrogen

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman dan menjadi salah satu unsur penyusun protein, asam nukleat, serta berbagai senyawa nitrogen nonprotein (Russel 1961). Beberapa peranan nitrogen dalam pertumbuhan tanaman ialah merangsang pertumbuhan vegetatif

pada daun, batang, dan akar, serta mempercepat pengubahan karbohidrat menjadi protein dan protoplasma.

Kelebihan nitrogen akan menyebabkan menipisnya dinding sel sehingga tanaman mudah diserang oleh hama tanaman dan penyakit. Sebaliknya, kekurangan nitrogen ditandai dengan warna daun yang hijau kekuningan dan akhirnya akan mengering (Setyamidjaja 1986).

Unsur fosforus

Menurut Tisdale *et al.* (1965), fosforus merupakan hara makro bagi setiap tanaman yang berperan penting dalam proses fotosintesis, pengubahan karbohidrat dan senyawa yang berhubungan dengan glikolisis, metabolisme lemak, oksidasi biologis, serta proses transfer energi. Pemberian fosforus juga penting untuk perkembangan akar yang masih muda, menguatkan batang, dan mempercepat pematangan biji. Fosforus banyak dijumpai dalam biji, tetapi umumnya terdapat pada bagian tubuh tanaman yang masih muda.

Kekurangan fosforus dapat menghambat penyerapan unsur lain, menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman, memperlambat kematangan buah, serta menghambat perkembangan daun dan perakaran, sehingga sintesis protein terganggu. Apabila tidak terjadi sintesis protein, gula akan terakumulasi di daun dan merangsang pembentukan antosianin sehingga daun berwarna keunguan.

Unsur kalium

Kandungan kalium yang relatif tinggi diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Kalium mengaktifkan beberapa enzim dan memegang peranan penting pada kesetimbangan air di dalam tanah. Unsur ini penting untuk membantu pembentukan karbohidrat dan protein, mengeraskan bagian kayu dari tanaman, meningkatkan kekebalan terhadap penyakit, dan meningkatkan mutu buah. Hasil-hasil pertanian biasanya akan berkurang sangat drastis pada tanah yang mengalami defisiensi kalium (Soepardi 1983).

Kapur

Kapur yang ada di pasaran diperoleh dari batuan kapur yang telah mengalami proses kalsinasi (pembakaran). Reaksinya adalah sebagai berikut:



Kapur yang dihasilkan dari proses kalsinasi batuan kapur memiliki 2 bentuk senyawa kalsium, yaitu CaO dan Ca(OH)₂.

Kapur merupakan suatu disinfektan, yaitu bahan yang mampu menghancurkan penyebab penyakit. Secara klasik, disinfeksi ialah suatu proses yang dilakukan untuk menghancurkan atau menghentikan kegiatan mikrob penyebab penyakit, khususnya bakteri yang berasal dari saluran pencernaan. Disinfeksi dilakukan dengan 2 cara, yaitu secara fisik (pemberian panas atau radiasi) dan kimiawi (pemberian bahan-bahan kimia). Disinfeksi kimiawi memberikan hasil yang lebih baik daripada secara fisik. Mikrob memiliki batas toleransi pH tertentu untuk dapat hidup, misalnya bakteri patogen tidak dapat tumbuh pada pH lebih dari 11 atau kurang dari 3. Sebagai disinfektan, kapur dapat mencegah mikrob patogen melalui 2 cara, yaitu mengabsorpsi secara fisik sehingga membentuk gumpalan atau memperbesar pH sehingga dapat menghancurkan mikrob patogen

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan ialah manur ayam petelur, kapur tohor, akuades, zink asetat, asam asetat glasial, asam sulfat pekat, larutan HNO_3 pekat, asam klorida, feri(III) klorida, *p*-aminodimetilanilina, iodium, raksa(II) klorida, natrium tiosulfat, asam sulfat 98%, indikator Conway (campuran indikator hijau bromkresol dan merah metil), dan katalis selenium.

