

Kejadian Hujan Asam di Kabupaten Bogor dan Retensi Timbal pada Domba Lokal yang Diberi Ransum Berkadar Timbal Tinggi

The Occurrence of Acid Rain in Bogor Regency and Lead Retention in Sheep Fed High Lead Ration

D. Diapari^{a*}, H. M. H. Bintoro^b, J. Jachja^a, K. A. Notodiputro^c & M. S. Saeni^d

^a Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

^b Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

^c Departemen Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti Wing 22 Level 4, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

^d Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis Wing 2 Level 4 Bogor 16144

(Diterima 19-08-2008; disetujui 10-11-2008)

ABSTRACT

The objectives of this research were: 1) to find out whether acid rain has taken place in Bogor Regency area and its effect on the lead (Pb) content in soil and roughage in the region, 2) to predict the correlation of Pb content in rain water and soil, and the content of Pb in roughage in the Bogor regency area, 3) to study the impact of acid and Pb content in the ration to sheep daily gain and measure Pb content in liver, kidney and meat. The results showed that in Bogor regency area the acid rain occurred during the dry season but not in the wet season. The Pb content in the rainwater and soil were not affected by acid rain. There was no correlation of Pb content between soil and roughage. Acid containing ration decreased daily gain, but not for the ration of high Pb-content. Acid containing ration increased Pb content in the kidney but not in the liver and meat. However, high Pb content in the ration increased the Pb content in the liver and kidney but not in the meat.

Key words: acid rain, Pb, Bogor, local sheep

PENDAHULUAN

Permintaan daging sapi di Indonesia semakin meningkat dari 1.031.700 ton pada tahun 1990 menjadi 1.624.000 ton pada

tahun 2001 (Direktorat Jenderal Peternakan, 2002), atau peningkatan sebesar 592.300 ton (59,41%). Besarnya kebutuhan daging sapi tersebut belum mampu diimbangi oleh kemampuan rata-rata produksi sapi nasional, sehingga masih diperlukan impor sebesar 43.500 ton (Direktorat Jenderal Peternakan, 2000). Alternatif lain yang dapat diupayakan untuk memenuhi kebutuhan daging ternak tersebut adalah peningkatan produksi daging

* Korespondensi:

Jl. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
Telp. (0251) 8331012

ternak ruminansia lain terutama domba, karena domba bersifat *prolific* dan dapat beranak tiga kali dalam dua tahun.

Selain faktor perkawinan antar bangsa atau perbaikan gen melalui mutasi gen dalam upaya pengembangan ternak domba, pakan, manajemen dan lingkungan sangat menentukan keberhasilan pengembangannya. Hal yang paling sulit diantisipasi di antara sekian banyak faktor adalah faktor lingkungan, seperti adanya hujan asam dan pencemaran logam berat, khususnya timbal (Pb). Hujan asam menyebabkan kondisi asam dalam tanah. Menurut Darmono (1995), tanah yang bersifat asam akan menaikkan daya larut logam berat Pb, Cd, Hg dan As. Unsur yang larut tersebut terserap ke dalam jaringan akar tanaman dan selanjutnya masuk ke dalam siklus rantai makanan (Nurjaya *et al.*, 2006).

Hujan asam dan pencemaran logam berat disebabkan oleh berkembangnya industri dan kendaraan bermotor. Kantor Statistik Kabupaten Bogor (1989) melaporkan bahwa pada tahun 1988 jumlah mobil angkutan penumpang umum di Kabupaten Bogor sebanyak 91 buah dan perusahaan industri di Bogor pada tahun yang sama adalah 425 buah. Tahun 2006 jumlah mobil angkutan penumpang meningkat menjadi 1.762 buah dan jumlah industri menjadi 31.349 buah, yang terdiri atas 3.565 buah industri pertambangan dan penggalian serta 27.784 buah industri pengolahan (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor, 2007).

Pencemaran logam berat membahayakan kehidupan manusia, ternak dan ikan. Aminah (2006) melakukan penelitian pada karyawan Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pemberantasan Penyakit Menular (BBTKL & PPM) di Surabaya, hasilnya menunjukkan bahwa karyawan yang mengambil sampel di lapangan mempunyai kadar Pb dalam darah lebih tinggi daripada karyawan yang tidak melakukan sampling di lapangan. Begitu pula Ardyanto (2005) telah mendeteksi adanya pencemaran Pb dalam darah masyarakat yang tiap harinya menghirup Pb dan menemukan indikasi terjadinya keracunan Pb. Unsur terse-

but membentuk senyawa organik pada sistem hematopoetik, sehingga terjadi hambatan reaksi enzimatis dalam sintesis heme yang menyebabkan terjadinya anemia.

