

PENGARUH JUMLAH KOTORAN SAPI TERHADAP KONSENTRASI GAS AMONIA (NH₃) DI DALAM RUMAH

(Studi Kasus : Desa Dalangan Kelurahan Sumogawe, Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang)

Ramadhian Latief^{*}), Endro Sutrisno^{**}), Mochtar Hadiwidodo^{**})

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Uversitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudarto, S.H Tembalang - Semarang, Kode Pos 50275 Telp. (024)76480678, Fax (024) 76918157
Website : <http://enveng.undip.ac.id> - Email: enveng@undip.ac.id

ABSTRAK

Usaha peternakan merupakan salah satu kegiatan utama yang dilakukan masyarakat dataran tinggi Jawa Tengah tepatnya di Desa Dalangan, Kelurahan Sumogawe, Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang yang memiliki metode beternak di dalam rumah. Sehingga penghuni dapat terpapar gas amonia akibat pencemaran udara dalam ruangan yang dapat menimbulkan efek kesehatan. Pengukuran dilakukan di dalam kandang dapur belakang, ruang keluarga, dapur, kamar tidur dan ruang tamu menggunakan metode nessler dengan variasi jumlah kotoran sebesar 100 kg, 200 kg, 300 kg, 400 kg dan 500 kg. Sumber pencemar udara seperti gas Amonia salah satunya berasal dari kotoran sapi. Salah satu pencemar udara berupa gas amonia tersebut yang konsentrasinya melebihi dari 17 mg/m³. Pengukuran dilakukan di dalam rumah dengan kondisi rumah menjadi satu dengan kandang ternak yang hanya dibatasi oleh pintu. Konsentrasi tertinggi gas amonia di dalam kandang 33,934 mg/m³, di area dapur kotor 15,649 mg/m³, ruang keluarga dengan konsentrasi 15,501 mg/m³, lalu dapur bersih dengan konsentrasi 12,348 mg/m³, ruang tidur 10,153 mg/m³, dan ruang tamu 4,041 mg/m³.

Kata Kunci : Pencemaran Udara Dalam Ruang ; Amonia

A. PENDAHULUAN

Peternakan merupakan salah satu sektor yang penting dalam memenuhi kebutuhan manusia akan pangan, tidak terkecuali pada usaha peternakan sapi pedaging ataupun sapi perah (menghasilkan susu). Peternakan sapi membantu dalam memenuhi kebutuhan akan daging dan susu. Namun usaha peternakan sapi akhir-akhir ini mulai sering dituding sebagai usaha yang ikut mencemari lingkungan. Pemerintah dalam hal ini

Departemen Pertanian telah menyadari hal tersebut dengan mengeluarkan peraturan menteri melalui SK Mentan No. 237/1991 dan SK Mentan No. 752/1994, yang menyatakan bahwa usaha peternakan dengan populasi tertentu perlu dilengkapi dengan pengelolaan dan pemantauan lingkungan (Deptan, 1991).

Udara dapat dikelompokkan menjadi, udara luar ruangan (*outdoor air*) dan udara dalam ruangan (*indoor air*). Banyak orang

menghabiskan sebagian besar waktunya di dalam ruangan yang justru dapat mempengaruhi kesehatan manusia karena hampir 90% hidup manusia berada dalam ruangan. Bekerja, makan, minum, dan tidur pada lingkungan tertutup yang mengakibatkan sirkulasi udara yang terbatas. Sebanyak 400 sampai 500 juta orang khususnya di negara yang sedang berkembang sedang berhadapan dengan masalah polusi udara dalam ruangan.

