

© 2004 Enny Tantini Setiatin  
Makalah Pribadi  
Pengantar ke Falsafah Sains (PPS-702)  
Sekolah Pasca Sarjana (S3)  
Institut Pertanian Bogor  
Desember, 2004

Posted: 20 Desember 2004

Dosen :

1. Prof. Dr. Ir. Rudy C Tarumingkeng
2. Prof. Dr. Ir. Zahrial Coto
3. Dr. Ir. Hardjanto

## **EUTHANASIA: TINJAUAN ETIK PADA HEWAN**

Oleh :

**Enny Tantini Setiatin**

B 061040011

[etsetiatin@bima.ipb.ac.id](mailto:etsetiatin@bima.ipb.ac.id)

Pemanfaatan hewan pada bidang penelitian yang disebut sebagai hewan model atau hewan percobaan telah berlangsung sejak berabad lalu sejalan dengan berkembangnya bidang kedokteran. Pemanfaatannya semakin meluas setelah ditemukannya anaestesi dan publikasi dari Darwin yang menyatakan bahwa ada persamaan secara biologis antara manusia dan hewan (Baumans, [www.nature.com/gt/journal](http://www.nature.com/gt/journal)).

Ironisnya hewan yang telah selesai menjalani perlakuan, untuk melihat perubahan yang ditimbulkan oleh agen yang diujikan maka di akhir masa penelitian hewan tersebut harus dimatikan. Periode mematikan hewan percobaan ini yang dikenal sebagai euthanasia.

Pemakaian metode euthanasia dalam bidang keilmuan sangat penting perannya, apabila ditinjau dari segi manfaatnya. Uji laboratorium terhadap material non-toksik dan non-infectius sangat bisa diterima karena hewan diasumsikan tidak akan merasakan penderitaan selama penelitian berlangsung. Keadaan menjadi sangat memprihatinkan apabila hewan-hewan tersebut dipergunakan untuk uji biologis virus maupun logam berat dan zat toksik lainnya.

Kondisi ini yang menyebabkan perlu dilakukan suatu kajian etik terhadap hewan yang akan menjalani euthanasia.

## **DEFINISI**

Euthanasia berasal dari bahasa Greek, yaitu eu = baik dan thanatos = kematian sehingga arti kata euthanasia adalah kematian yang baik. Tandanya adalah kehilangan kesadaran secara cepat diikuti dengan berhentinya detak jantung dan pernafasan serta hilangnya fungsi otak (JAVMA, 2001).

Berdasarkan Webster's II, University Dictionary (1996), euthanasia diartikan sebagai menghilangkan rasa sakit serta kematian yang mudah pada penderita yang sangat menderita atau penyakit yang berat. Menurut Franson ([www.nwhc.usgs.gov](http://www.nwhc.usgs.gov)) euthanasia adalah kematian yang manusiawi sedangkan peneliti University Minnesota dalam Euthanasia Guidelines ([www.ahn.umn.edu](http://www.ahn.umn.edu)) menyatakan bahwa tujuan euthanasia adalah meminimalkan kesakitan dan ketidaknyamanan pada hewan.

## **Pemanfaatan Hewan untuk Penelitian**

Baumans ([www.nature.com/gt/journal](http://www.nature.com/gt/journal)) mengungkapkan bahwa dipergunakannya hewan sebagai model pada penelitian telah dimulai sejak berabad lalu. Pemanfaatan hewan untuk penelitian sejalan dengan perkembangan di bidang kedokteran yang akarnya ada di Yunani dimulai oleh Aristoteles dan Hippocrates yang meneliti tentang struktur dan fungsi tubuh manusia.

Selanjutnya Galen (130-201 AD), seorang dokter melakukan penelitian efek fisiologis obat pada babi, monyet dan kuda, merupakan dasar untuk praktek kedokteran. Setelah Galen pemanfaatan hewan riset terhenti.

Hewan digunakan kembali saat dilakukan studi anatomi oleh Vesalius. Patogenitas mikroorganisme dapat dibuktikan dengan memanfaatkan hewan yang peka utamanya setelah ditemukannya Postulat Koch. Penggunaannya meningkat tajam pada abad 20 terutama pada bidang biomedis termasuk farmakologi, toxicologi dan imunologi.

