

# **GARIS PANDUAN KAWALAN PENCEMARAN DARIPADA AKTIVITI PENTERNAKAN LEMBU TENUSU**

**CETAKAN PERTAMA  
NOVEMBER 2014**

**ISBN 978-983-3895-42-7**

- PENASIHAT*** : ***YBHG. DATO' HALIMAH HASSAN***  
***Ketua Pengarah Alam Sekitar***
- KETUA PENYUNTING*** : ***DR. ZULKIFLI ABDUL RAHMAN***  
***Timbalan Ketua Pengarah (Operasi)***
- PENYUNTING*** : ***TUAN HAJI ISMAIL ITHNIN***  
***TUNKU KHALKAUSAR TUNKU FATHAHI***  
***SITI NORHIDAYAH ABDULLAH***  
***WAN HASLINA WAN ISMAIL***

# Prakata



**S**elaras dengan pelaksanaan Dasar Agro-Makanan Negara 2011-2020 yang telah diluluskan oleh Kabinet Malaysia pada 28 September 2011, aktiviti penternakan yang akan diperluas dan dipertingkatkan bagi menjamin sumber bekalan makanan negara mencukupi di samping meningkatkan taraf hidup penternak. Sehubungan itu, dalam menyeimbangi kepesatan perkembangan ladang-ladang ternakan dengan keperluan penjagaan alam sekitar, maka Jabatan Alam Sekitar (JAS) mengambil inisiatif untuk mengutarakan

aspek penting yang perlu dititikberatkan dalam menjalankan aktiviti-aktiviti penternakan di ladang bagi mencegah dan mengawal pencemaran.

Berpandukan visi “Pemuliharaan Alam Sekitar Untuk Kesejahteraan Rakyat” dengan misi “Memastikan Pembangunan Lestari di dalam Proses Memajukan Negara”, JAS berharap penerbitan dokumen ini dapat memberi panduan kepada semua pihak khususnya penternak babi, lembu tenusu dan lembu pedaging yang menjalankan penternakan secara intensif supaya meminimumkan penajanaan dan menguruskan buangan dengan berkesan melalui amalan pengurusan yang baik di ladang masing-masing.

Di kesempatan ini saya merakamkan ribuan terima kasih dan penghargaan kepada semua pihak yang telah memberi sokongan dan komitmen padu kepada Jabatan Alam Sekitar khususnya pegawai-pegawai dari Jabatan Perkhidmatan Veterinar dan Universiti Putra Malaysia dalam menjayakan pembangunan dan penerbitan garis panduan ini.

Kepada semua penternak, harapan jabatan ini supaya penternak sentiasa memberi perhatian yang sewajarnya kepada aspek penjagaan dan pengurusan alam sekitar di dalam mengusahakan ladang ternakan masing-masing. Perlu diingat bahawa alam sekitar hanya dipinjamkan kepada kita untuk generasi akan datang. Sehubungan itu adalah wajar bagi kita bersama-sama menjaga alam sekitar dengan baik untuk diwarisi oleh anak cucu kita nanti.

Sekian. Terima kasih.

**DATO' HALIMAH HASSAN**  
**KETUA PENGARAH ALAM SEKITAR, MALAYSIA**

## ISI KANDUNGAN

1. Pendahuluan	5
2. Tujuan	6
3. Kaedah Penternakan Sedia Ada	6
4. Punca Penghasilan Buangan	8
5. Meminimumkan Penghasilan Buangan	12
6. Pengurusan Sisa Ternakan Yang Sedia Ada	22
6.1 Sistem Pengolahan Efluen (Air Buangan) Ternakan	
6.2 Sistem Pengurusan Sisa Pepejal	
6.3 Pengurusan Lain-lain Sisa Pepejal	
7. Keperluan Pengurusan Sisa Ternakan Yang Sempurna	26
8. Faedah Kepada Penternak Menerusi Amalan Pengurusan Buangan Yang Baik Di Ladang	27
9. Teknologi Rawatan Efluen Ternakan	28
10. Pelupusan Sisa Pepejal Ternakan Ke Atas Tanah	34
11. Rujukan	37
12. Lampiran	39

# **GARIS PANDUAN KAWALAN PENCEMARAN DARIPADA AKTIVITI PENTERNAKAN LEMBU TENUSU**

## **1.0 PENDAHULUAN**

- 1.1 Aktiviti penternakan telah dikenalpasti sebagai salah satu penyumbang kepada pencemaran sungai di Malaysia. Dalam konteks ini adalah penting bagi semua penternak supaya mempraktikkan aspek pengurusan alam sekitar di ladang masing-masing kerana aktiviti penternakan sedang dilaksanakan secara meluas bagi menjamin sumber bekalan makanan (protein) dalam negara selaras dengan Dasar Agro-Makanan Negara 2011-2020 untuk meningkatkan kecekapan industri ternakan ruminan.
- 1.2 Masa kini, kawalan penternakan lembu tenusu adalah di bawah bidang kuasa Kerajaan Negeri yang dilaksanakan melalui enakmen-enakmen tertentu yang telah diwartakan. Umumnya, kawalan hanya tertumpu kepada kacau ganggu disebabkan haiwan yang merayau dan bukannya dari aspek kawalan pencemaran.
- 1.3 Dari segi pengawalan alam sekitar dan amalan masa kini, hanya ladang-ladang lembu yang menyertai skim persijilan MyGAP perlu menjalankan pengawasan efluen ternakan bagi parameter BOD<sub>5</sub>.
- 1.4 Masalah pencemaran alam sekitar utama dari aktiviti penternakan lembu tenusu yang biasanya mendapat perhatian umum adalah berkaitan pencemaran air dan bau yang terhasil dari pelepasan air buangan (efluen) ternakan dan pembuangan sisa pepejal.
- 1.5 Aktiviti pembangunan yang pesat khususnya perumahan, telah menular ke kawasan ladang ternakan lembu tenusu yang mana pada asalnya berada di kawasan terpencil. Perkembangan ini menimbulkan tekanan terhadap aktiviti penternakan yang dilihat

boleh mengancam kesejahteraan masyarakat setempat.

- 1.6 Telah berlaku transformasi kaedah ternakan tradisional kepada kaedah moden di mana penternak telah pun menyediakan kawalan pencemaran yang asas seperti kolam takungan. Walau bagaimana pun, usaha perlu dipertingkatkan dengan menggunakan sistem pengolahan efluen (SPE) yang lebih cekap di samping menjalankan pemantauan dan penyelenggaraan berkala ke arah mencapai pertanian moden dan penternak yang berdaya maju.