Contoh di Desa Dalangan, Semarang, banyak masyarakat yang hidup 1 atap dengan hewan ternak, salah satunya sapi, tanpa adanya pemisah antara kandang ternak dengan bagian rumah lainnya. Sapi (*Bison benasus L*) merupakan ternak ruminansia besar yang mempunyai banyak manfaat baik untuk manusia ataupun tumbuhan, seperti daging, susu, kulit, tenaga dan kotoran. Namun demikian, jika kandang dijadikan satu dengan rumah untuk kehidupan manusia, maka dengan demikian bau yang akan dihasilkan dari kotoran sapi berupa gas NH_3 (Amونيا) terutama akan masuk ke seluruh bagian rumah mengikuti arah angin dan dapat menyebabkan dampak yang buruk pada manusia gas amoniak melalui inhalasi menyebabkan iritasi hebat pada mata (Keraktitis), sesak nafas (Dyspnea), Bronchospasm, nyeri dada, sembab paru, batuk darah, Bronchitis dan Pneumonia. Pada kadar tinggi (30.000 ppm) dapat menyebabkan luka bakar pada kulit.

Dari penjelasan di atas maka, penulis melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Jumlah Kotoran Sapi Terhadap Konsentrasi Gas Amoniak (NH_3) Di Dalam Rumah (Studi Kasus : Desa Dalangan, Kelurahan Somogawe, Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah”.

B. METODOLOGI

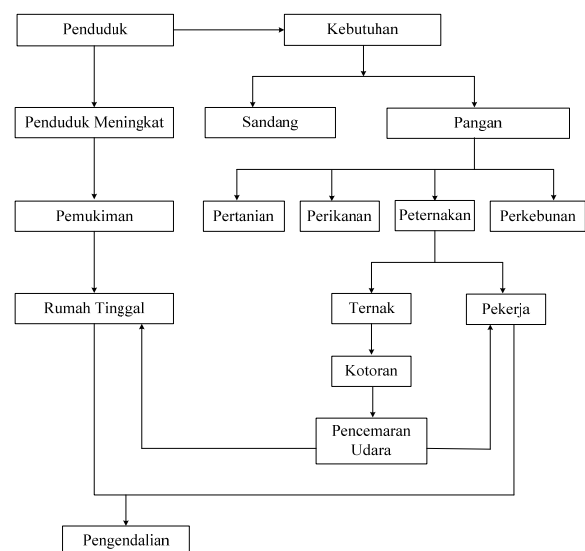
Secara keseluruhan pelaksanaan penelitian dibagi dalam tiga tahapan, meliputi :

1. Tahap Persiapan

Tahapan persiapan merupakan segala sesuatu yang perlu dilakukan untuk mendukung terlaksananya penyusunan tugas akhir, yaitu pemahaman lebih mendalam mengenai permasalahan yang akan diangkat pada tugas akhir dengan didahului kegiatan studi pustaka, perijinan, penyusunan, dan persetujuan proposal.

Pemilihan titik sampling pada rumah dengan melakukan survei lapangan langsung berdasarkan pada ruangan yang memiliki aktivitas penghuni paling banyak. Ruangan yang akan di jadikan titik sampling adalah ruang :

- Kandang
- Dapur Belakang
- Dapur Bersih
- Ruang Keluarga
- Kamar Tidur
- Ruang Tamu



Gambar 1. Kerangka Berpikir Penelitian



Gambar 2. Persiapan Lokasi (Pengkondisian Kandang)



Gambar 3. Pengkondisian Kotoran Selama 1 Minggu



Gambar 4. Pengambilan Sample Pada Masing-masing Ruang di Dalam Rumah

2. Tahap Pelaksanaan

Pengambilan sampel udara dilakukan di Desa Dalangan, Kelurahan Somogawe, Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang,

Jawa Tengah pada jumlah kotoran yang bervariasi yaitu 100 kg, 200 kg, 300 kg, 400 kg dan 500 kg. Perbedaan jumlah kotoran dilakukan karena jumlah kotoran yang dihasilkan dalam 1 hari oleh 1 ekor sapi adalah $\pm 10-25$ kg, dan dengan jumlah sapi yang berada di dalam kandang berjumlah 8 ekor, maka perkiraan jumlah kotoran yang akan di hasilkan dalam 1 hari adalah 80-200 kg/hari. Di samping itu, variasi kotoran tersebut untuk membedakan tingkat konsentrasi kandungan gas amonia yang terdapat di dalam kotoran. Perbedaan jumlah kotoran dilakukan karena kebiasaan masyarakat Desa Dalangan yang menumpuk kotoran di dalam kandang kurang lebih selama 1 minggu sebelum dibuang keluar kandang. Secara otomatis kotoran yang ditumpuk sehari-hari akan mempengaruhi kandungan gas amonia.