Marçal *et al.* (2005) menyatakan bahwa di wilayah São Paulo State, Brazil, ditemukan campuran mineral logam berat yang menyebabkan keracunan pada ternak sapi. Akinola & Adedeji (2007) melaporkan bahwa baik tanah maupun rumput *Panicum maximum* sepanjang jalur ekpress Lagos-Ibadan, Nigeria telah tercemar logam berat yang berbahaya bagi ternak. Penambahan konsentrasi Pb dalam air pada ikan bandeng muda (*Chanos chanos* Forskall) mendapatkan bahwa penambahan Pb sebanyak 0,15 ppm menyebabkan degenerasi lemak hati Alifia & Djawad (2000), kerusakan insang dan mengurangi konsumsi oksigen Ghalib *et al.* (2002).

Hujan asam dan pencemaran Pb diduga telah terjadi di Kabupaten Bogor. Oleh karena itu dampaknya terhadap produksi ternak domba perlu diteliti.

MATERI DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Bogor dengan dua tahapan penelitian, yaitu: 1) pengamatan pH air hujan, analisis kandungan Pb air hujan, tanah dan hijauan makanan ternak, 2) percobaan *in vivo*. Penelitian tahap pertama dipilih empat kecamatan bertopografi rendah, yaitu: Kecamatan Dramaga, Citeureup, Bojong Gede dan Ciomas dan empat kecamatan bertopografi tinggi, yaitu: Kecamatan Jasinga, Ciawi, Cisarua dan Mega Mendung. Waktu penentuan pH air hujan berdasarkan pada data yang diambil dari Badan Meteorologi dan Geofisika (2005) Stasiun Klimatologi Dramaga Bogor. Musim kemarau diwakili oleh bulan Juni, Juli dan Agustus, sedangkan musim hujan diwakili oleh selain bulan-bulan tersebut. Pengamatan pH air hujan pada saat musim kemarau dilakukan pada bulan Juni, Juli dan Agustus tahun 2006 dan 2007, sedang-

kan pengamatan pH air hujan pada musim hujan dilakukan mulai bulan Maret–Mei dan September–Desember 2006.

Percobaan *in vivo* dilakukan pada bulan Juni–September 2007 di Laboratorium Lapangan, Bagian Nutrisi Ternak Daging dan Kerja, Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Analisis kandungan Pb contoh air hujan, tanah dan hijauan makanan ternak (selama dan setelah pengamatan pH, serta dilanjutkan bulan Januari–April 2007), analisis Pb hati, ginjal dan daging domba (Oktober 2007) dilakukan di Laboratorium Terpadu Nutrisi Ternak Terapan, Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.

Pengukuran pH Air Hujan

Contoh air hujan diambil tiga kali saat hujan dan masing-masing diukur pH-nya sebanyak dua kali. Pengambilan air hujan dilakukan dengan menadah langsung segera setelah hujan dan menghentikannya 15 menit kemudian. Tadah hujan ditempatkan tidak mendekati permukaan tanah untuk menghindari terjadinya kontaminasi dengan tanah. Analisis pH menggunakan pH-meter *portable*.

Analisis Pb

Analisis Pb dilakukan pada contoh air hujan, tanah dan rumput lapang yang biasa dikonsumsi oleh ternak rakyat menggunakan AAS (Atomic Absorption Spechtrophotometer). Contoh air hujan diupkan terlebih dahulu agar hasil konsentrasi Pb-nya meningkat. Contoh tanah permukaan dan rumput lapang diambil dari padang penggembalaan di tiga desa yang berbeda dalam satu kecamatan.

Percobaan *in Vivo*

Sebanyak 12 ekor domba lokal jantan dikelompokkan menjadi kelompok besar, sedang dan kecil. Kelompok besar, sedang dan kecil berturut-turut berbobot 16,1-16,5 kg; 15,2–15,7 kg dan 13,9–14,9 kg. Ransum

diberikan sebanyak 4% dari berat tubuh domba dan sesuai dengan kebutuhan nutrisi menurut National Research Council (1991). Ransum mempunyai komposisi protein 14,4%; SK 37,47%, lemak 3,10%, BETN 34,72%; Ca 0,58% dan P 0,45%. Komposisi bahan pakan ransum percobaan ditunjukkan dalam Tabel 1. Ransum perlakuan dalam kajian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Ransum basal dengan pH normal dan Pb normal.
- 2) Ransum basal + asam dengan pH 4,1 dan Pb normal.
- 3) Ransum basal dengan pH normal + Pb 200 ppm.
- 4) Ransum basal + asam dengan pH 4,1 + Pb 200 ppm.