## 2.0 TUJUAN

- 2.1 Dokumen ini disediakan adalah untuk memberi panduan kepada semua penternak ke arah usaha mengurangkan dan meminimumkan penajanaan bahan-bahan buangan di ladang terutamanya yang menjalankan penternakan secara intensif. Di samping pada masa yang sama dapat meningkatkan imej penternak, produktiviti dan sumber pendapatan serta seterusnya meminimumkan impak pencemaran yang berpunca dari aktiviti penternakan.

## 3.0 KAEDAH PENTERNAKAN SEDIA ADA

- 3.1 Kaedah penternakan lembu tenusu yang diamalkan di Malaysia:

(i) Intensif

- Kaedah ini bermaksud ternakan dikurung dalam kandang dan hanya keluar untuk gerak badan (*eksesais/exercise*).
- Kaedah ini selalu dilaksanakan oleh penternak tenusu berskala besar.

(ii) Semi-Intensif

- Kaedah ini bermaksud ternakan akan dilepaskan di padang ragut atau secara integrasi di ladang kelapa sawit di sebelah pagi dan dikurung di kandang di sebelah petang dan malam.

- Kaedah ini diamalkan oleh penternak tenusu berskala sederhana atau kecil.

3.2 Mengikut statistik, jumlah keseluruhan ladang tenusu di Semenanjung Malaysia adalah 774 buah ladang dengan bilangan populasi ternakan sebanyak lebih kurang 32,777 ekor.

3.3 Purata populasi ternakan lembu tenusu ditunjukkan di **Jadual 1**

**Jadual 1: Purata Populasi Ternakan Lembu Tenusu (Jun 2014)**

<b>Negeri</b>	<b>Jumlah</b>
Johor	9,799
Kedah	2,363
Kelantan	377
Melaka	2,866
N.Sembilan	4,667
P.Pinang	556
Pahang	1,234
Perak	4,710
Perlis	114
Selangor	6,025
Terengganu	66
<b>Jumlah Besar</b>	<b>32,777</b>

(Sumber: DVS 2014)

3.4 Jenis Skala Penternakan Lembu Tenusu:

(i) Skala Besar / Komersial

- Penternak tenusu memiliki induk 50 ekor ke atas.

(ii) Skala Sederhana/ Semi Komersial

- Penternak tenusu memiliki induk melebihi 30 ekor dan kurang daripada 50 ekor.

(iii) Skala Kecil/Tradisional

- Penternak tenusu memiliki penternak 30 ekor dan ke bawah.

3.5 Pada masa kini, lebih kurang 90% dari lembu tenusu ditenak berskala kecil manakala 10% lagi adalah penternakan komersial dan semi komersial.

3.6 Lebih kurang 50% daripada penternakan berskala kecil menduduki tanah TOL (Temporary Occupation of Land).

3.7 Penggunaan *Bedding Material*:

Walaupun bahan pelapik (*bedding material*) digunakan di sesetengah ladang, kebanyakan ladang menggunakan pelapik getah (*rubber mat*) sebagai bahan pelapik. Terdapat sedikit sahaja bahan pelapik seperti habuk kayu atau jerami padi digunakan di ladang tenusu.

3.8 Pelupusan Bangkai Ternakan:

Bangkai ternakan lembu tenusu yang mati dilupus secara tanam.

#### 4.0 PUNCA PENGHASILAN BUANGAN

4.1 Aktiviti penternakan lembu tenusu menghasilkan pelbagai jenis buangan yang mana sekiranya tidak dikawal, ianya boleh menimbulkan pelbagai isu pencemaran seperti pencemaran air, bau dan tanah tanih.

4.2 Berikut adalah buangan yang terhasil dari operasi penternakan lembu tenusu:

(i) Buangan Pepejal

Buangan pepejal dari ladang adalah terdiri daripada

- Najis ternakan
- Bangkai lembu
- Sisa makanan
- Enapcemar dari sistem pengolahan efluen ternakan lembu

Sebagai contoh, penghasilan najis lembu tenusu bagi satu *Animal Production Unit* (APU) iaitu berat badan 100 kg ialah 4.6 kg sehari [(rujukan J.Vet.Malaysia (1992) 4 (1):(1-7)].

Kandungan tinja atau najis lembu bergantung kepada kandungan bahan makanan yang telah diberi. Pada umumnya, ciri-ciri tinja adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual di bawah.

**Ciri-Ciri Tinja (Manure/Najis Lembu)**

Parameter	Peratus (%)
Jumlah bahan pepejal	3 – 6
Jumlah pepejal meruap (volatile)	80-90
Jumlah Kjedaahl Nitrogen	2-4
Sellulosa	15-20
Lignin	5-10
Separa Sellulosa	20-25

(Sumber: Manual Penternakan Lembu Fidlot)

Anggaran kuantiti penghasilan tinja (*manure*) dan kandungan pencemar bagi 2 kategori lembu tenusu adalah masing-masing seperti di **Jadual 2** dan **Jadual 3**.

**Jadual 2 : Jumlah Penghasilan Harian Tinja Lembu Tenusu**

Ternakan (Berat badan)	Jumlah penghasilan tinja dan air kencing (kg/ekor/hari)			
	Kandang (Barns)	Penempatan Sementara (Holding Area)	Tempat pemerahan (Milking Parlor)	Total
<i>Lembu Dara</i> ( <i>Milking cow</i> <i>heifer</i> ) (250kg)	13.2	1.6	0.7	15.5
<i>Lembu Tenusu</i> ( <i>Milking cow</i> ) (400kg)	21.1	2.5	1.2	24.8

(Rujukan : *Cost Methodology Report for Beef and Dairy Animal Feeding Operations-EPA-821-R-01-019-January 2001/Washington, DC 20460*)

**Jadual 3: Penghasilan Harian Pencemar Setiap Ekor Ternakan Lembu**

Ternakan (Berat Badan)	BOD (g/ekor/hari)	TN (g/ekor/hari)	TP (g/ekor/hari)
<i>Lembu Dara</i> ( <i>Milking cow heifer</i> ) (250kg)	29	5.9	11.8
<i>Lembu Tenusu</i> ( <i>Milking cow</i> ) (400kg)	456	152	30.3

(Rujukan: *Cost Methodology Report for Beef and Dairy Animal Feeding Operations-EPA-821-R-01-019-January 2001/Washington, DC 20460*)

(ii) Buangan Cecair

Buangan cecair dari ladang ternakan lembu tenusu adalah terdiri daripada

- air basuhan (kandang, *holding area* dan *milking parlour*)
- air kencing
- air minuman

Anggaran purata penghasilan efluen dari seekor lembu tenusu adalah lebih kurang 55 liter efluen mentah dalam tempoh aktif 16 jam sehari atau kira-kira 3.4 liter sejam.