Pengukuran konsentrasi amoniak dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro. Pengujian amoniak menggunakan metode Nessler dengan alat spektrofotometer di lapangan dengan tujuan untuk mengukur kandungan partikulat mengenai pencemaran udara oleh NH_3 sehingga dapat digunakan oleh perencana untuk memantau buangan.

Peralatan yang digunakan adalah :

1. Absorber dari bahan gelas ukuran normal.
2. Pompa udara, termometer.
3. Alat pengukur debit udara, anemometer.
4. Tabung kecil, tabung buret, botol gelas, spektrofotometer.

3. Tahap Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan program microsoft excel dan untuk menemukan hasil berapa besar masyarakat yang terkena dampak dari gas

amoniak tersebut, menggunakan metode SPSS. Metode yang digunakan dalam menganalisis relasi antar variabel adalah dengan membuat diagram pencar (scatter diagram) yang menggambarkan titik-titik plot dari data yang diperoleh. Diagram pencar ini berguna untuk membantu melihat apakah ada relasi yang berguna antar variabel dan membantu menentukan jenis persamaan yang akan digunakan untuk menentukan hubungan tersebut (Angraeni, 2010). Dalam *excel* terdapat beberapa model persamaan antara lain model linier, logaritmik, polynomial, dan eksponensial. Penentuan model persamaan berdasarkan nilai R^2 (koefisien determinasi) dimana bila nilai R^2 mendekati 1 maka model persamaan itu sesuai dengan hubungan data yang sebenarnya.

Analisis data dilakukan dengan menganalisis data yang telah diperoleh dari kegiatan sampling, yaitu data konsentrasi gas amoniak, bukaan dan ventilasi, volume ruang, jumlah kotoran sapi, suhu udara, kelembaban dapur. Analisa akan meliputi analisis dengan diagram pencar untuk hubungan konsentrasi gas amoniak di kandang dan di ruangan lainnya. Penyajian data juga dilakukan dalam grafik untuk menunjukkan konsentrasi gas di ruangan dan juga baku mutu yang telah ditetapkan, dan juga dapat mengetahui jumlah kotoran sapi yang menggambarkan jumlah sapi yang sebaiknya di pelihara agar konsentrasi gas amoniak tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

C.1 Konsentrasi Gas Amonia Di Dalam Kandang dan Bagian Rumah Lainnya

Konsentrasi (mg/m^3)		
Kandang	Dapur Kotor	Ruang Keluarga
6,898	1,779	1,676
10,882	9,488	3,474
13,438	12,131	4,171
19,072	14,715	11,135
33,934	15,649	15,501

Konsentrasi (mg/m^3)		
Dapur Bersih	Ruang Tidur	Ruang Tamu
1,512	1,241	0,641
2,497	1,442	1,181
3,034	3,107	1,821
11,842	8,333	4,041
12,348	10,153	3,939

Konsentrasi gas amonia yang didapatkan dari masing-masing ruangan menunjukkan tingkat konsentrasi kandungan gas amonia tertinggi ditunjukkan pada pengukuran hari kelima dan ke empat dengan jumlah kotoran sebesar 500 kg dan 400 kg pada kandang yang menunjukkan konsentrasi gas amonia 33,934 mg/m^3 dan 19,072 mg/m^3 yang sudah melewati batas baku mutu yang ditentukan yaitu 17 mg/m^3 . Data yang melebihi baku mutu hanya terdapat pada saat di kandang dikarenakan kandang sebagai sumber polutan atau emisi dimana kotoran ditempatkan. Selain itu, tingginya konsentrasi gas amonia dikarenakan sebagian lahan dari kandang digunakan untuk penyimpanan pakan ternak untuk sehari-hari. Konsentrasi minimum atau terkecil terdapat di ruang tamu dengan konsentrasi mencapai 0,641 mg/m^3 dengan jumlah kotoran 100 kg di dalam kandang. Pada ruangan lainnya seperti dapur kotor dan ruang keluarga, konsentrasi gas amonia tidak ada yang melewati baku mutu, akan tetapi hampir melewati baku mutu. Hal ini

disebabkan karena lokasi dapur kotor dan ruang keluarga yang tidak jauh dengan kandang sebagai sumber polutan.