Awal tahun 1980an, terjadi penurunan pemanfaatan hewan untuk penelitian oleh adanya peningkatan kesadaran masyarakat akan keberadaan hewan percobaan sehingga perlu disusun suatu aturan yang ketat terhadap pemakaian hewan

untuk penelitian. Meskipun demikian diakhir abad 20 pemakaiannya kembali meningkat sejalan dengan perkembangan bidang genetik, utamanya pemakaian mencit.

Tabel 1 menunjukkan pemanfaatan beberapa spesies yang umum dipergunakan untuk penelitian sedangkan Tabel 2 merupakan data pemanfaatan hewan model pada beberapa bidang ilmu.

Tabel 1. Hewan Percobaan yang Dipergunakan untuk Penelitian (Baumans, [www.nature.com/gt/journal](http://www.nature.com/gt/journal))

No.	Jenis Hewan	Persentase
1	Mencit	44
2	Tikus	33
3	Unggas	10
4	Ikan	7
5	Guinea Pig	2
6	Kelinci	1
7	Lainnya	3

Tabel 2. Bidang Ilmu yang Diteliti dengan Memaanfaatkan Hewan (Baumans, [www.nature.com/gt/journal](http://www.nature.com/gt/journal))

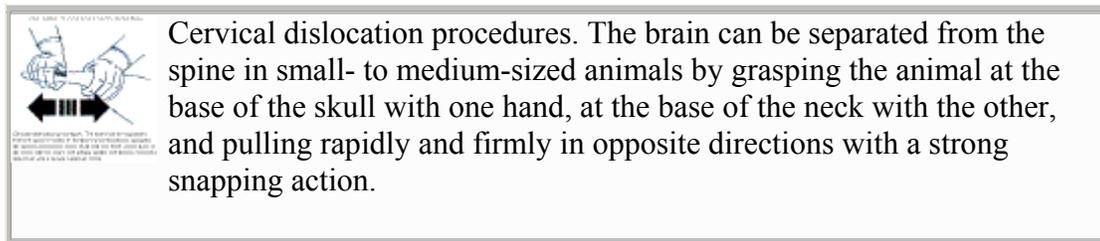
No.	Bidang Ilmu	Persentase
1	Obat-obatan	23
2	Vaksin/Biologi	21
3	Kanker	12
4	Tes Toksisitas	9
5	Jantung/Sirkulasi	2
6	Pendidikan	1
7	Lainnya	32

### Metode Euthanasia

Menurut Franson ([www.nwhc.usgs.gov](http://www.nwhc.usgs.gov); [www.research.uiowa.edu](http://www.research.uiowa.edu); dan [www.ahn.umn.edu](http://www.ahn.umn.edu)) metode dasar euthanasia terbagi menjadi fisik dan kimia.

- a. Euthanasia Fisik terdiri dari :

1. Cervical dislocation (pemutaran leher) merupakan metode euthanasia untuk burung, hewan dengan bobot <125 gr, kelinci dan rodensia dengan BB 125 gr – 1 kg. Hewan yang akan dimatikan harus dalam keadaan telah anaestesi dan tidak boleh dilakukan pada hewan dalam keadaan sadar. Metode ini tidak diperbolehkan untuk meng-euthanasia kelinci atau rodensia dengan BB > 1 kg, anjing, kucing, ternak potong (Gambar 1).

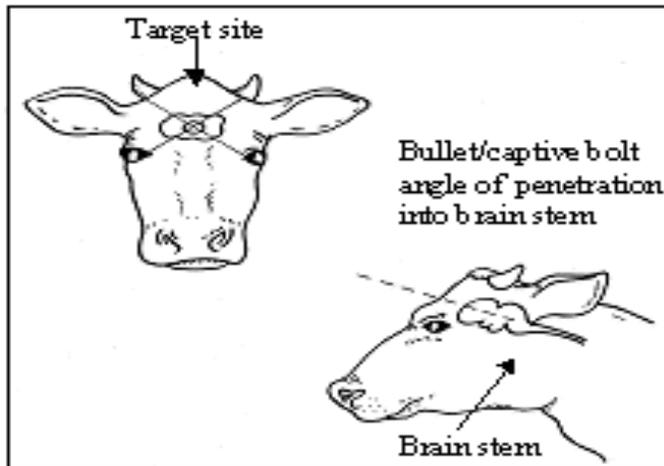


Gambar 1. Cervical Dislocation (Franson, [www.nwhc.usgs.gov](http://www.nwhc.usgs.gov))

Teknik ini sangat efektif, cepat, murah dan efek terhadap tes diagnostik sangat rendah.