Alat yang digunakan antara lain pH-meter, Spectronic-20, spektrofotometer serapan atom (AAS), neraca analitik, oven, radas distilasi Kjeltec, inkubator, aerator, serta alat-alat kaca dan non-kaca yang biasa digunakan di laboratorium.

Metode

Penelitian ini menggunakan kapur dengan 4 tingkat konsentrasi, yaitu 0 (kontrol), 1, 3, dan 5%. Pengukuran kadar gas H_2S , pH, dan kadar air dilakukan setiap 2 hari selama 14 hari. Pupuk kandang juga dianalisis unsur haranya (N, P, dan K) pada hari pertama dan ke-30.

Perlakuan manur

Manur ayam petelur dikumpulkan dalam bak plastik dan diaduk sampai homogen, kemudian dibagi menjadi 4 bagian. Bagian pertama tidak diberi kapur, bagian kedua 1%, bagian ketiga 3%, dan bagian keempat 5%. Masing-masing diaduk hingga homogen dan diambil 100 g untuk diinkubasi. Sisa manur dibagi lagi menjadi 3 bagian dan ditempatkan dalam bak plastik untuk penetapan pH dan kadar air. Setiap analisis dilakukan triplo.

Pengikatan gas H_2S

Manur diinkubasi selama 14 hari. Gas H_2S yang terbentuk dialirkan menggunakan aerator melalui selang plastik dan ditampung ke dalam Erlenmeyer yang berisi larutan pengikat, yaitu zink asetat 0.04 N sebanyak 400 ml. Larutan pengikat diganti 2 hari sekali dan diukur kadar gasnya.

Pengukuran kadar gas H_2S

Penentuan panjang gelombang serapan. Sebelum kadar gas H_2S diukur, daerah serapan maksimum pengukuran ditentukan dengan Spectronic-20. Sebanyak 10 ml larutan standar yang mengandung 2 ppm sulfida ditambahkan 0.5 ml pereaksi amin sulfat 2 N dan 0.1 ml feri(III) klorida 0.07 N, lalu diukur serapannya pada panjang gelombang 650–700 nm.

Pembuatan kurva kalibrasi. Setelah didapat panjang gelombang pengukuran, kurva kalibrasi dibuat dengan berbagai konsentrasi sulfida, yaitu 0, 0.5, 1, 2, 3, dan 4 ppm. Ke dalam setiap larutan standar ditambahkan 0.5 ml pereaksi amin sulfat 2 N dan 0.1 ml feri (III) klorida 0.07 N.

Analisis gas contoh. Pengukuran kadar gas H_2S yang tertampung dalam zink asetat 0.04 N dilakukan dengan memipet contoh sebanyak 2 ml, diencerkan hingga 10 ml, diberi pereaksi yang sama seperti pada penentuan kurva kalibrasi, dan diukur serapannya.

Pengukuran pH

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

Pengukuran kadar air

Cawan kosong dipanaskan dalam oven 105 °C selama 1 jam. Setelah itu, cawan dimasukkan ke dalam eksikator selama 30 menit dan ditimbang sebagai bobot cawan kosong. Sebanyak 5 g contoh dimasukkan ke dalam cawan, lalu dipanaskan ke dalam oven selama 3 jam. Setelah itu, cawan dimasukkan kembali ke dalam eksikator dan bobotnya ditimbang. Pengeringan dan penimbangan diulangi hingga bobot konstan.

$$\text{Kadar air} = \frac{a - b}{a} \times 100\% \quad a = \text{bobot basah manur ayam (g)}$$
$$b = \text{bobot kering manur ayam (g)}$$