Konsentrat asam diperoleh dengan mencampurkan konsentrat dengan air yang mempunyai pH 4,1 (sesuai dengan hasil pengamatan pH air hujan terendah). Air asam yang dicampurkan sebanyak 2% ransum berasal dari akuadestilata yang ditambahkan H_2SO_4 pekat hingga mencapai pH 4,1 tanpa mengukur kembali pH ransum. Unsur Pb yang diberikan berupa Pb-Asetat sebanyak 200 ppm dari bahan kering ransum. Percobaan ini menggunakan rancangan faktorial $2 \times 2 \times 3$ dan analisis kovarian digunakan untuk membandingkan nilai rata-rata antar perlakuan (Steel & Torrie, 1995).

Tabel 1. Komposisi bahan pakan dalam ransum perlakuan

| Bahan pakan | Persen |
|----------------------|--------|
| Rumput lapang | 60,00 |
| Dedak halus | 8,00 |
| Pollard | 1,00 |
| Onggok | 8,05 |
| Bungkil kelapa | 2,55 |
| Bungkil kelapa sawit | 7,00 |
| Bungkil kedele | 13,00 |
| $CaCO_3$ | 0,10 |
| Urea | 0,30 |
| Jumlah | 100,00 |

Domba dipelihara selama 10 hari untuk masa adaptasi ransum perlakuan, kemudian dilakukan pencatatan data selama 9 minggu untuk mengamati konsumsi bahan kering dan pertambahan bobot badannya. Domba dipotong di akhir penelitian untuk diambil hati, ginjal dan dagingnya. Seluruh hati, sepasang ginjal dan daging bagian dada sebanyak 200 g diambil sebagai sampel untuk analisis Pb menggunakan metode yang digunakan Reitz *et al.* (1960).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai pH Air Hujan

Nilai pH air hujan pada musim hujan di semua kecamatan yang diamati mempunyai pH di atas 5,6; kecuali Kecamatan Ciomas yang memiliki pH 5,38. Rendahnya pH air hujan di Kecamatan Ciomas karena jarak hari pengamatan relatif lebih panjang dibandingkan dengan tujuh kecamatan lainnya. Jarak pengamatan pertama dengan kedua dan antara kedua dengan ketiga melebihi 10 hari. Contoh pengamatan air hujan pada musim hujan tahun berikutnya pada kecamatan yang sama mempunyai pH 6,21 dengan jarak pengamatan 5 dan 8 hari. Data pH air hujan terdapat pada Tabel 2.

Data pH air hujan pada musim kemarau menunjukkan bahwa hampir semua kecamatan

mempunyai pH air hujan di bawah 5,6; kecuali Kecamatan Mega Mendung, yaitu sebesar 6. Tingginya pH air hujan di Kecamatan Mega Mendung karena jarak hari pengamatan lebih pendek dibandingkan dengan kecamatan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun terjadi pada musim hujan, apabila jarak hari hujan relatif lebih lama, akan mendapatkan pH air hujan lebih rendah. Semakin lama tidak hujan semakin banyak bahan dasar hujan asam terakumulasi di udara. Begitu pula sebaliknya, walaupun terjadi pada musim kemarau apabila jarak hujan yang teramati relatif lebih pendek akan menunjukkan pH air hujan relatif tinggi atau mendekati ke netral. Hal tersebut berarti bahwa pada musim hujan volume air hujan sangat tinggi, sehingga konsentrasi asam menjadi rendah atau mendekati pH netral, sebaliknya pada musim kemarau volume air sangat rendah sehingga konsentrasi asam menjadi tinggi dan menyebabkan pH rendah.

Bahan prekursor pembentuk asam baik pada musim hujan maupun pada musim kemarau diduga sama, karena jumlah industri sumber pencemar asam relatif sama dan yang membedakan adalah volume air hujannya saja. Peningkatan jumlah industri di Kabupaten Bogor yang pada tahun 1988 berjumlah 425 buah (Kantor Statistik Kabupaten Bogor, 1989), hingga menjadi 31.349 buah pada tahun 2006 (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor, 2007) mempercepat terjadinya hujan asam.