Perincian penghasilan air buangan dari setiap kawasan kandang termasuk dari aktiviti pembasuhan adalah seperti di **Jadual 4**.

**Jadual 4: Penghasilan Harian Air Buangan Oleh Lembu Tenusu**

Ternakan (Berat Badan)	Penghasilan Air Buangan (L/ekor/hari)			
	Kandang (Barns)	Penempatan Sementara (Holding Area)	Tempat pemerahan (Milking Parlour)	Jumlah
Lembu Tenusu (Milking cow)	38.5	5.5	11	55

(Rujukan: Cost Methodology Report for Beef and Dairy Animal Feeding Operations-EPA-821-R-01-019-January 2001/Washington, DC 20460)

(iii) Lain-Lain Buangan

Lain-lain buangan dari ladang adalah bekas dan peralatan ubat-ubatan terpakai dan buangan sampah sarap.

## 5.0 MEMINIMUMKAN PENGHASILAN BUANGAN

- 5.1 Penghasilan buangan dari aktiviti ternakan lembu tenusu dapat dikawal dengan pengurusan yang baik dan juga penggunaan kaedah pengolahan yang sempurna.
- 5.4 Bagi meminimumkan penghasilan buangan-buangan dari ladang ternakan, pengusaha ladang digalakkan mengaplikasikan penternakan secara moden dan melaksanakan amalan pengurusan ladang yang baik.
- 5.5 Bagi mengurangkan penghasilan sisa buangan, tiga (3) aspek kaedah pengurusan berikut perlu diambil kira:
- (a) Pengurusan makanan
  - (b) Pengurusan kandang
  - (c) Pengurusan sisa buangan

### (a) Pengurusan makanan

#### (i) Sumber Makanan

Ternakan hendaklah dibekalkan dengan sumber makanan yang diperakui oleh pihak berkuasa veterinar seperti rumput peram (*silage*), campuran gula merah (*molases*), PKC (*palm kernel cake*) (hampas kelapa sawit), hampas soya, hampas sagu, hampas barli dan hampas pelepah sawit.

Pilihan makanan yang diberikan akan menentukan kualiti buangan yang terhasil.



Foto 1: Pelepah sawit sebagai sumber makanan ternakan lembu

(ii) Pemantauan makanan

Makanan yang dibekalkan hendaklah sentiasa dipastikan dan dipantau dari segi kualiti dan nutrisinya. Sampel makanan boleh dihantar ke makmal yang diiktiraf untuk dianalisa.

Makanan yang berkualiti akan mengurangkan penghasilan bahan pencemar logam berat seperti tembaga, zink dan sebagainya.

(iii) Jadual Pemakanan

Umumnya, ternakan lembu tenusu yang diberi makan mengikut jadual dan kadar pemakanan yang ditetapkan. (rujukan J.Vet.Malaysia, Lembu Tenusu, 2010)

- (iv) Sisa makanan berlebihan  
Sisa makanan ternakan yang berlebihan perlu dibuang atau dicampur dengan sisa pepejal lain dan komposkan sebagai baja. Cara ini dapat mengelakkan percampuran dengan najis ternakan yang akan menambahkan jumlah dan kualiti efluen yang terhasil.
  
- (v) Kaedah memberi makanan dan minuman  
Kaedah memberi makanan dan minuman hendaklah menggunakan kemudahan dan peralatan yang direkabentuk, dibina dengan betul bagi membolehkan ternakan makan secara selesa dan mengikut keperluan. membantu mengurangkan kuantiti makanan tertumpah ke lantai dan pembaziran.
  
- (vi) Kemudahan dan peralatan makan dan minum ternakan  
Kemudahan dan peralatan makan dan minum ternakan hendaklah direkabentuk dan diletakkan dengan betul bagi mencegah makanan dan minuman dari tercemar oleh najis dan air kencing ternakan.

**(b) Pengurusan Kandang**

- (i) Lokasi Kandang  
Umumnya kes yang melibatkan aduan pencemaran ternakan lembu tenusu adalah berlaku dari aspek perancangan dan bukan sepenuhnya dari sudut kawalan.

Mana-mana pembinaan ladang ternakan baru, penternak perlulah merujuk kepada Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) melalui Mesyuarat *One Stop Centre* (OSC) bagi mendapat nasihat kesesuaian tapak sesuatu ternakan.

Kedudukan lokasi ternakan ini adalah disyorkan terletak di

luar dari kawasan tadahan air kerana pematuhan kepada standard pelepasan tidak menjamin kepada jaminan berterusan sumber air berkualiti.

Ladang hendaklah dibina dengan jarak minima 500m dari perumahan terdekat yang diukur daripada pagar ladang ke pagar perumahan yang terdekat.

Penternak digalakkan menanam pokok yang rimbun dengan tinggi yang bersesuaian bagi menghalang kesan tiupan angin yang membawa pencemaran bau dan habuk dari aktiviti kandang di sempadan ladang dengan reseptor.

(ii) Rekabentuk Kandang

Kandang hendaklah berbumbung sepenuhnya dengan sistem perparitan yang sempurna supaya air hujan tidak memasuki kandang yang akan menyebabkan terhasilnya air buangan yang lebih banyak.

Lantai kandang hendaklah direkabentuk mengikut spesifikasi yang ditetapkan oleh DVS supaya air basuhan dari kandang terus mengalir ke sistem saliran dan perparitan (tiada berlaku resapan atas tanah) dan seterusnya ke kolam rawatan (lantai bersimen dan sedikit bercerun).

Rekabentuk kandang dengan sistem perparitan yang sempurna perlu disediakan.

Sistem perparitan untuk air hujan hendaklah diasingkan dari sistem perparitan efluen dari kandang. Ini dapat memastikan air hujan tidak memasuki sistem pengolahan efluen yang disediakan.

Penternak perlu memastikan agar air hujan tidak bercampur

dengan apa-apa sisa buangan bagi mengelakkan penghasilan lebih banyak air buangan yang perlu diolah.

Sistem perparitan efluen perlu dibina dari konkrit agar efluen ternakan tidak meresap dan mencemarkan air tanah dan semua efluen perlu disalurkan ke kolam pengolahan.