Penentuan kadar nitrogen

Kadar nitrogen total ditetapkan dengan metode Kjeldahl. Sebanyak 0.5–1 g contoh ditimbang dalam labu destruksi, lalu ditambahkan 12 ml H₂SO₄ pekat dan satu butir tablet selenium. Campuran didestruksi selama 45 menit sampai diperoleh larutan berwarna hijau jernih. Selanjutnya, larutan tersebut ditempatkan pada radas distilasi Kjeltec, dan uapnya ditampung di dalam Erlenmeyer yang berisi asam borat 4% dan indikator Conway. Distilat dititrasi dengan HCl 0.02 N sampai warna biru berubah menjadi merah muda. Penetapan blangko juga dilakukan.

$$\%N = \frac{(A - B) \times 14.007 \times N}{\text{Bobot contoh (mg)}} \times 100\% \quad A = \text{volume HCl untuk titrasi contoh (ml)}$$
$$B = \text{volume HCl untuk titrasi blangko (ml)}$$
$$N = \text{normalitas HCl}$$

Penetapan kadar fosforus

Sebanyak 4.0 g contoh manur ditambahkan 25 ml pengekstrak Bray dan Kurts I, dan dikocok selama 5 menit. Penyaringan dilakukan bila larutan keruh, maksimum 5 menit. Ekstrak jernih dipipet sebanyak 2 ml ke dalam tabung reaksi. Contoh dan deret standar masing-masing ditambah 10 ml pereaksi pewarna P, dikocok, dan dibiarkan selama 30 menit. Absorbans ekstrak diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm.

$$\%P_2O_5 = \frac{C}{W} \times fp \times 100\% \quad C = \text{konsentrasi P}_2\text{O}_5 \text{ dari kurva standar}$$
$$fp = \text{faktor pengenceran}$$
$$W = \text{bobot contoh (g)}$$

Penentuan kadar kalium

Sebanyak 4.0 g manur ditambahkan 10 ml HClO₄ 60% dan 6 ml HNO₃ 65%, lalu dipanaskan hingga timbul asap putih selama 5 menit, kemudian diangkat dan didinginkan. Larutan dimasukkan ke dalam labu takar 500 ml, diencerkan dengan akuades, dan dihomogenkan. Larutan homogen disaring dengan kertas saring Whatman 40 dan ditampung di Erlenmeyer. Larutan hasil penyaringan dipipet sebanyak 25 ml, dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml, ditambah 5 ml larutan supresor kalium, diencerkan hingga tanda tera, dan dihomogenkan. Larutan blangko dikerjakan seperti pada contoh. Larutan standar kalium diukur absorbansnya dengan AAS. Setelah itu, larutan contoh dan blangko diukur absorbansnya pada kondisi yang sama, dan konsentrasi contoh dihitung dengan menggunakan persamaan kurva standar. Kadar kalium dihitung dengan persamaan berikut:

$$\%K_2O = \frac{C}{W} \times fp \times 100\%$$

C = konsentrasi K₂O pada kurva standar

fp = faktor pengenceran

W = bobot contoh (g)

Rancangan penelitian

Percobaan dilakukan dengan rancangan acak lengkap sebagai rancangan dasarnya. Rancangan ini digunakan dalam menganalisis pengaruh konsentrasi kapur terhadap gas H₂S yang dihasilkan oleh manur ayam, yang dipengaruhi oleh kadar air dan pH manur, selama 14 hari pengamatan. Kandungan N, P, dan K dalam manur juga diukur. Percobaan dilakukan sebanyak 3 ulangan. Hubungan regresi antara konsentrasi kapur dan gas H₂S dihasilkan menggunakan model

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

dengan

Y_{ijk} = nilai pengamatan (respons) yang diperoleh dari kombinasi perlakuan faktor A taraf ke-*i* dan faktor B taraf ke-*j*, pada ulangan ke-*k*,

μ = rerata,

α_i = pengaruh faktor A taraf ke-*i*,

β_j = pengaruh faktor B taraf ke-*j*,

$(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh interaksi antara faktor A taraf ke-*i* dan faktor B taraf ke-*j*, dan