C.2 Hubungan Konsentrasi Gas Amonia Dengan Jumlah Kotoran

Jumlah Kotoran	Konsentrasi (mg/m ³)		
	Ruang Tamu	Ruang Tidur	Dapur Bersih
100 kg	0,641	1,241	1,512
200 kg	1,181	1,442	2,497
300 kg	1,821	3,107	3,034
400 kg	4,041	8,333	11,842
500 kg	3,939	10,153	12,348

Jumlah Kotoran	Konsentrasi (mg/m ³)		
	Ruang Keluarga	Dapur Kotor	Kandang
100 kg	1,676	1,779	6,898
200 kg	3,474	9,488	10,882
300 kg	4,171	12,131	13,438
400 kg	11,135	14,715	19,072
500 kg	15,501	15,649	33,934

Dari keseluruhan data yang di dapat, konsentrasi gas amonia yang di dapat dari berbagai ruangan meningkat mengikuti jumlah kotoran yang ada di dalam kandang yang di tumpuk secara berkala. Konsentrasi tertinggi adalah pada saat jumlah kotoran mencapai 500 kg, di mana masing-masing ruangan berawal dari kandang 33,934 mg/m³, lalu dapur kotor dengan konsentrasi 15,649 mg/m³, ruang keluarga 15,501 mg/m³, dapur bersih 12,348 mg/m³, ruang tidur 10,153 mg/m³, dan ruang tamu 3,939 mg/m³. Konsentrasi meningkat terlebih pada daerah kandang menuju dapur kotor yang memang memiliki konsentrasi yang lebih besar dikarenakan kandang sebagai sumber polutan

dan dapur kotor yang berjarak tidak jauh dengan kandang.

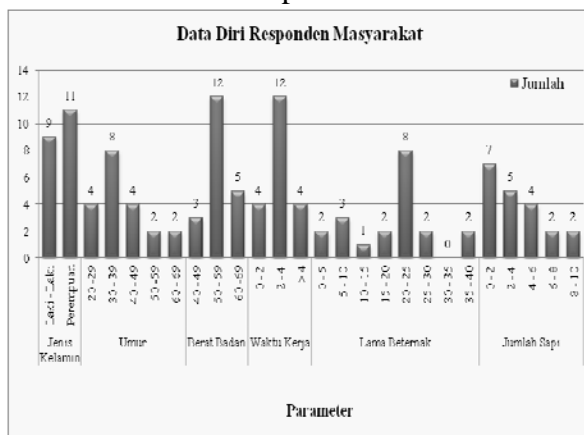
Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Bambang, 2000) jumlah kotoran yang dihasilkan dalam 1 hari oleh 1 ekor sapi adalah ± 10-25 kg/hari, dan dengan jumlah sapi yang berada di dalam kandang berjumlah 8 ekor, maka perkiraan jumlah kotoran yang akan dihasilkan dalam 1 hari adalah 80-200 kg/hari. Dengan demikian penumpukan kotoran yang dilakukan pekerja setiap harinya akan menimbulkan peningkatan kandungan konsentrasi gas amonia di dalam kandang dan secara langsung akan menuju ke ruangan lainnya. Kotoran sapi yang terus menerus di tumpuk akan meningkatkan kandungan gas amonia serta menimbulkan bau yang akan berdampak buruk bagi penghuni ataupun pekerja.