Sistem perparitan untuk air hujan juga seboleh-bolehnya dibina dari konkrit.

Perparitan air sisa perlu terletak di bawah kawasan berbumbung. Manakala perparitan air hujan terletak di kawasan tidak berbumbung dan tidak dihubungkan dengan sistem kolam rawatan.

(iii) Bilangan ternakan

Menghadkan kepadatan ternakan dalam kandang boleh membantu mengurangkan penghasilan bahan buangan.

Bilangan ternakan dalam sesuatu kandang boleh ditentukan mengikut keluasan lantai kandang. Keluasan lantai bagi seekor lembu tenusu perlu bersesuaian dengan saiz ternakan.

(iv) Penggunaan disinfektan

Penggunaan disinfektan yang mengandungi bahan kimia untuk membunuh kuman seharusnya dikurangkan. Penggunaan disinfektan yang lebih mesra alam contohnya kapur sangat digalakkan.

Pembersihan ladang menggunakan disinfektan/kapur bagi tujuan membunuh kuman dilakukan semasa tiada haiwan ternakan di kandang dan dilakukan mengikut kekosongan lot petak dalam kandang.

Dalam keadaan biasa, ternakan boleh dibawa masuk selepas 1 hari kandang dibersihkan. Bagi kandang yang terkena wabak penyakit, tempoh 1 bulan diperlukan selepas pembersihan sebelum ternakan baru dibawa masuk atau seperti dinasihatkan oleh DVS.

(c) **Pengurusan Sisa Buangan**

Dari segi pengurusan sisa buangan, antara langkah yang boleh diambil adalah seperti berikut:-

- (i) Mengurangkan penggunaan air bagi tujuan cucian kandang. Ini akan mengurangkan jumlah sisa efluen yang dihasilkan. Salah satu kaedah terbaik adalah penggunaan *high pressure water jet*.
- (ii) Sisa air buangan yang telah dirawat boleh dikitar semula dan diguna sebagai air cucian lantai kandang dan sebagainya.
- (iii) Sisa buangan pepejal disimpan di *stockpile* (kompos) di atas permukaan tidak telap air supaya tidak meresap ke dalam tanah dan mencemarkan air tanah. Kawasan tersebut juga dilindungi dari terkena air hujan, air dari *sprinkler* atau air dari sistem perparitan. Kandungan kelembapan yang rendah dalam sisa pepejal akan mengurangkan pencemaran bau dan penghasilan efluen.



Foto 2: *Stockpile* baja kompos dari sisa pepejal ternakan

- (iv) Pengasingan sisa pepejal dari sisa cecair boleh dilaksanakan menggunakan alat *separator* atau secara manual menggunakan *scraper*. Langkah ini akan membantu mengurangkan *sludge built-up* yang boleh mengurangkan jangka hayat kolam pengolahaan selain meningkatkan tahap keupayaan kolam untuk mengolah efluen supaya mematuhi standard yang dibenarkan. Ianya juga bagi mengurangkan beban pencemaran yang masuk ke dalam kolam pengolahaan.



Foto 3: Sistem pengasingan pepejal (*Sedimentation Pit*)

- (v) Efluen ternakan perlu diolah terlebih dahulu sebelum dilepaskan ke alur air. Bagi tujuan ini, sekurang-kurangnya tiga (3) buah kolam pengolahaan (iaitu kolam anaerobik, aerobik, fakultatif) perlu disediakan sepertimana garis panduan diterbitkan dan disyorkan oleh DVS.

Walau bagaimanapun, sekiranya hanya satu kolam digunakan, maka perlu dipastikan supaya semua sisa pepejal diasingkan terlebih dahulu agar tidak bercampur dengan air buangan.

Bagi mengelakkan berlakunya peresapan (*seepage*) efluen ternakan yang akan mencemarkan air tanah, bahagian dasar kolam perlu dilapisi dengan lapisan tidak telap air. Walau bagaimanapun, ianya bergantung kepada jenis tanah di lokasi kolam dan paras air tanah (*water table*).

Mana-mana parameter yang masih tidak mematuhi standard had pelepasan, penternak boleh meningkatkan SPE menggunakan sistem tambahan seperti *Sequencing Batch Reactor (SBR)*, *Effective Microorganism (EM)* atau penternak boleh menggunakan sepenuhnya sistem pengolahan mekanikal atau *high rate system*.

- (vi) Bagi memastikan kecekapan SPE atau kolam rawatan (pengolahan) dalam keadaan optimum, kolam-kolam perlu diselenggarakan dan menyahenapcemar (*desludging*) dilakukan sekurang-kurangnya 1 - 3 tahun. Ini masih bergantung kepada kualiti efluen dan ketebalan enapcemar di dasar kolam atau kedalaman kolam. Enapcemar ini boleh dijadikan sebagai baja kompos.

Jarak ruang kosong dalam kolam dengan paras atas kolam (*freeboard*) adalah minimum 2 kaki bagi ternakan lembu. Paras ini perlu dikekalkan sepanjang masa.

- (vii) Efluen separa terawat (*supernatant* yang telah diasingkan dari sisa pepejal) atau efluen mentah masih boleh diguna untuk siraman tanaman/rumput. Bagaimanapun perlu dipastikan agar penggunaannya tidak menyebabkan

pencemaran dan hanya di dalam ladang penternak sendiri dan tidak terlepas ke alurair.

- (viii) Sisa buangan pepejal boleh diguna sebagai baja kompos yang dikompos secara aerobik (*in turn piles or row*).
- (ix) Sisa buangan boleh juga diguna untuk menjana biogas dan disalurkan ke janakuasa bagi mendapatkan sumber tenaga elektrik bagi kegunaan ladang.
- (x) Menggunakan EM juga salah satu kaedah untuk mengurangkan pencemaran bau dari ladang. Melalui kaedah ini, serbuk EM ini ditabur/disembur ke dalam kandang yang akan mengurangkan pencemaran bau yang terhasil.
- (xi) Bangkai ternakan perlu diasingkan dan ditanam di kawasan jauh dari kandang dan kawasan perumahan. Pembakaran bangkai secara terbuka dilarang bagi mengelakkan pencemaran asap dan bau kecuali seperti ditetapkan dalam peruntukan Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Aktiviti yang Diisytiharkan) (Pembakaran Terbuka) 2003 iaitu bagi ternakan yang dijangkiti penyakit.
- (xii) Sisa pepejal seperti bangkai ternakan perlu diuruskan mengikut Garis Panduan Amalan Perladangan Lembu yang Baik dan Arahan Prosedur Tetap Veterinar Malaysia (APTVM).
- (xiii) Melaksanakan Amalan Perladangan Lembu Yang Baik (GAHP) mengikut garis panduan yang diterbitkan oleh Jabatan Perkhidmatan Veterinar Malaysia (DVS).
- (xiv) Konsep *zero discharge* di mana tiada pelepasan efluen ternakan ke alurair dilakukan dan air buangan yang

diolah akan dikitar semula bagi kegunaan ladang seperti membasuh kandang dan sebagainya. Konsep ini adalah digalakkan terutamanya bagi ladang yang terletak di hulu takat pengambilan air. Walau bagaimanapun, sekiranya pelepasan perlu dilakukan maka efluen ternakan perlu mematuhi had pelepasan yang ditetapkan.