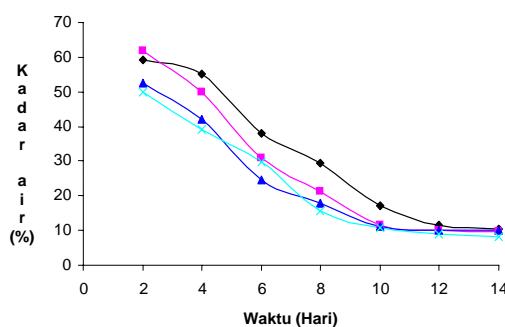
ε_{ijk} = pengaruh galat pada faktor A taraf ke-*i* dan faktor B taraf ke-*j*, pada ulangan ke-*k*.

Respons perlakuan dianalisis dengan analisis ragam untuk melihat perbedaan nilai tengah perlakuan dan dilanjutkan dengan uji Duncan untuk hasil uji yang berbeda nyata (Mattijk & Sumertajaya 2003).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Kadar air memperlihatkan penurunan yang nyata, baik karena pemberian kapur maupun yang tidak diberi kapur (Gambar 1). Kadar air merupakan faktor paling penting bagi aktivitas bakteri, sebab air merupakan medium yang sangat penting bagi pertumbuhan bakteri, yang nantinya akan berpengaruh terhadap gas H₂S yang dihasilkan (Salle 1961).

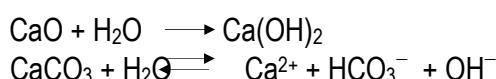


Gambar 1 Kadar air manur dengan jumlah kapur 0 (◆), 1 (■), 3 (▲), dan 5% (✖).

Kadar air manur kontrol pada hari ke-0 ialah 67.08%, sedangkan kadar air manur yang diberi kapur 1, 3, dan 5% berturut-turut ialah 65.27, 64.21, dan 62.24%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian kapur berpengaruh terhadap kadar air, dan persen penurunannya semakin besar dengan semakin banyak kapur yang ditambahkan. Hal ini juga didukung oleh data kadar air hari ke-14 untuk pemberian kapur sebanyak 0 (kontrol), 1, 3, dan 5%, yaitu berturut-turut sebesar 10.42, 9.80, 9.77, dan 8.33% yang menunjukkan persen total penurunan kadar air 84.46, 84.78, 84.98, dan 86.61%.

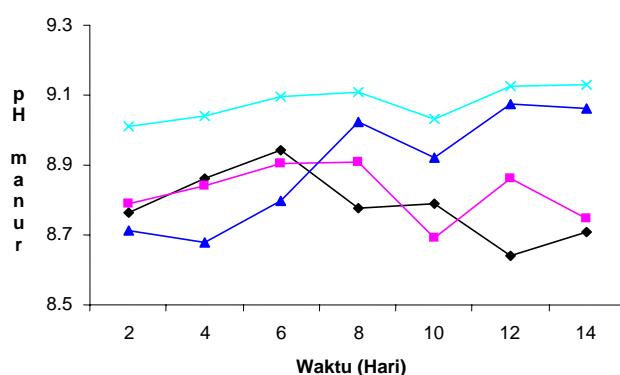
Analisis ragam pada taraf uji 5% menunjukkan bahwa lamanya waktu inkubasi dan konsentrasi kapur berpengaruh nyata terhadap perubahan kadar air ($P < 0.05$). Sementara hasil uji Duncan memperlihatkan bahwa pemberian kapur dengan konsentrasi 0 (kontrol), 1, 3, dan 5% berpengaruh terhadap penurunan kadar air pada hari ke-4 dan 8, sedangkan pada hari ke-10, 12, dan 14 tidak berpengaruh.