Kotoran sapi mengandung protein, karbohidrat, lemak, dan senyawa lainnya. Protein pada kotoran sapi merupakan sumber nitrogen yang cukup besar, saat terjadi penumpukan kotoran secara terus menerus dalam kondisi kandang yang lembab. Terjadinya penumpukan kotoran memberikan waktu kepada mikroorganisme untuk melakukan proses dekomposisi yang menyebabkan terbentuknya gas amonia, nitrit, nitrat, dan asam sulfida. Mikroorganisme mengambil kandungan nitrogen dari dalam kotoran sapi sebagai protein untuk terus berkembang biak. Sehingga ketika mikroorganisme tersebut mati, mereka memiliki kandungan nitrogen yang tinggi. Pada kondisi mati tersebut, mikroorganisme lain mengurai dan melepaskan nitrogen dalam bentuk yang mudah menguap yaitu dalam bentuk gas amonia. Protein mudah didegradasi dalam rumen ketika kandungan pH yang baik, yaitu

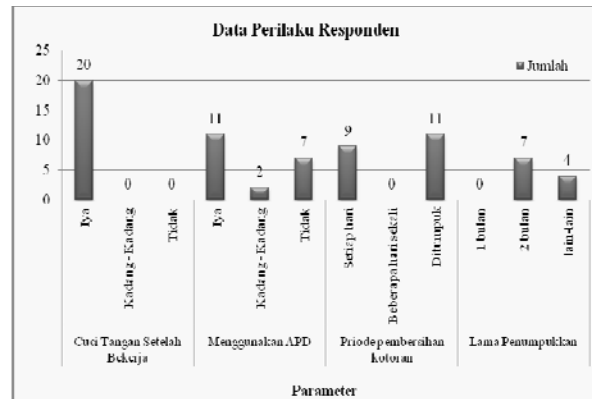
6.5. Gula terlarut yang tersedia dalam rumen digunakan segera oleh mikroba untuk menghabiskan amonia. Hidrolisa protein menjadi asam amino diikuti oleh proses deaminasi untuk membebaskan amonia. Karenanya terdapat konsentrasi asam-asam amino dan peptida, yang lebih besar setelah makan, kemudian diikuti oleh konsentrasi amonia kira-kira 3 jam setelah makan. Kandungan gas amonia yang tinggi dapat menyebabkan bau dan menunjukkan kurang sempurnanya proses pencernaan dan pakan yang berlebihan terhadap ternak (Foot et al.,1976).

C.3 Kondisi Kesehatan Masyarakat Desa Dalangan, Kelurahan Sumogawe, Kecamatan Getasan, Kabupaten Jawa Tengah, Semarang.

Gambaran umum untuk status kesehatan masyarakat Desa Dalangan, Kelurahan Sumogawe, kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah, diperoleh dari wawancara secara langsung. Analisis umum pemeriksaan kesehatan dilakukan adalah analisis gejala awal penyakit akibat paparan amoniak yang pernah diderita. Dari hasil wawancara mengenai penyakit yang pernah diderita akan dikorelasikan terhadap konsentrasi amonia.



Gambar 5. Data Diri Masyarakat Sekitar



Gambar 6. Data Perilaku Sehari-hari Masyarakat

Grafik di atas menunjukkan umur responden, berat badan, waktu kerja, lama beternak, dan jumlah sapi yang dimiliki. Peternak paling banyak berkisar pada umur 30-39 tahun. Sedangkan dari berat badan, sebagian besar dari responden mempunyai berat badan yang berkisar antara 50-59 kg dimana berat ini adalah berat rata-rata orang dewasa pada umumnya. Sedangkan untuk lamanya waktu bekerja di kandang kebanyakan setiap penduduk desa Dalangan menghabiskan 2-4 jam untuk melakukan kegiatan di dalam kandang. Sedangkan lamanya pemeliharaan sapi sangat bervariasi, ada peternak yang telah hidup dengan ternak semenjak lahir, dari grafik batang di atas terlihat nilai tertinggi lamanya beternak berada di rentang 20-25 tahun sedangkan jumlah sapi peternak atau masyarakat Dalangan memiliki 2 sapi.