- (xv) Pengurusan buangan dalam kandang secara “Pembersihan Kering” (*Dry-cleaning System*).

Tinja atau najis lembu dalam kandang dikaut secara manual atau mekanikal ke dalam satu tempat penstoran khas dan dijadikan baja kompos atau diaplikasikan atas tanah sebagai baja.

- (xvi) Penggunaan air dalam aktiviti pembasuhan hendaklah diminimakan bagi mengurangkan penghasilan efluen.

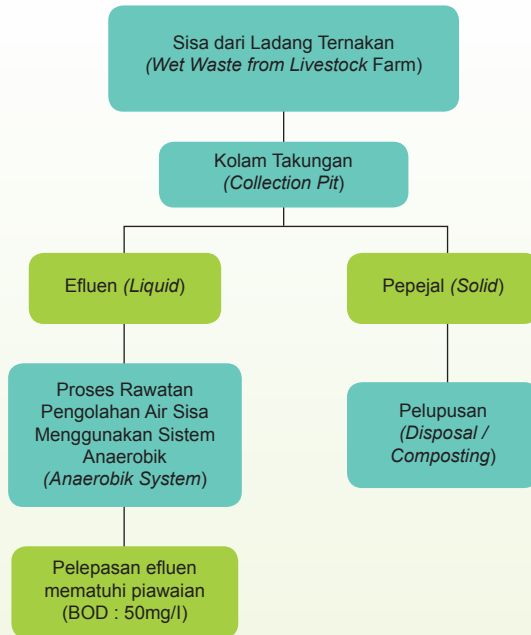
Aktiviti pembasuhan dengan menggunakan *high pressure water hoses* dapat mengurangkan kuantiti air yang digunapakai.

- 5.6 Hanya satu takat pelepasan akhir (*final discharge point*) dibenarkan di ladang.
- 5.7 Pendedahan latihan berterusan perlu diberikan kepada pekerja ladang dari segi mengoptimalkan penggunaan air dan pengendalian bahan makanan agar tidak membazir sehingga meningkatkan kuantiti buangan di ladang.
- 5.8 Pengurusan sisa pepejal dan enapcemar perlu dipastikan dibuat dengan sempurna agar tidak menyebabkan pencemaran bau.

## 6.0 PENGURUSAN SISA TERNAKAN YANG SEDIA ADA

### 6.1 Sistem Pengolahan Efluen (Air Buangan) Ternakan

- Kebanyakan ladang ternakan masih tidak mempunyai sistem pengolahan efluen. Sekiranya ada, hanya terdapat sistem jenis kolam dan umumnya hanya satu kolam sahaja diwujudkan bagi mengolah efluen ternakan.
- Bagi mengelakkan kemasukkan sisa pepejal ke dalam kolam, adalah penting untuk mengasingkan sisa pepejal dari air buangan. Cara ini boleh membantu mengelakkan dari saluran perparitan tersumbat, meningkatkan jangka hayat kolam pengolahan dan mengurangkan kekerapan penyahenapcemar (*desludging*) dilakukan yang akan menjimatkan kos penternak.
- Penggunaan kaedah pengolahan efluen yang lebih sempurna dan efektif bukan sahaja mampu mengurangkan jumlah keluasan kolam-kolam pengolahan dalam ladang ternakan, malah dapat menjanakan sumber tenaga bagi kegunaan dalam ladang, menjana sumber pendapatan sampingan dan meningkatkan imej penternak yang boleh dijadikan contoh kepada penternak yang lain.
- Contoh Sistem Rawatan Sedia Ada seperti di Rajah 1.



Rajah 1: Sistem Rawatan Sedia Ada

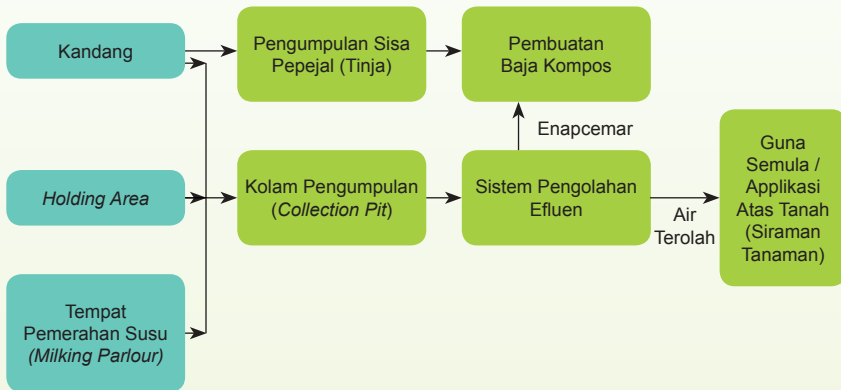
- Pengasingan Pepejal (*Separator*)  
Terdapat sebahagian besar ladang ternakan menggunakan pengasing pepejal (*Solid Liquid Separator*) untuk mempertingkatkan kecekapan sistem pengolahan efluen.
- Kelebihan Penggunaan Pengasing Sisa Pepejal (*Separator*):
  - (i) dapat mengelakkan dari saluran perparitan tersumbat.
  - (ii) meningkatkan jangkahayat kolam pengolahan.
  - (iii) mengurangkan kekerapan penyahenapcemar (*desludging*).
  - (iv) membantu menjimatkan kos penternakan.
- Kelebihan Penggunaan Kaedah Pengolahan Efluen secara mekanikal dan moden:
  - (i) boleh mengurangkan jumlah keluasan kolam-kolam pengolahan dalam ladang ternakan.