Tabel 2. Nilai pH air hujan musim hujan dan kemarau dari beberapa kecamatan di Kabupaten Bogor

| Kecamatan | Musim | | Rataan |
|--------------|-------------|-------------|-------------|
| | Hujan | Kemarau | |
| Dramaga | 6,02 ± 0,38 | 4,85 ± 0,20 | 5,44 ± 0,29 |
| Citeureup | 7,03 ± 0,59 | 5,37 ± 0,60 | 6,20 ± 0,60 |
| Bojong Gede | 5,77 ± 0,60 | 4,68 ± 0,33 | 5,23 ± 0,50 |
| Ciomas | 5,38 ± 0,65 | 4,17 ± 0,26 | 4,78 ± 0,46 |
| Jasinga | 5,95 ± 0,56 | 5,45 ± 0,22 | 5,70 ± 0,39 |
| Ciawi | 6,55 ± 0,42 | 4,95 ± 0,60 | 5,75 ± 0,51 |
| Cisarua | 5,63 ± 0,36 | 5,32 ± 0,75 | 5,48 ± 0,56 |
| Mega Mendung | 6,03 ± 0,20 | 6,00 ± 0,88 | 6,02 ± 0,51 |
| Rataan | 6,04 ± 0,47 | 5,09 ± 0,48 | 5,57 ± 0,48 |

Data rata-rata pH air hujan pada musim hujan sebesar 6,04 menunjukkan bahwa di Kabupaten Bogor belum terjadi hujan asam. Menurut Saeni (1995) bahwa hujan asam terjadi kalau air hujan mempunyai pH lebih rendah dari 5,6, sebaliknya pada musim kemarau pH air hujan menunjukkan angka 5,09. Hal ini berarti bahwa sudah terjadi hujan asam di wilayah Bogor dan hujan asam terjadi pada musim kemarau panjang.

Kandungan Pb Air Hujan

Rataan kandungan Pb air hujan pada musim hujan sebesar 0,07 ppm dan pada musim kemarau sebesar 0,03 ppm (Tabel 3). Kandungan Pb air hujan pada musim hujan relatif lebih tinggi daripada pada musim kemarau. Tingginya Pb pada musim hujan disebabkan karena Pb udara sempat bereaksi dengan air asam pada musim hujan, walaupun air asamnya relatif sedikit akan tetapi sempat mengikat Pb udara dan menyebabkan tingginya Pb musim hujan. Konsentrasi Pb udara lebih sedikit pada musim kemarau, karena sifat Pb yang ringan di udara. Menurut Saeni (1995), Pb dapat disebarkan angin mencapai 100–1000 km dari sumbernya dengan masa tinggal 4–40 hari di udara, sedangkan transportasi dan industri sebagai sumber penghasil Pb di Kabupaten Bogor relatif tetap jumlahnya.

Kandungan Pb air hujan di beberapa kecamatan di Kabupaten Bogor secara umum rendah atau kurang dari 0,2 ppm dan tidak dipengaruhi oleh perbedaan topografi. Secara umum Pb di udara tidak dipengaruhi oleh perbedaan letak kecamatan berdasarkan arah mata angin dan topografi, juga tidak dipengaruhi keasaman air hujan.

Kandungan Pb air hujan pada musim hujan di Kecamatan Dramaga dan Jasinga relatif lebih tinggi daripada kandungan Pb di kecamatan lainnya. Hal ini mungkin disebabkan karena kedua kecamatan ini terletak pada daerah kaki bukit yang mempunyai pepohonan yang lebih rindang dibandingkan dengan Kecamatan Ciomas, Ciawi, Cisarua dan Mega Mendung yang terletak di kaki gunung dan didominasi pemukiman penduduk, serta tanaman teh, demikian pula Kecamatan Citeureup dan Bojong Gede yang relatif jauh dari gunung dan bukit, sehingga sebaran Pb karena angin lebih terkonsentrasi pada kedua kecamatan tersebut.

Kandungan Pb Tanah Permukaan

Kandungan Pb contoh tanah permukaan dari beberapa kecamatan di Kabupaten Bogor terdapat pada Tabel 4. Kadar Pb tanah permukaan dari beberapa kecamatan di Kabupaten Bogor relatif sama, yaitu berkisar antara 105,07 ppm sampai 119,89 ppm, kecuali untuk