Menurut Bai et al (2005), pada umumnya laju respirasi (respiration rate) manusia bergantung pada beberapa faktor seperti usia, jenis kelamin, berat badan, kondisi kesehatan, dan aktifitas. Selain itu, faktor yang mempengaruhi nilai pajanan adalah lamanya waktu pajanan. Waktu pajanan mempengaruhi jumlah dosis rata-rata yang terhirup dari paparan gas amonia. semakin lama waktu pajanan relatif semakin

besar dosis yang terhirup oleh individu yang terpapar.

C 3.1. Korelasi Kesehatan Pekerja dan Masyarakat Terhadap Konsentrasi Amonia

Korelasi antara konsentrasi kualitas udara amonia dengan kesehatan masyarakat Desa Dalangan dengan menggunakan software SPSS.

Gangguan Kesehatan	Korelasi Amonia	Nilai
Iritasi Mata	0,062	0,356
Sesak Nafas	0,006	0,487
Iritasi Hidung	0,168	0,157
Iritasi Tenggorokan	0,182	0,137
Iritasi Kulit	0,062	0,356
Batuk	0,072	0,326

Hal ini menunjukkan bahwa korelasi bersifat searah, artinya apabila semakin besar konsentrasi amonia maka frekuensi kejadian gangguan kesehatan iritasi mata, iritasi hidung, iritasi kulit, batuk akan semakin besar. Akan tetapi, nilai korelasi antara konsentrasi amonia terhadap gangguan kesehatan hanya berada pada kisaran $> 0-0,25$, nilai ini sangat kecil dan dengan demikian korelasi antara gangguan kesehatan dengan kesehatan masyarakat Desa Dalangan sangat lemah.

C 3.2. Rekomendasi Meminimalisasi Terpapar Gas Amonia

a. Pengurangan Konsentrasi Amonia Pada Area Kandang Dengan Mempersingkat Waktu Pembersihan Kotoran Sapi.

Masyarakat Desa Dalangan memang melakukan pembersihan kandang setiap 2 kali sehari. Akan tetapi kotoran yang telah dibersihkan tersebut tidak langsung dibuang keluar kandang, akan tetapi ditumpuk di dalam kandang dan mengeluarkan kotoran tersebut ± 1 minggu sekali. Jumlah kotoran yang dihasilkan dalam 1 hari oleh 1 ekor sapi

adalah $\pm 10-25$ kg, dan dengan jumlah sapi yang berada di dalam kandang berjumlah 11 ekor, maka perkiraan jumlah kotoran yang akan di dihasilkan dalam 1 hari adalah 110-275 kg/hari. Jumlah tersebut cukup banyak, apabila kondisi kandang lembab maka akan menyebabkan konsentrasi gas amonia menjadi semakin besar. Oleh karena itu pembersihan kandang sebaiknya dipersingkat dengan waktu pembersihan 3 kali sehari.

b. Pengurangan Konsentrasi Amonia Dengan Media Tumbuhan.

Berdasarkan hasil pengamatan, antara kandang dengan ruangan di dalam rumah lainnya tidak ditemukan adanya tumbuhan di dalam rumah. Sebaiknya antara kandang dengan bagian rumah lainnya dihiasi oleh tumbuhan dengan manfaat mengurangi konsentrasi amonia lewat penyerapan oleh tumbuhan.

c. Pengurangan Waktu Kontak Dengan Penggunaan Alat Pelindung Diri.