Adanya penurunan rerata kadar air akibat pemberian kapur disebabkan oleh sifat kapur yang dapat menyerap dan bereaksi dengan air. Semakin besar konsentrasi kapur maka daya serapnya terhadap air juga semakin tinggi. Reaksi kapur dengan air ialah sebagai berikut:



pH Manur Ayam

Hasil pengukuran pH dapat dilihat pada Gambar 2. Nilai pH kontrol naik dari 7.55 (hari ke-0) menjadi 8.71 (hari ke-14). Hal yang sama juga terjadi pada manur yang diberi kapur. Nilai pH awal-pH akhir pada manur yang diberi kapur 1, 3, dan 5% berturut-turut ialah 7.73–8.75, 8.40–9.06, dan 8.94–9.13. Berdasarkan hasil analisis ragam, lamanya waktu inkubasi dan konsentrasi kapur berpengaruh terhadap perubahan pH. Hasil uji Duncan ialah pemberian kapur dengan konsentrasi 0 (kontrol), 1, 3, dan 5% berpengaruh terhadap kenaikan pH pada hari ke-10, tetapi tidak berbeda nyata pada hari ke-12 dan 14.



Gambar 2 Nilai pH manur dengan jumlah kapur 0 (◆), 1 (■), 3 (▲), dan 5% (✖).

Manur ayam petelur memiliki pH sedikit basa, yaitu sekitar 7.59. Hal ini disebabkan oleh kandungan kalsiumnya yang cukup besar dibandingkan dengan ayam ras lain. Manur ayam petelur akan terdekomposisi atau dibusukkan oleh aktivitas bakteri. Pada umumnya, pembusukan menurunkan pH, tetapi pada manur ayam petelur justru sebaliknya. Kenaikan pH tersebut disebabkan oleh adanya OH^- sebagai hasil reaksi antara kapur dan air dalam manur. Konsentrasi OH^- semakin besar jika jumlah kapur yang digunakan cukup banyak (Hakim 1986).

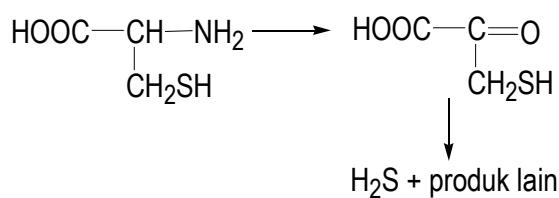
Aktivitas bakteri juga dapat menaikkan pH dengan cara menghasilkan NH_3 selama proses dekomposisi manur. Akan tetapi, jika amonia tersebut digunakan kembali oleh bakteri sebagai sumber

nitrogen, pH medium akan cenderung menurun. Dalam proses ini mikrob menggabungkan NH_4^+ ke dalam selnya sebagai $\text{R}-\text{NH}_3^+$, sedangkan H^+ akan terakumulasi dalam medium.

Selain dalam bentuk NH_3 , nitrogen di dalam manur juga terdapat dalam bentuk NO_3^- dan NO_2^- . Ion hidrogen di dalam manur akan mereduksi NO_3^- dan NO_2^- ini menjadi NH_3 . Nilai pH akan meningkat jika mikrob mengambil sumber nitrogen dari proses ini. Namun, bila sumber nitrogen yang digunakan ialah bahan-bahan organik (protein), akan terjadi deaminasi sehingga pH meningkat.

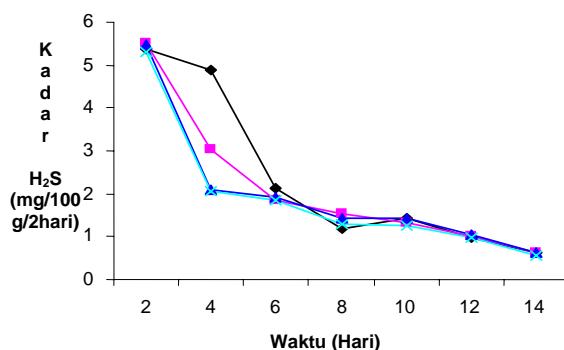
Kadar Gas H_2S yang Dilepaskan

Banyak mikrob yang mampu memecah bahan organik bersulfur, misalnya *Desulfovibrio*, dan membebaskan gas H_2S (Clifton 1958). Pada kondisi aerob, asam amino metionin dan sistein sulfur akan mengalami desimilasi dan desulfurisasi. Contoh reaksi desimilasi:



Pemberian kapur dan lamanya pengamatan berpengaruh terhadap penurunan gas H_2S yang dilepaskan. Efektivitas pemberian kapur terhadap pelepasan gas H_2S terlihat pada hari ke-4. Semakin banyak kapur yang diberikan, gas H_2S yang dilepaskan semakin berkurang. Hal ini dikarenakan kapur dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan mikrob dengan cara menyerap air dan membunuh mikrobnya.

Selain itu, penambahan kapur menyebabkan pH meningkat, sehingga sulfida berada dalam bentuk HS^- dan S^{2-} . Akibatnya sulfida yang terbentuk tidak akan dilepaskan sebagai H_2S . Gambar 3 memperlihatkan pengaruh kapur terhadap pelepasan gas H_2S .



Gambar 3 Kadar gas H_2S yang dihasilkan manur ayam dengan jumlah kapur 0 (◆), 1 (■), 3 (▲), dan 5% (✖).

Kadar gas H_2S yang dilepaskan cenderung menurun seiring dengan lamanya waktu pengamatan. Hal tersebut dikarenakan semakin berkurangnya nutrien bagi pertumbuhan bakteri sehingga aktivitas bakteri dan karena itu, produksi gas H_2S menurun. Jumlah manur yang digunakan selama pengamatan tetap.

Unsur Hara Manur Ayam

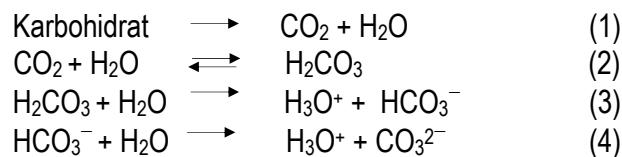
Pengamatan terhadap N, P, dan K, baik langsung dianalisis maupun yang disimpan terlebih dahulu selama satu bulan, menunjukkan peningkatan yang tidak berbeda nyata ($P > 0.05$). Tabel 3 memperlihatkan bahwa kadar nitrogen tidak terpengaruh oleh jumlah kapur yang ditambahkan.

Tabel 3 Hasil uji Duncan terhadap kadar nitrogen manur ayam pada berbagai konsentrasi kapur

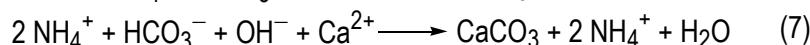
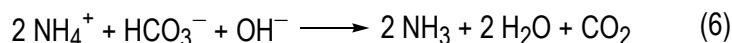
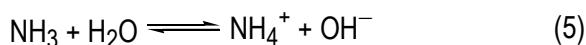
Konsentrasi kapur (%)	Kadar nitrogen (%) [*]	
	Pengukuran langsung	Setelah disimpan 1 bulan
0	2.5500 ^a	1.7400 ^a
1	2.5800 ^a	1.7550 ^a
3	2.6150 ^a	1.7600 ^a
5	2.6850 ^a	1.7700 ^a

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

Menurut Kirchman & Witter (1989), karbohidrat di dalam manur akan dirombak oleh mikrob dan menghasilkan H_2O dan CO_2 (Reaksi 1) yang kemudian bereaksi membentuk H_2CO_3 (Reaksi 2). Dalam air, senyawa tersebut dapat berkesetimbangan dengan bentuk ionnya (Reaksi 3 dan 4).