Tabel 3. Kandungan Pb air hujan musim hujan dan kemarau dari beberapa kecamatan di Kabupaten Bogor (ppm)

| Kecamatan | Musim | | Rataan |
|--------------|---------------|---------------|---------------|
| | Hujan | Kemarau | |
| Dramaga | 0,160 ± 0,020 | 0,040 ± 0,010 | 0,100 ± 0,010 |
| Citeureup | 0,040 ± 0,020 | 0,050 ± 0,020 | 0,050 ± 0,020 |
| Bojong Gede | 0,030 ± 0,010 | 0,010 ± 0,003 | 0,020 ± 0,020 |
| Ciomas | 0,030 ± 0,010 | 0,020 ± 0,010 | 0,030 ± 0,010 |
| Jasinga | 0,150 ± 0,070 | 0,030 ± 0,010 | 0,090 ± 0,040 |
| Ciawi | 0,040 ± 0,010 | 0,040 ± 0,020 | 0,040 ± 0,010 |
| Cisarua | 0,060 ± 0,030 | 0,040 ± 0,010 | 0,050 ± 0,020 |
| Mega Mendung | 0,020 ± 0,010 | 0,010 ± 0,003 | 0,020 ± 0,020 |
| Rataan | 0,070 ± 0,020 | 0,030 ± 0,010 | 0,050 ± 0,020 |

Tabel 4. Kandungan Pb tanah permukaan di beberapa kecamatan di Kabupaten Bogor (ppm)

| Kecamatan | Kandungan Pb |
|--------------|--------------|
| Dramaga | 179,64±10,57 |
| Citeureup | 107,96± 7,78 |
| Bojong Gede | 107,02± 5,37 |
| Ciomas | 158,87±16,07 |
| Jasinga | 111,07± 4,40 |
| Ciawi | 117,45± 7,96 |
| Cisarua | 105,87± 7,24 |
| Mega Mendung | 119,89± 9,10 |
| Rataan | 125,98± 8,56 |

Kecamatan Dramaga kandungan Pb sebanyak 179,64 ppm lebih tinggi dari kecamatan lainnya. Tingginya kandungan Pb tanah di Kecamatan Dramaga disebabkan tingginya Pb air hujan pada musim hujan (Tabel 3) yakni sebesar 0,16 ppm dengan lama hujan 9 bulan dalam setahun.

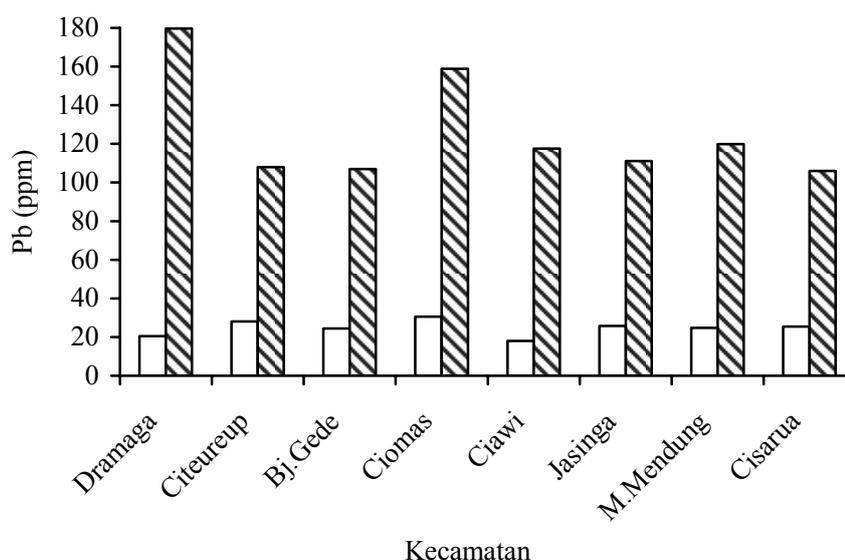
Korelasi kandungan Pb air hujan dengan kandungan Pb tanah permukaan menunjukkan bahwa kandungan Pb tanah tidak dipengaruhi kandungan Pb dari air hujan karena kandungan Pb air hujan yang rendah dan kurang dari 0,2

ppm. Kandungan Pb dari tanah permukaan jauh lebih tinggi daripada kandungan Pb air hujan karena semua mineral termasuk Pb berasal dari kerak bumi yang sangat tinggi kandungannya Darmono (1995). Namun demikian kandungan Pb dalam tanah permukaan lebih rendah daripada dalam kerak bumi, karena sebagian Pb terserap oleh tanaman.

Kandungan Pb tanah permukaan Kecamatan Dramaga lebih tinggi daripada kecamatan-kecamatan lainnya di Kabupaten Bogor, karena kandungan Pb air hujan pada musim hujan di Kecamatan Dramaga lebih tinggi daripada kandungan Pb air hujan kecamatan-kecamatan lainnya (Tabel 3). Selain itu penambahan Pb air hujan terjadi secara akumulatif selama 9 bulan dalam 1 tahun.