- (ii) berpotensi menjanakan sumber tenaga bagi kegunaan dalam ladang.
- (iii) menjana sumber pendapatan sampingan.
- (iv) meningkatkan imej penternak yang boleh dijadikan contoh kepada penternak yang lain.

## 6.2 Sistem Pengurusan Sisa Pepejal

- Sisa Pepejal yang dimaksudkan adalah
  - (i) Pepejal yang diasingkan daripada efluen menggunakan pengasing pepejal atau tapisan (*screen*).
  - (ii) enapcemar yang dikorek dari kolam-kolam pengolahan (*desludging*).
  - (iii) enapcemar yang dikeringkan (*filtered*) melalui *filter press* (jika ada).
- Sisa-sisa pepejal ini kemudiannya dikumpul untuk dibuat kompos di sekitar kawasan ladang.
- Sebilangan kecil penternak mempunyai *sludge drying bed* atau *compost shed*.
- Amalan semasa, pengendalian enapcemar dari kolam pada amnya adalah ditempatkan di kawasan tepi kolam dan tiada tempat khas disediakan. Proses pengkomposan akan berjalan secara semulajadi (*windrow piles*).
- Walau bagaimanapun, enapcemar yang terkumpul berpotensi untuk dibawa air hujan dan masuk semula ke kolam-kolam pengolahan dan mencetakkan kolam. Enapcemar yang dibawa air hujan juga mungkin turut terbebas ke alurair dan mencemarkan di luar kawasan ladang dan mengakibatkan aduan pencemaran.

- Sebaik amalan ialah enapcemar dibawa ke *sludge drying bed* dan dijadikan baja kompos.
- Pengurusan keseluruhan sisa air buangan dan sisa pepejal di ladang ternakan ditunjukkan seperti rajah di bawah:



Rajah 2.0 Carta Alir Pengurusan Sisa Buangan Ladang Tenusu

- Tinja (najis lembu) dikumpulkan dan dihantar ke kawasan *composting*. Kawasan pengumpulan perlu direkabentuk berdasarkan kuantiti penjanaan tinja, tempoh yang diperlukan untuk mengkompos dan kapasiti tempat simpanan kompos (*compost storage capacity*).

### 6.3 Pengurusan Lain-lain Sisa Pepejal

- Oleh kerana kuantitinya kecil, pada amnya, bekas dan peralatan ubat-ubatan hanya ditanam.
- Sisa pepejal seperti bangkai ternakan diuruskan mengikut Garis Panduan Amalan Perladangan yang Baik dan Arahan Prosedur Tetap Veterinar Malaysia (APTVM) 22(e):1/2010)

- Lain-lain sisa pepejal seperti sampah domestik perlu diuruskan mengikut prosedur standard yang biasa.

## **7.0 KEPERLUAN PENGURUSAN SISA TERNAKAN YANG SEMPURNA**

- 7.1 Sisa ternakan yang tidak diolah akan menyebabkan:
- Pencemaran sungai (alur air), air tanah dan perairan pantai
  - Pencemaran bau busuk dan berpotensi diadakan oleh masyarakat berhampiran
  - Eutrofikasi (*Eutrophication*)
  - Penularan wabak penyakit
- 7.2 Sekiranya sisa ternakan diuruskan dengan sempurna, para penternak berpotensi untuk menambah pendapatan melalui pembuatan baja kompos dan mengurangkan penggantungan kepada baja kimia. Ini akan mengurangkan kos penternak.
- 7.3 Pada masa ini, efluen ternakan yang dirawat hanya tertumpu untuk mematuhi satu parameter sahaja iaitu BOD<sub>5</sub>. Tambahan empat (4) parameter iaitu COD, SS, AN dan *E.coli* adalah perlu dipantau bagi membantu mencegah pencemaran dan meningkatkan kualiti air sungai.
- 7.4 Penternak disarankan untuk menjalankan pemantauan sendiri (*self-monitoring*) terhadap efluen ternakan yang dilepaskan dan tidak bergantung sepenuhnya kepada Jabatan Alam Sekitar dan Jabatan Perkhidmatan Veterinar. Penternak perlu menyimpan rekod kualiti efluen tersebut bagi tujuan untuk menambahbaik sistem pengolahan sedia ada (jika perlu).
- 7.5 Dari analisis dan pengamatan, sistem kolam yang sedia ada di ladang ternakan lembu tenusu dijangka tidak mampu mengolah efluen bagi mematuhi had pelepasan bagi parameter seperti COD,

SS, AN dan *E.coli*. Jadi, penternak perlu menambahbaik sistem pengolahaan sedia ada.

- 7.6 Bagi tujuan pematuhan peruntukan undang-undang pada masa akan datang, penternak perlu bersedia untuk memantau dan melaporkan empat (4) parameter pencemar tambahan iaitu COD, SS, AN dan *E.coli* serta lain-lain parameter.

## **8.0 FAEDAH KEPADA PENTERNAK MENERUSI AMALAN PENGURUSAN BUANGAN YANG BAIK DI LADANG**

- 8.1 Penternak boleh memperolehi pelbagai faedah dengan mengamalkan pengurusan sisa buangan yang baik di ladang ternakan seperti berikut:

- Meningkatkan kualiti, produktiviti ladang dan keselamatan hasil pengeluaran ladang serta mengelakkan penularan penyakit berjangkit.
- Memberikan nilai tambah kepada pihak ladang seperti pengiktirafan amalan perladangan terbaik ataupun menjadi rujukan kepada penternak lain.
- Meningkatkan imej penternak dan ladangnya dari aspek penjagaan alam sekitar kerana
  - berupaya mematuhi had pelepasan efluen ternakan mengikut piawai yang ditetapkan.
  - dapat mengelakkan aduan pencemaran daripada orang awam.
  - dapat mewujudkan ladang yang lestari dan mesra alam serta mengurangkan pelepasan gas rumah hijau ke persekitaran (metana, karbon dioksida).

- Kos operasi pengurusan ladang akan dapat dikurangkan
  - o dengan mengelakkan pembaziran makanan ternakan
  - o jumlah penjana sisa yang minimum akan mengurangkan beban ke atas sistem rawatan efluen ternakan
  - o memanjangkan jangka hayat kolam-kolam pengolahan
  - o mengurangkan kos penyelenggaraan sistem rawatan efluen ternakan.
  
- Penghasilan *by-product* bagi menjana pendapatan sampingan.