Protein akan mengalami deaminasi, dan $-\text{NH}_2$ yang dilepaskan akan mengambil H^+ dari lingkungannya membentuk NH_3 . Manur yang basah menyebabkan NH_3 terperangkap dalam bentuk ion amonium (Reaksi 5). Ion amonium akan melepaskan proton jika terdapat HCO_3^- dan akhirnya membebaskan gas NH_3 ke udara (Reaksi 6). Pemberian kapur menyebabkan Ca^{2+} dari kapur bereaksi dengan HCO_3^- membentuk CaCO_3 . Akibatnya, bentuk ion amonium dipertahankan dan hilangnya N dalam bentuk NH_3 (volatilisasi) dapat dikurangi (Reaksi 7).



Tabel 4 menunjukkan bahwa pada pengukuran langsung kadar fosfor manur ayam dengan penambahan 5% kapur berbeda dengan pemberian 0, 1, dan 3% kapur. Sementara dalam manur ayam yang disimpan selama 1 bulan, kadar fosfor pada penambahan 3% sama dengan 5%.

Tabel 4 Hasil uji Duncan terhadap kadar fosfor manur ayam pada berbagai konsentrasi kapur

Konsentrasi kapur (%)	Kadar fosfor (%) [*]	
	Pengukuran langsung	Setelah 1 bulan
0	0.4218 ^a	0.4049 ^a
1	0.4471 ^a	0.4284 ^a
3	0.4898 ^a	0.4767 ^{ab}
5	0.5975 ^b	0.5696 ^b

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

Berdasarkan hasil uji Duncan, untuk kadar kalium yang diukur langsung, penambahan 1% kapur tidak berpengaruh terhadap kadar kalium, dibandingkan dengan kontrol (Tabel 5). Sementara peningkatan penambahan kapur dari 3% menjadi 5% meningkatkan kadar kalium secara signifikan. Akan tetapi, kadar kalium dengan penambahan 3 dan 5% menjadi tidak berbeda nyata setelah manur disimpan 1 bulan.

Tabel 5 Hasil uji Duncan terhadap kadar kalium manur ayam pada berbagai konsentrasi kapur

Konsentrasi kapur (%)	Kadar kalium (%) [*]	
	Pengukuran langsung	Setelah 1 bulan
0	0.1089 ^a	0.1059 ^a
1	0.1275 ^a	0.1233 ^a
3	0.1805 ^b	0.1772 ^b
5	0.2193 ^c	0.2045 ^b

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

Berdasarkan data-data di atas, kadar hara manur menurun setelah disimpan 1 bulan. Hal tersebut dikarenakan kapur dapat bereaksi dengan N, P, dan K dalam manur. Fosforus dan kalium bereaksi dengan ion Ca^{2+} membentuk Ca-P dan Mg-P yang stabil dalam suasana basa. Kapur dan manur akan membentuk gumpalan dan mengakibatkan air dalam manur berkurang sehingga aktivitas bakteri pengurai dapat terhenti. Bila sumber nutrien ini berkurang, mikrob akan berkompetisi dalam mempertahankan hidupnya dan aktivitasnya pun akan semakin berkurang.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pemberian kapur pada manur berpengaruh terhadap penurunan kadar air, kenaikan pH, serta penurunan pelepasan gas H_2S . Hasil analisis ragam dan uji Duncan secara keseluruhan menunjukkan bahwa kapur dengan konsentrasi 1, 3, dan 5% berpengaruh secara nyata ($P < 0.05$) terhadap penurunan kadar air pada pengamatan hari ke-4 dan ke-8, untuk perubahan pH pada pengamatan hari ke-10, serta untuk penurunan kadar gas H_2S efektif bekerja pada pengamatan hari ke-4. Penyimpanan manur selama 1 bulan cenderung menurunkan kadar N, P, dan K-nya.

Saran

Diperlukan penelitian lanjutan mengenai konsentrasi kapur optimum untuk mengurangi kadar gas H_2S yang dilepaskan oleh manur ayam.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariens EJE, Simonis AMM. 1986. *Toksikologi Umum: Suatu Pengantar*. Yogyakarta: Gajah Mada Univ Pr.
 Clifton CE. 1958. *Introduction to The Bacteria*. Ed ke- 2. New York: McGraw-Hill.
 Darwis AA, Said EG. 1988. *Teknologi Fermentasi*. Rajawali Pr dan PAU Bioteknologi.
 Fardiaz S, Hastowo S. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi, IPB.
 Fontenot JP, Smith LW, Sutton AL. 1983. Alternative utilization of animal wastes. *J Anim Sci* 57:221-233.