Kandungan Pb Hijauan Pakan

Kandungan Pb tanah permukaan jauh lebih tinggi daripada kandungan Pb hijauan makanan ternak (Gambar 1). Tingginya kandungan Pb tanah disebabkan karena tanah sendiri sudah mengandung Pb tinggi (Darmono, 1995). Namun demikian, Pb yang tinggi dalam tanah permukaan tak disertai dengan tingginya kandungan Pb hijauan pakan. Hal ini disebabkan Pb dalam tanah



Gambar 1. Kandungan Pb tanah (▨) dan hijauan pakan (□) di beberapa kecamatan di Kabupaten Bogor

terdapat dalam kondisi kompleks yang tidak larut, sehingga tidak mudah diserap oleh hijauan pakan. Apabila Pb tanah mudah larut, maka akan mudah pula diserap oleh tanaman (Saeni, 1995). Akinola & Adedeji (2007) melaporkan yang serupa bahwa kandungan Pb di tanah lebih besar daripada kandungan Pb pada rumput Benggala (*Panicum maximum*). Keasaman air hujan tidak menyebabkan Pb tanah mudah larut, akibatnya Pb dalam tanah tidak terserap lebih banyak oleh hijauan makanan ternak.

Percobaan *in Vivo*

Konsumsi ransum bahan kering dan pertambahan bobot badan domba selama pemeliharaan terdapat pada Tabel 5. Rataan konsumsi ransum untuk semua domba yang dipelihara sebesar 0,735 kg/ekor/hari dengan rata-rata pertambahan bobot badan sebesar 0,081 kg/ekor/hari. Konsumsi ransum bahan kering pada domba yang diberi pakan campuran asam dan campuran Pb tidak berbeda dengan domba yang diberi pakan tanpa asam dan atau tanpa Pb, termasuk juga tidak ada perbedaan pada perlakuan ransum yang diberi campuran asam dan ransum mengandung Pb. Tidak

Tabel 5. Konsumsi bahan kering dan pertambahan bobot badan domba selama pemeliharaan (kg/ekor/hari)

| Ransum perlakuan | Peubah | |
|------------------|-----------------------|--------------------------|
| | Konsumsi bahan kering | Pertambahan bobot badan |
| P1 | 0,737±0,038 | 0,104±0,019 ^a |
| P2 | 0,742±0,040 | 0,075±0,027 ^b |
| P3 | 0,738±0,046 | 0,093±0,020 ^a |
| P4 | 0,721±0,057 | 0,052±0,007 ^b |

Keterangan: superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$); P1=domba mendapat perlakuan pakan dengan pH & Pb normal; P2=domba mendapat perlakuan pakan dengan pH 4,1 & Pb normal; P3=domba mendapat perlakuan pakan dengan pH normal & Pb 200 ppm dan P4=domba mendapat perlakuan pakan dengan pH 4,1 & Pb 200 ppm.

ada perbedaan pengaruh perlakuan asam dan perlakuan Pb terhadap konsumsi ransum bahan kering. Hal ini berarti bahwa ransum yang diberi asam atau Pb tidak menyebabkan palatabilitasnya menjadi lebih rendah.

Pertambahan bobot badan domba yang diberi ransum campuran asam lebih rendah dari domba yang tak dicampurkan asam. Domba yang diberi ransum campuran Pb tidak berbeda pertambahan bobot badannya dengan domba yang tak diberi Pb dalam ransumnya. Begitu pula domba yang diberi ransum asam Pb dengan pH rendah tidak berbeda pertambahan bobot badannya dengan domba yang diberi ransum asam, bahkan domba penelitian tidak satupun yang mati.

Levine *et al.* (1976) melaporkan bahwa terdapat banyak ternak yang mati di daerah yang berdekatan dengan tumpukan kertas berlogam berat, yang dicirikan dengan tingginya kadar Pb dalam darah, susu dan bulu, karena sifat Pb yang akumulatif. Perbedaan ini terjadi karena Levine *et al.* (1976) meneliti ternak yang sudah mati atau yang dipelihara sepanjang hidupnya di daerah yang berdekatan dengan tumpukan kertas berlogam berat, sedangkan dalam penelitian ini hanya dilakukan selama kurang lebih tiga bulan.