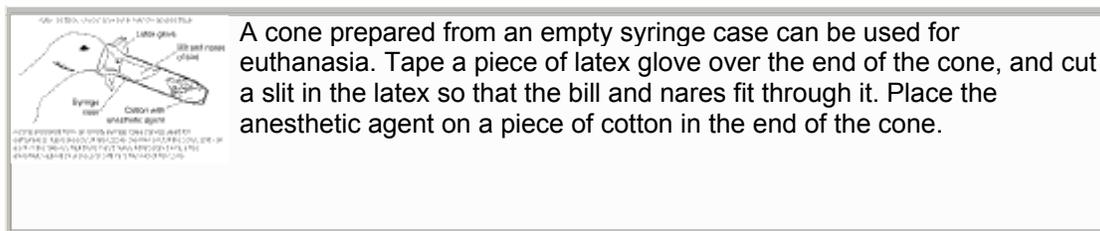
2. Decapitation (perusakan otak lewat leher). Decapitation dilakukan dengan jalan memotong kepala hewan dengan menggunakan peralatan tajam dengan tujuan untuk memutus kepekaan saraf tulang belakang. Hewan yang diperbolehkan untuk di-decapitation sama dengan pada cervical dislocation
3. Stunning & exsanguinations (removal blood) dilakukan dengan jalan merusak bagian tengah tengkorak agar hewan menjadi tidak sadar diikuti penyembelihan untuk mengeluarkan darah dengan memotong pembuluh darah utama di bagian leher. Teknik ini sangat cocok untuk diterapkan pada hewan potong ([www.las.rutgers.edu](http://www.las.rutgers.edu)) serta hanya bias dioperasikan apabila tes diagnostik pada otak tidak diperlukan.
4. Captive bolt atau gunshot([www.las.rutgers.edu](http://www.las.rutgers.edu) dan Rietveld, [www.gov.on.ca](http://www.gov.on.ca)), merupakan metode yang umum dipergunakan di rumah potong hewan utamanya kuda, ruminansia dan babi

(Gambar 2). Hewan dimatikan dengan jalan menembak langsung kepalanya apabila otaknya diperlukan untuk tes diagnostik maka penembakan dilakukan di leher. Pelaksanaannya memerlukan seorang ahli agar tercapai kematian yang manusiawi selain untuk keamanan.



Gambar 2. Titik Target dari Gunshot (Rietveld, 2003)

- b. Euthanasia Kimia yaitu memasukkan agen toksin kedalam tubuh dengan suntikan atau inhalasi (Gambar 3)

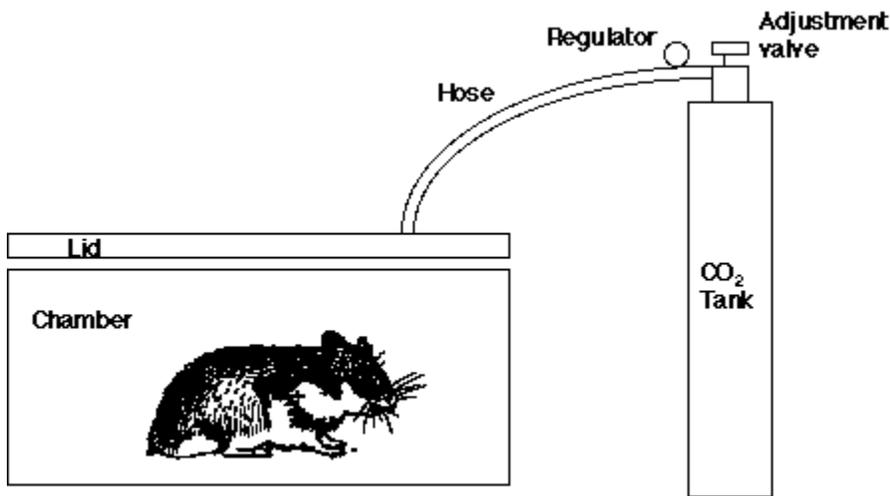


Gambar 3. Prosedur Anaestesi Inhalasi

Prosedur inhalasi hanya boleh dilakukan oleh operator yang telah mendapat ijin untuk menggunakan bahan kimia karena material yang akan digunakan sangat berbahaya bagi manusia.