- Foot AS et al. 1976. *Studies on Farm Livestock Waste*. Ed ke-1. London: Agricultural Research Council.
- Grock TD, Madigan MT. 1991. *Biology of Microorganisms*. Ed ke6. New Jersey: Prentice Hall .
- Hakim N. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Lampung: Univ Lampung.
- Kirchman H, Witter E. 1989. Ammonia volatilization during aerobic and anaerobic manur decomposition. Department of Soil Science, Division of Plant Nutrition, Swedish University of Agricultural Science. *Plant and Soil*. hlm. 1534-1535
- Kumar S, Biswar TD. 1982. Biomass production from different animal excreta. *J Indian Agr Sci* 51:513-520.
- Kusnoputranto H, Jaya IM. 1984. *Khasiat Pembubuhan Kapur Tohor dalam Hal Daya Membunuh Mikroorganisme (E. Coli) dan Peningkatan Alkalinitas pada Lumpur Tinja dari Septic Tank Jamban Jamak di DKI Jakarta*. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.
- Malone GW, 1992. Nutrient enrichment in integrated broiler production system. *J Poultry Sci* 71:1117-1122.
- Mattjik AA, Sumertajaya IM. 2003. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor: IPB Pr.
- Pelczar MJ Jr, Chan ECS. 1986. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Volume ke-2. Hadioetomo RS, Imas T, Tjitrosomo SS, Angka SL, penerjemah. Jakarta: UI Pr. Terjemahan dari: *Elements of Microbiology*.
- Pauzenga. 1991. Animal production in the 90's in harmony with nature: A case study in the Netherland. Di dalam: Lyons TP, editor. *Biotechnology in The Feed Industry. Proceeding of The Alltech's 7th Annual Symposium*. Nicholasville, Kentucky.
- Russel EW. 1961. *Soil Condition and Plant Growth*. Ed ke-7. London: Longmans Green.
- Salle AJ. 1961. *Fundamental Principles of Bacteriology*. Ed ke-5. New York: McGraw-Hill.
- Sutedjo MM, Kartasapoetra, Sastroatmodjo RDS. 1986. *Mikrobiologi Tanah*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Santoso U. 1987. *Limbah Bahan Ransum Unggas yang Rasional*. Jakarta: Bhrata Karya Aksara.
- Setiawan H. 1996. Amonia, sumber pencemar yang meresahkan. Dalam *Infovet (Informasi Dunia Kesehatan Hewan)*. Edisi 037 Agu 1996. Asosiasi Obat Hewan Indonesia.
- Setyamidjaja D. 1986. *Pupuk dan Pemupukan*. Jakarta: CV Simplex.
- Soepardi G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor: Insitut Pertanian Bogor.
- Sumardi. 2002. Teori dasar AAS dan peralatan. Di dalam: *Kursus Tehnik Analisis Spektroskopi Aplikasi dan Kalibrasi*. Bandung: Pusat Penelitian Kimia.
- Tabbu CR, Hariono B. 1993. Pencemaran lingkungan oleh limbah peternakan dan cara mengatasinya. *J Ayam Sehat* 18:7-9.
- Tisdale SL, Nelson WL, Beaton JD. 1965. *Soil Fertility and Fertilizers*. New York: McMillan.
- Usri T. 1988. Zeolisitas kotoran ternak dan gas bio. *J Peternakan Indones* 46:40-41.
- Wellinger A. 1984. An aerobic digestion. A review comparation with two types of aeration system for manure treatment and energy production on the small farm. *J Agr Waste* 10:117-123.