Pertambahan bobot badan berbeda walaupun konsumsinya sama, khususnya pada domba yang mengkonsumsi asam, sedang domba yang mengkonsumsi ransum mengandung Pb tidak menunjukkan perbedaan bobot badan. Hal ini karena pada ransum berasam akan terjadi pengikatan logam termasuk kalsium (Ca) dan fosfor (P). Mineral tersebut dibutuhkan oleh ternak untuk pertumbuhan, sehingga bila Ca dan P terikat oleh asam maka pertumbuhannya akan berkurang. Hal berbeda bagi domba yang ransumnya mengandung Pb, tidak menyebabkan pengikatan mineral Ca dan P. Selama keasamannya normal, tidak akan terjadi perbedaan pertambahan bobot badan. Sesuai dengan pernyataan Saeni (1995) dan Darmono (1995) bahwa asam akan mengikat logam berat, seperti Pb, As, Cd dan Hg.

Tabel 6 memperlihatkan kandungan Pb di hati, ginjal dan daging domba yang diberi

Tabel 6. Kandungan Pb di hati, ginjal dan daging domba yang diberi perlakuan asam dan Pb (ppm)

| Ransum perlakuan | Asal sampel | | |
|------------------|------------------------|------------------------|-----------|
| | Hati | Ginjal | Daging |
| P1 | 2,31±0,14 ^a | 1,86±0,28 ^a | 1,36±0,13 |
| P2 | 2,66±1,30 ^a | 2,48±0,10 ^b | 1,36±0,19 |
| P3 | 3,94±0,11 ^b | 3,05±0,28 ^c | 1,27±0,18 |
| P4 | 4,63±1,38 ^b | 4,24±0,96 ^c | 1,30±1,15 |

Keterangan: superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$); P1=domba mendapat perlakuan pakan dengan pH & Pb normal; P2=domba mendapat perlakuan pakan dengan pH 4,1 & Pb normal; P3=domba mendapat perlakuan pakan dengan pH normal & Pb 200 ppm dan P4=domba mendapat perlakuan pakan dengan pH 4,1 & Pb 200 ppm.

perlakuan asam dan Pb. Perlakuan asam tidak mempengaruhi kandungan Pb, akan tetapi perlakuan pemberian Pb menyebabkan kandungan Pb di hati meningkat hingga lebih kurang dua kali lipatnya. Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua Pb yang dikonsumsi terakumulasi dalam jaringan hati, akan tetapi karena sifatnya akumulatif, maka bila terlalu lama membahayakan kondisi tubuh domba.

Interaksi faktor asam dan Pb tidak terjadi dan tidak mempengaruhi kandungan Pb di hati, yang berarti bahwa setelah mengalami proses metabolisme di hati pengaruh asam tidak menyebabkan pengikatan logam berat Pb dalam hati. Mengingat Pb-asetat yang dikonsumsi sebanyak 200 ppm setiap hari dan lama pemeliharaan sekitar tiga bulan, seharusnya kandungan Pb di hati akan lebih banyak karena sifatnya yang akumulatif, akan tetapi kandungan Pb di hati terbanyak hanya 4,63 ppm. Hal ini berarti bahwa Pb-asetat yang dikonsumsi tidak diserap oleh saluran pencernaan domba. Hal yang berbeda dengan penelitian Tahiri *et al.* (2000) bahwa penggunaan Pb-asetat menghasilkan absorpsi yang tinggi serta keseimbangan Pb yang lebih positif pada tikus.

Kandungan Pb di ginjal menunjukkan baik perlakuan asam maupun perlakuan Pb, meningkatkan kandungan Pb di ginjal, dan tidak ada interaksi antara faktor perlakuan asam dan Pb. Pemberian asam atau Pb dalam ransum domba meningkatkan kandungan Pb ginjal. Pemberian Pb dalam ransum domba lebih besar dampaknya terhadap kandungan

Pb ginjal daripada perlakuan pemberian asam dalam ransum domba. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh asam lebih kecil terhadap penimbunan Pb di ginjal dibandingkan dengan pengaruh pemberian Pb, tidak seperti daya ikat asam secara kimia yang bisa mengikat logam berat (Darmono, 1995; Saeni, 1995).

Pemberian asam, maupun pemberian Pb dalam ransum domba tidak mempengaruhi kandungan Pb dalam daging domba. Termasuk juga interaksi faktor pemberian asam dan Pb tidak mempengaruhi kandungan Pb dalam daging domba. Hal ini menunjukkan bahwa pencemaran logam berat, khususnya Pb ataupun pengaruh hujan asam, tidak mempengaruhi kandungan Pb daging domba. Rendahnya kandungan Pb dalam daging domba, karena kandungan Pb dalam hati yang relatif rendah dan sebelum dideposit ke dalam daging terlebih dahulu dideposit dalam ginjal. Kondisi tersebut menekan keracunan atau kematian domba secara tiba-tiba karena pencemaran logam berat.