Inhalasi (Gambar 3) ditujukan untuk membuat hewan dengan bobot < 7kg. Agen inhalasi yang dipilih harus menjadikan hewan tidak sadar secara cepat. Adapun agen yang diperbolehkan adalah halothane, enflurane, methoxyflurane, nitrous oxide karena nonflammable dan nonexplosive. carbondioxide, derivat barbiturat, magnesium sulfat, KCl ([www.ahn.umn.edu](http://www.ahn.umn.edu)). Sedangkan agen inhalasi yang tidak boleh dipergunakan adalah Chloroform, gas hydrogen sianida, CO, Chloral hidrat, strikнин. ([www.las.rutgers.edu](http://www.las.rutgers.edu) dan Franson, [www.nwhc.usgs.gov](http://www.nwhc.usgs.gov)). Meskipun demikian pada kenyataannya CO, chloroform maupun ether masih tetap dipergunakan terutama apabila jumlah hewan yang akan dieuthasia banyak.

Gambar 4, umum dilakukan untuk euthanasia burung mencit atau tikus dalam jumlah banyak dengan jalan meletakkan hewan pada kotak yang tertutup plastik yang dialiri gas CO<sub>2</sub> secara bertahap. Agen inhalasi juga bisa dicelupkan dan diletakkan di dalam kotak sampai hewan tidak sadar dan mati apabila fasilitas di bawah ini tidak tersedia.



Gambar 4. Euthanasia pada Tikus atau Mencit pada Tabung yang Dialiri Gas CO<sub>2</sub>  
([www.ahn.umn.edu](http://www.ahn.umn.edu))

Inhalasi dosis lethal umum diberikan pada hewan peliharaan yang sudah tua yang menderita sakit. Prosedur ini apabila diterapkan pada hewan percobaan kemungkinan besar akan mempengaruhi hasil akhir penelitian serta karkasnya tidak bias dikonsumsi.

Berdasarkan keterangan diatas yang mengacu pada petunjuk pelaksanaan euthanasia , pada dasarnya euthanasia diperbolehkan apabila manfaat yang diperoleh lebih besar dari pengorbanan hewan tersebut serta hewan tidak menderita. Para ahli sepakat bahwa dasar utama euthanasia adalah meminimalkan rasa takut dan rasa sakit dari hewan.

Meskipun demikian dalam pelaksanaannya masih ada unsur moral yang belum diatur sehingga selalu menimbulkan kontroversial. Salonii (<http://www.sulekha.com>) mengungkapkan bahwa euthanasia apabila diterapkan pada hewan masih bisa diterima sedangkan pada manusia merupakan tindakan illegal. Perbedaan ini erat kaitannya dengan fungsi hewan dalam menunjang kehidupan manusia. Hal ini menunjukkan bahwa selama hewan tersebut dimanfaatkan untuk kemaslahatan manusia maka euthanasia diperbolehkan.

Euthanasia apabila ditinjau dari kajian etiknya sangat dipengaruhi oleh factor manusia. Petunjuk pelaksanaan yang lebih detail yang lebih mengutamakan prosedur yang paling rendah yang harus ditanggung hewan percobaan perlu segera ditetapkan khususnya di Indonesia.

Institutional Animal Care dan Use Committee yang berkedudukan di America telah menerbitkan Guidelines for Animal Euthanasia (<http://iacue.ufl.edu>). Panduan ini ditulis sebagai upaya untuk meminimalkan penderitaan hewan sehingga akhir hidup dari hewan tersebut benar-benar damai dan bermanfaat (<http://www.anstendig.org/euthanasia.html>, 1989). Satu bagian dari panduan tersebut dinyatakan bahwa euthanasia diperbolehkan apabila dimanfaatkan untuk keilmuan.

Mengacu pada Tabel 2, hewan penelitian yang dipergunakan untuk pendidikan hanya 1% sedangkan pemanfaatan terbesar adalah pengujian obat dan bidang biomedis. Hewan percobaan sangat berjasa dalam menunjang keberhasilan di bidang kedokteran.