## 9.0 TEKNOLOGI RAWATAN EFLUEN TERNAKAN

9.1 Efluen tidak diolah akan mencemarkan alam sekitar kerana mempunyai ciri-ciri seperti berikut:

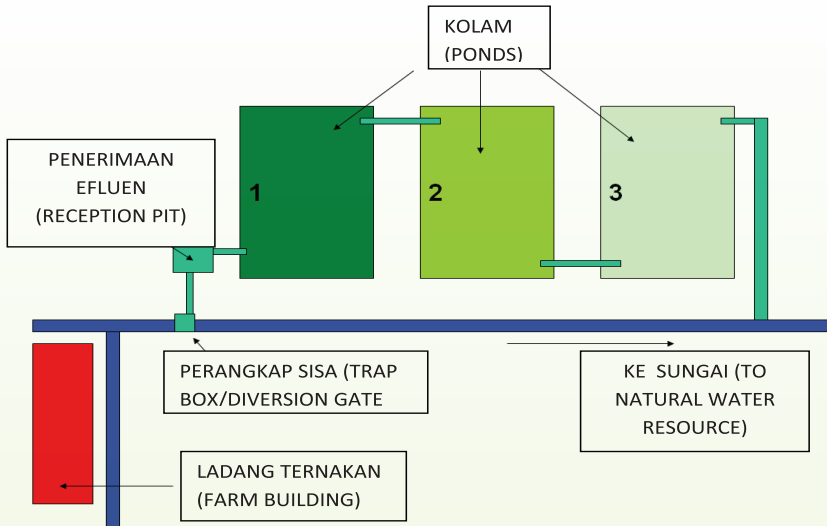
### Ciri-Ciri Efluen Lembu Tenusu

Parameter	Nilai
Jumlah bahan pejal (TS) %	3 – 6 (30000 - 60000 mg/l)
BOD (mg/L)	5000 - 9000
COD (mg/L)	30000 - 60000
Jumlah Kjeldahl Nitrogen (mg/L)	2000 - 3000
Ammoniakal Nitrogen (AN)(mg/L)	500

9.3 Antara teknologi pengolahan efluen yang boleh digunapakai adalah seperti berikut:

#### (a) Sistem Kolam Untuk Pengolahan Air Buangan

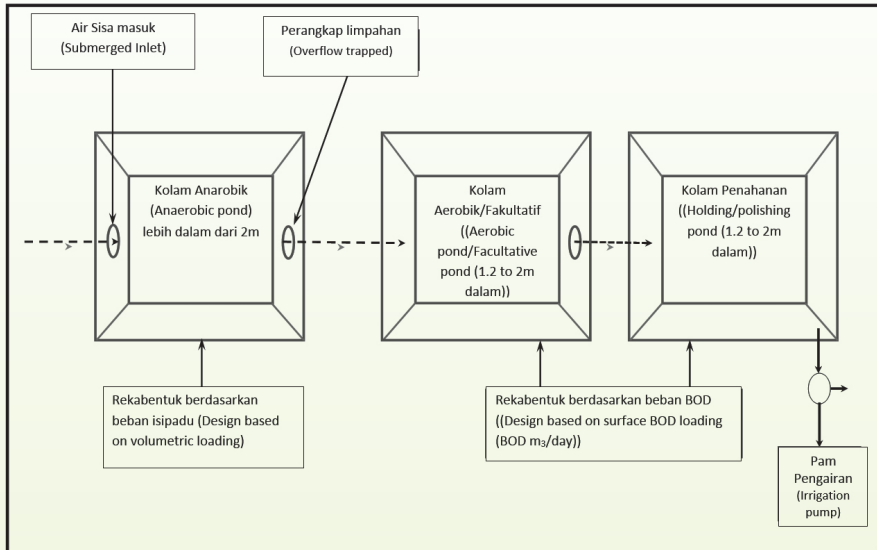
- Salah satu kaedah bagi mengurangkan pencemaran air buangan ialah dengan menggunakan sistem tiga (3) kolam pengolahan seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 3** di bawah.



Rajah 3 : Sistem Kolam Untuk Pengolahan Air Buangan

- Walaupun sistem ini agak murah tetapi ianya memakan ruang yang besar dalam ladang dan tidak berupaya mengolah sisa efluen sekiranya tidak disenggarakan dengan sempurna.
- Pengurangan bahan pencemar berlaku melalui dua (2) proses, iaitu penganapan pepejal dan penstabilan bahan organik.
- Jenis-jenis kolam yang akan terlibat (**Rajah 4**) adalah
  - (i) Kolam Anaerobik
  - (ii) Kolam Aerobik
  - (iii) Kolam Fakultatif

- Penerangan terperinci mengenai proses-proses yang berlaku di dalam sistem kolam adalah seperti di **Lampiran 1**.

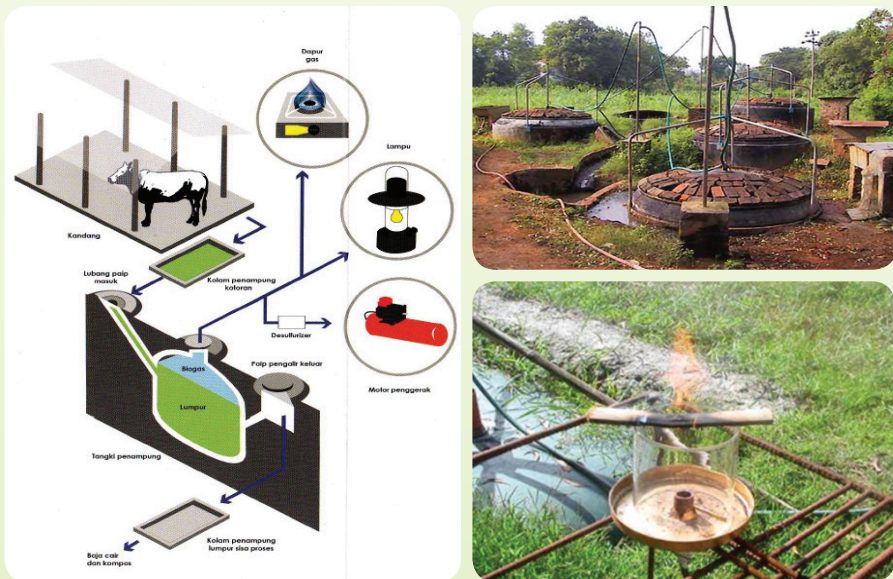


Rajah 4 : Sistem Rawatan Air Dengan Menggunakan 3 Peringkat Kolam

- Jarak ruang kosong dalam kolam dengan paras atas kolam (*freeboard*) adalah minimum 2 kaki bagi ternakan lembu. Paras ini perlu dikekalkan sepanjang masa.
- (b) Kegunaan Tumbuhan Keladi Bunting Dalam Sistem Kolam**
- Penggunaan keladi bunting (*Eichornia crassipes*) boleh mengurangkan kepekatan BOD<sub>5</sub> dari efluen ternakan.
  - Tumbuhan ini boleh digunakan di kolam terakhir.
  - Di samping mengawal pencemaran, keladi bunting boleh digunakan sebagai makanan ternakan, atau dikomposkan bersama-sama dengan najis ternakan.