KESIMPULAN

Hujan asam di Kabupaten Bogor terjadi pada musim kemarau. Kandungan Pb air hujan tidak dipengaruhi oleh keasaman air hujan dan letak kecamatan. Kandungan Pb tanah permukaan lebih tinggi daripada Pb air hujan dan tidak diserap banyak oleh tanaman.

Ransum campuran asam menurunkan pertambahan bobot badan domba. Pemberian

Pb dalam ransum hanya terakumulasi dalam hati dan ginjal dalam jumlah sedikit, tetapi tidak dalam daging, sedangkan pada ransum campuran asam hanya terakumulasi dalam ginjal saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinola, M. O. & O. A. Adedeji.** 2007. Assessment of lead concentration in *Panicum maximum* growing along The Lagos-Ibadan Expressway, Nigeria. African Journal of Science and Technology (AJST) Science and Engineering Series 8: 97–102.
- Alifia, F. & M. I. Djawad.** 2000. Kondisi histologi insang dan organ dalam juvenil ikan bandeng (*Chanos chanos Forskall*) yang tercemar logam timbal (Pb). Sci. Tech. 1: 51–58.
- Aminah, N.** 2006. Perbandingan kadar Pb, Hb, fungsi hati, fungsi ginjal pada karyawan BBTCL & PPM Surabaya bagian sampling dan non sampling. Jurnal Kesehatan Lingkungan 2: 111–120.
- Ardyanto, D.** 2005. Deteksi pencemaran timah hitam (Pb) dalam darah masyarakat yang terpajan timbal (Pb). Jurnal Kesehatan Lingkungan 2: 67–76.
- Badan Meteorologi dan Geofisika.** 2005. Data Klimatologi Jawa Barat Tahun 2004. Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor, Bogor.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor.** 2007. Kabupaten Bogor dalam Angka 2007. Kerjasama BAPEDA Kabupaten Bogor dengan BPS Kabupaten Bogor, Bogor.
- Darmono.** 1995. Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
- Direktorat Jenderal Peternakan.** 2000. Buku Statistik Peternakan 2000. Direktorat Jenderal Peternakan, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Peternakan.** 2002. Buku Statistik Peternakan 2002. Direktorat Jenderal Peternakan, Jakarta.
- Ghalib, M., M. I. Djawad & L. Fachruddin.** 2002. Pengaruh logam timbal (Pb) terhadap konsumsi oksigen juvenil ikan bandeng (*Chanos chanos Forskall*). Sci & Tech. 3: 10–18.
- Kantor Statistik Kabupaten Bogor.** 1989. Kabupaten Bogor dalam Angka 1989. Cabang Perwakilan BPS Pemerintah Kabupaten Daerah Tingkat II Bogor, Bogor.
- Levine, R. J., R. M. Moore, G. D. McLaren, W. F. Barthel & P. J. Landrigan.** 1976. Occupational lead poisoning, animal deaths, and environmental contamination at a scrap smelter. Am. J. Public Health. 66: 548–552.
- Marçal, W. S., P. E. Pardo, M. R. L. Nascimento & M. S. Fortes.** 2005. Inorganic lead concentration in mineral salt commercial mixtures for beef cattle in São Paulo State, Brazil. Arq. Inst. Biol. 72: 339–341.
- National Research Council.** 1991. Nutrient Requirement of Sheep. Sixth Revised Edition. National Academy Press, Washington D.C.
- Nurjaya, E. Zihan & M. S. Saeni.** 2006. Pengaruh amelioran terhadap kadar Pb tanah, serapannya serta hasil tanaman bawang merah pada inceptisol. Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia. 8: 110–119.
- Reitz, L. L., W. H. Smith & M. P. Plumlee.** 1960. A simple wet oxidation procedure for biological materials. Analytical Chemistry 32: 1723.
- Saeni, M. S.** 1995. The correlation between the concentration of heavy metals (Pb, Cu and Hg) in the environment and in human hair. Buletin Kimia 9: 63–70.
- Steel, R. G. D. & J. H. Torrie.** 1995. Prinsip dan Prosedur Statistika. Suatu Pendekatan Biometrik. Edisi kedua. Terjemahan: Bambang Sumantri. Gramedia, Jakarta.
- Tahiri, M., P. Pellerin, J. C. Tressol, T. Doco, D. Pepin, Y. Rayssiguier & C. Coudray.** 2000. The rhamnogalacturonan-II dimer decreases intestinal absorption and tissue accumulation of lead in rats. J. Nutr. 130: 249–253.