Solusi yang dipilih sangat sulit karena ilmu pengetahuan terus berkembang dan semakin luas berantara ilmu yang dipelajari. Upaya yang bisa meminimalkan efek negatif pemanfaatan hewan untuk uji biologis adalah membuat kultur jaringan atau organ sehingga efek kesakitan yang mungkin timbul sudah bisa diantisipasi terlebih dahulu serta peneliti akan lebih akurat dalam pengamatan dengan melihat efeknya pada organ atau jaringan tertentu.

Alternatif di atas sejalan dengan pemikiran Russell dan Burch dalam bukunya "The Principles of Humane Experimental Technique" tahun 1959 (Baumans, 2003) yang mengungkapkan bagaimana pemanfaatan hewan yang secara etik bisa diterima yang dikenal dengan Three R's yaitu Replacement, Reduction and Refinement. Replacement dengan menggantikan hewan hidup dengan teknik *in vitro*, Reduction dengan menurunkan jumlah yang akan dipergunakan dengan cara mengestimasi sebelum penelitian dilakukan secara statistik, Refinement artinya mengurangi rasa tidak nyaman pada hewan yang dieuthanasia dengan menggunakan anaestesi, analgesik, perhatian dan keahlian dari operator yang melakukannya.

Permasalahan lain yang terkait dengan prosedur pelaksanaannya masih belum terpecahkan. Prosedur cervical dislocation (Gambar 1) dan decapitation, misalnya, masih menjadi perdebatan antara peneliti biomedis, dokter hewan dan spesialis etik. Karena pada 1975 seorang peneliti telah menemukan bahwa rangsangan saraf tetap terdeteksi setelah 14 detik yang seharusnya sudah harus hilang dalam waktu 3 detik. Hal ini membuktikan bahwa kedua prosedur tersebut tidak manusiawi.

Cervical dislocation, kira-kira 6 bulan yang lalu diterapkan pada saat pemunahan unggas yang diduga tercemar flu burung di beberapa peternakan di Indonesia karena dianggap paling efisien dan murah. Pada saat dibakar, unggas tersebut masih dalam keadaan sadar sehingga Persatuan Dokter Hewan Indonesia (PDHI) bekerjasama dengan tokoh agama, peneliti serta badan yang independen perlu menerbitkan aturan yang jelas dan terperinci beserta sanksinya mengenai euthanasia yang manusiawi.

Euthanasia atau mercy killing mempunyai prosedur yang berbeda apabila diterapkan pada hewan kesayangan, penderita penyakit zoonosis, hewan liar, dan hewan yang akan dikonsumsi.

## **1. Hewan kesayangan**

Euthanasia atau suntik mati pada hewan kesayangan bisa dilakukan apabila ada permintaan dari pemilik bahwa hewan tersebut sudah sangat menderita dan pemilik sudah tidak sanggup merawatnya.

Pada kasus seperti ini, petugas harus menjelaskan pada pemilik mengenai metode yang akan digunakan serta efek yang akan dirasakan oleh hewan tersebut apabila pemilik berkeinginan untuk menyaksikan proses euthanasia dengan demikian

pemilik tidak akan mengalami trauma. Proses menjadi lebih mudah apabila pemilik menyerahkan sepenuhnya kepada petugas karena efek psikologis dari petugas tidak akan muncul.

Pemilik umumnya memiliki ikatan emosional yang sangat kental dengan hewan kesayangannya seperti yang diungkapkan oleh Elizabeth Severino. Oleh karena itu, mereka lebih memilih untuk tetap merawat hewan tersebut sampai kematian menjemput secara alamiah.

Apabila hewan tersebut setelah diobservasi ternyata menderita penyakit yang bersifat zoonosis seperti rabies maka karena alasan mengganggu keselamatan manusia maka pemilik harus merelakan hewannya dieuthanasia.

Solusi yang perlu dilakukan para pemilik hewan kesayangan adalah dengan melakukan pemeriksaan rutin dengan demikian euthanasia akibat kecerobohan pemilik bisa dihindari.

## **2. Hewan yang tertular penyakit menular (zoonosis)**

Sebagaimana telah diungkapkan di atas, hewan yang diduga tertular penyakit yang bersifat zoonosis harus langsung dimusnahkan. Meskipun demikian panduan pelaksanaan tetap harus ditegakkan karena hewan tersebut masih dalam kesadaran penuh.