Alat pelindung diri yang diperlukan atau dibutuhkan untuk berternak sapi adalah masker, sarung tangan, dan sepatu. Dengan alat pelindung diri diharapkan dapat menghalangi kontak amonia masuk ke tubuh manusia melalui saluran pernapasan yaitu hidung, oral yaitu lewat mulut dan kulit

D. KESIMPULAN DAN SARAN

D.1 Kesimpulan

1. Konsentrasi gas amonia yang didapatkan dari masing-masing ruangan menunjukkan tingkat konsentrasi kandungan gas amonia tertinggi ditunjukkan pada pengukuran hari kelima dan ke empat dengan jumlah kotoran sebesar 500 kg dan 400 kg pada kandang yang menunjukkan konsentrasi gas amonia $33,934 \text{ mg/m}^3$ dan $19,072$

- mg/m³ yang sudah melewati batas baku mutu yang ditentukan yaitu 17 mg/m³. Konsentrasi minimum atau terkecil terdapat di ruang tamu dengan konsentrasi mencapai 0,641 mg/m³ dengan jumlah kotoran 100 kg di dalam kandang.
2. Konsentrasi tertinggi adalah pada saat jumlah kotoran mencapai 500 kg, di mana masing-masing ruangan berawal dari kandang 33,934 mg/m³, lalu dapur kotor dengan konsentrasi 15,649 mg/m³, ruang keluarga 15,501 mg/m³, dapur bersih 12,348 mg/m³, ruang tidur 10,153 mg/m³, dan ruang tamu 3,939 mg/m³. Penumpukan kotoran yang dilakukan pekerja setiap harinya akan menimbulkan peningkatan kandungan konsentrasi gas amonia di dalam kandang dan secara langsung akan menuju ke ruangan lainnya. Kotoran sapi yang terus menerus di tumpuk akan meningkatkan kandungan gas amonia serta menimbulkan bau yang akan berdampak buruk bagi penghuni ataupun pekerja.
 3. Semakin besar konsentrasi amonia maka frekuensi kejadian gangguan kesehatan iritasi mata, iritasi hidung, iritasi kulit, batuk akan semakin besar. Akan tetapi, nilai korelasi antara konsentrasi amonia terhadap gangguan kesehatan hanya berada pada kisaran > 0 - 0,25, nilai ini sangat kecil dan dengan demikian korelasi antara gangguan kesehatan dengan kesehatan masyarakat Desa Dalangan sangat lemah.

D.2 Saran

1. Kandang dengan ruangan di dalam rumah lainnya tidak ditemukan adanya tumbuhan di dalam rumah. Sebaiknya

antara kandang dengan bagian rumah lainnya dihiasi oleh tumbuhan dengan manfaat mengurangi konsentrasi amonia lewat penyerapan oleh tumbuhan.

2. Alat pelindung diri yang diperlukan atau dibutuhkan untuk berternak sapi adalah masker, sarung tangan, dan sepatu. Dengan alat pelindung diri diharapkan dapat menghalangi kontak amonia masuk ke tubuh manusia melalui saluran pernapasan yaitu hidung, oral yaitu lewat mulut dan kulit

E. DAFTAR PUSTAKA

- Ayers GP & Gras JL (1980) *Ammonia Gas Concentration Over The Southern Ocean*. Nature 284:539-540
- Bai Z, Dong Y, Wang Z, Zhu T. 2005. *Emission of ammonia from indoor concrete wall and assesment of human exposure*. Environment International 32 (2006) 303-311.
- Ballal,S.G, Ali, B,A. 1998. *Bronchial ashtma in two chemical fertilizer producing factories in eastern Saudi Arabia*. Int J Tuberc Lung Dis, 2:330-335.
- Cotton dan Wilkinson. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Cetakan Pertama. Jakarta:UI-Press.
- Dentener, F,.,J., Crutzen. P. J. 1994. *A Three-dimensional model of the global ammonia cycle*. Journal of Atmospheric Chemistry 19, 331-396.
- DEPKES RI. 1988. *Petunjuk Pengukuran Kualitas Udara*, Jakarta, Direktorat

Jenderal Pemberantasan Penyakit
Menular dan Penyehatan Lingkungan
Pemukiman.

Ferm, M. 1998. *Atmospheric ammonia and ammonium transport in Europe and critical loads : a review*. *Nutrien Cycling in Agroecosystem* 51, 5-17.

Foot. A.S., S. Barnes, JA., J.C. Howkins, V, C. Nielsen, and JR,O. Callaghan. 1976. *Studies on Farm Livestock Waste*. Agriculture Research Council : England.