Kasus penyakit anthrax, hewan tidak boleh dipotong atau jangan sampai mengeluarkan darah karena spora bakteri yang terdapat di darah apabila kontak langsung dengan udara akan menjadi sangat aktif. Penanganan kasus ini harus hati-hati karena hewan dalam keadaan sadar maka sebelum dibakar hewan harus dianestesi dengan dosis lethal sehingga hewan tidak merasakan stress dan rasa sakit saat meregang nyawa (Franson, [www.nwhc.usgs.gov](http://www.nwhc.usgs.gov))

Permasalahan menjadi sangat sulit apabila penyakit tersebut menyerang pada populasi hewan yang padat. Oleh karena itu, pemerintah setempat lebih memilih untuk menyatakan daerah tertular sebagai daerah tertutup bagi lalulintas hewan. Keputusan ini menjadi solusi yang terbaik sampai observasi dan penanganan kasus selesai atau terkendali

### **3. Satwa liar**

Prosedur pemusnahan satwa liar tidak melalui pemberian anestetik ataupun sedatif tapi dengan meminimalkan efek visual, auditory dan stimulasi gerakan karena memanfaatkan dua prosedur terdahulu terbukti tidak efektif. Penembakan boleh dilakukan langsung pada kepala atau leher sehingga hanya petugas yang benar-benar ahli yang diperbolehkan untuk melaksanakan.

Euthanasia pada satwa liar biasanya dilakukan apabila hewan tersebut menjadi sangat tidak terkendali sehingga membahayakan manusia atau terjadi over populasi. Pelaksanaannya menjadi lebih mudah karena saat ini satwa liar telah terlokalisir sehingga pengawasannya menjadi lebih mudah.

Euthanasia pada hewan kesayangan, penderita penyakit zoonosis maupun satwa liar meskipun secara etik diperbolehkan akan tetapi harus tetap diperhatikan pelaksanaannya. Prosedurnya harus selalu diperbaiki utamanya untuk mengurangi efek ketakutan dan rasa sakit terutama pada saat euthasia dilakukan di tempat yang berbeda dengan habitat hewan tersebut. Selain hal tersebut, petugas yang trampil dan terlatih akan sangat bermanfaat dalam mengurangi penderitaan hewan.

### **4. Hewan untuk konsumsi**

Hal ini berbeda maknanya dengan pemotongan hewan meskipun sama-sama menghilangkan nyawa makhluk hidup. Dalam penerapannya pemotongan hewan yang biasa dilakukan di Rumah Potong Hewan (sapi, kambing, domba, babi, kuda) disingkat dengan RPH dan Rumah Potong Ayam (unggas) atau RPA merupakan upaya untuk meningkatkan manfaat ternak untuk kesejahteraan manusia untuk dimanfaatkan daging beserta produk ikutannya.

Pelaksanaan pemotongan hewan harus mengikuti kaidah tertentu yaitu mengacu pada metode dekapasitasi dengan memakai pisau yang tajam yang hanya dengan sekali sayatan telah hilang nyawanya. Pemotongan hewan di RPH maupun RPA melibatkan seorang tukang jagal yang trampil dalam menangani hewan yang akan disembelih serta harus tahu mengenai anatomi hewan tersebut paling tidak mengetahui dengan pasti letak vena jugularis. Pengeluaran darah dari vena terbesar ini akan mempercepat hewan meregang nyawa sehingga efek emosional dari tukang jagal sangat rendah.

Pada pemotongan hewan untuk dimanfaatkan produknya sebagai makanan maka tidak boleh meninggalkan residu apapun pada produk yang ada (JAVMA, 2001). Hewan yang dipotong harus diklasifikasikan lagi yaitu ternak yang sudah tidak produktif. Pemotongan betina produktif menjadi illegal karena melanggar undang-undang yang berlaku jadi harus benar-benar yang sudah tidak bisa menjalani fungsi utama agar bisa lebih bermanfaat di akhir hidupnya.

Metode dislokasi yaitu dengan jalan memuntir leher unggas secara illegal masih sering dilakukan pada unggas yang stress berat pada saat transportasi. Daging ayam yang dijual di pasar sering disebut dengan ayam duren. Karkas yang terlihat berwarna kehijauan, akan tetapi akan sangat sulit dibedakan apabila telah menjadi produk olahan.

Alternatif pengawasannya yaitu dengan mengawasi penanganan ternak yang akan dipindahkan dari satu daerah ke daerah lain, hal ini berlaku pada semua jenis hewan. Perangkat pengawasan ini sebetulnya telah dilakukan pada pos pengawasan ternak yang ada di perbatasan kota maupun propinsi. Kelemahan yang terjadi adalah petugass pengawas belum tentu orang yang benar-benar ahli dalam melihat kondisi ternak pada saat di atas truk pengangkut.

Pemilik ternak haarus memiliki kewajiban untuk menjaga produk ternaknya sampai ke konsumen, hal ini merupakan upaya meminimalkan kasus penyebaran penyakit dari satu wilayah ke wilayah lainnya.

Ternak yang dalam keadaan stress akan sangat peka terhadap infeksi penyakit utamanya penyakit yang disebarkan melalui udara. Ternak yang diangkut dalam ssuatu kendaraan yang jumlahnya melebihi kapasitas selain produk yang ddihasilkan akan menurun kualitasnya apabila dalam populasi tersebut ada yang sakit maka seluruh ternak yang ada akan melalui karantina terlebih dahulu.

Agar tidak terjadi euthanasia besar-besaran terhadap ternak yang diduga tercemar penyakit zoonosis maka yang perlu dilakukan segera adalah :

- ❖ Pencegahan berupa vaksinasi terhadap ternak yang ada secara rutin
- ❖ Hanya ternak yang benar-benar sehat (mukosa terang tembus dan berwarna merah muda)
- ❖ Ternak yang akan dijual antar kota, propinsi , maupun pulau harus mematuhi aturan transportasi ternak sehingga populasi ternak yang dikirim tidak melebihi kapasitas

Apabila semua prosedur di atas sudah terlaksana dengan baik maka euthanasia tidak perlu dilakukan karena selain sangat merugikan pemilik juga dari segi animal welfare sangat tidak beradab. Hak hidup yang dimiliki oleh setiap makhluk hidup menjadi bias pada saat euthanasia diperbolehkan pada hewan.

Secara etik, euthanasia tidak boleh dilakukan pada semua makhluk hidup. Kehidupan itu sendiri menjadi hak setiap makhluk hidup. Perbedaan yang sangat mendasar antara manusia dan hewan adalah manusia mempunyai pemikiran sedangkan hewan tidak sehingga dia seperti mesin yang bergantung kepada operator. Keberadaannya dalam ekosistem adalah sebagai penunjang kehidupan manusia.

### **Daftar Pustaka**

Anonim. 2001. Euthanasia Guidelines. Americal Veterinary Medical Association Panel on Euthanasia. J. Am. Vet. Ass. 218(5):669-696

Elizabeth Severino.<http://www.connect.net>. Tanggal 28 Oktober 2004. 11.00.am

Euthanasia. <http://www.vetgate.ac.uk>. Tanggal 10 Desember 2004. 15.15 pm

Euthanasia. <http://www.research.uiowa.edu>. Tanggal 10 Desember 2004. 11.25 am

Euthanasia Guidelines. <http://www.ahn.umn.edu>. Tanggal 10 Desember 2004. 14.10 pm

Gerrit Rietveld. Methods of Euthanasia: On Farm Euthanasia of Cattle and Calves. Animal Care Specialist/OMAF. 30 Oktober 2003. <http://www.gov.on.ca> Tanggal 3 Desember 2004, 14.00 pm

Guidance Concerning Use of CO<sub>2</sub> for Euthanasia of Small Animals. <http://las.rutgers.edu>. Tanggal 3 Desember 2004, 10.00 am

<http://www.anstendig.org/euthasia.html>. Tanggal 8 Oktober 2004

<http://iacuc.ufl.edu>. Tanggal 20 Oktober 2004.

J. Christian Franson. Chapter 5 Euthanasia. <http://www.nwhc.usgs.gov>. Tanggal 3 Desember 2004, 15.15 pm

Salonii. <http://www.sulekha.com>. Tanggal 24 Oktober 2004. 11.15 am

V. Baumans. Use of Animals in Experimental Research: an ethical dilemma. <http://nature.com/gt/journal>. Tanggal 2 Desember 2004, 11.00 am