### (c) Pengeluaran Biogas

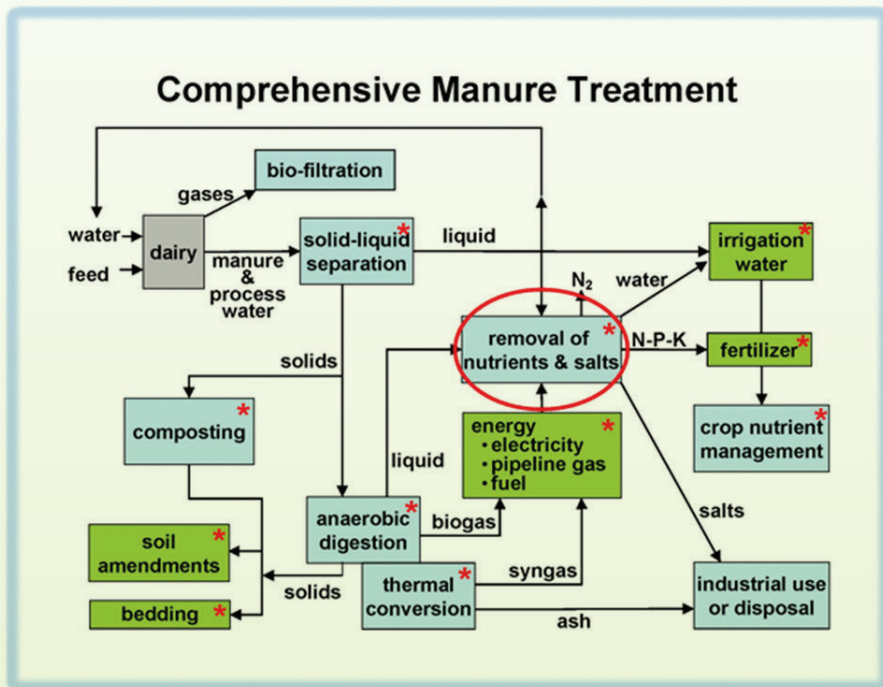
- Biogas ialah gas yang dihasilkan oleh mikrob apabila bahan organik mengalami proses fermentasi dalam satu keadaan anaerobik berdasarkan kesesuaian suhu, kandungan kelembapan dan keasidan. Komponen utama biogas ialah metana ( $\text{CH}_4$ ) (60 - 70%) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ).
- Selain daripada gas diatas, biogas mengandungi sedikit hidrogen sulfida, nitrogen, hidrogen dan karbon monoksida.
- Untuk menghasilkan biogas, loji atau alat penghadam (*digester*) diperlukan. Ianya merupakan satu tangki tempat proses fermentasi dijalankan. Kemudian alat penghadam ditutup untuk proses fermentasi dan pengeluaran gas.
- Contoh sistem aplikasi biogas ditunjukkan seperti di bawah:



Rajah 4: Skematik Sistem biogas dan aplikasi

Sumber: <http://elank37.wordpress.com/2007/12/15/energi-biru-dari-kotoran-ternak/>

Contoh Kaedah Pengolahan Buangan Secara Komprehensif Yang Dilaksanakan Di Ladang Tenusu Luar Negara (California, USA)



\*Kotak biru menunjukkan proses manakala kotak hijau menunjukkan produk yang mempunyai nilai ekonomi.

(Sumber: <http://www.epa.gov/region9/ag/dairy/tech/liquid-waste.html>)

9.4 Berikut ialah proses rawatan sedia ada dan pilihan kaedah yang boleh dipraktikkan:

<b>Pengolahan Primer (Primary Treatment)</b>	<b>Pengolahan Sekunder (Secondary Treatment)</b>	<b>Pengolahan Tertier (Tertiary Treatment)</b>
<b>Digunakan untuk mengurangkan kuantiti atau kepekatan SS</b>	<b>Digunakan untuk mengurangkan kuantiti atau kepekatan BOD<sub>5</sub>, COD, SS</b>	<b>Digunakan untuk mengurangkan kuantiti atau kepekatan AN, E.Coli dan COD</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Solid Liquid .</i></li> <li>- <i>Screens for solid separation</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Pond</i></li> <li>- <i>Oxidation Pond</i></li> <li>- <i>Activated sludge</i></li> <li>- <i>Solids dewatering by centrifuge</i></li> <li>- <i>Trickling Filter</i></li> <li>- <i>Dissolved Air Floatation</i></li> <li>- <i>Sequencing Batch Reactor (SBR)</i></li> <li>- <i>BioFil System/ Cosmo balls</i></li> <li>- <i>Sludge Drying</i></li> <li>- <i>Sludge thickening and Filter Press</i></li> <li>- <i>Anaerobic digestion (Biogas)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Phosphorus and solid removal by lime treatment and settling</i></li> <li>- <i>Partial nitrogen by air stripping</i></li> <li>- <i>Recycling for flushing water</i></li> <li>- <i>Tertiary flushing by membrane / ultra filtration, etc.</i></li> <li>- <i>Evaporation pond for disposal</i></li> <li>- <i>Nitrogen Flushing by Wetland</i></li> <li>- <i>Disinfection</i></li> </ul>

9.5 Penternak adalah digalakkan bagi bertukar kepada sistem kolam kepada sistem mekanikal (*high rate system*) bagi meningkatkan keupayaan dan kualiti pengolahan efluen.

9.6 Penternak juga boleh menjalankan Kajian Pencirian Air Buangan (*Waste Water Characteristization Study*) bagi efluen ternakan yang dilepaskan dari ladang masing-masing sebelum merekabentuk atau menggunakan sebarang sistem pengolahan efluen (SPE). Ini bertujuan supaya SPE yang disediakan sepadan dengan bilangan

ternakan dan tidak *over-designed* (sehingga meningkatkan kos penternak) atau *under-designed* (sehingga sistem tidak mampu mengolah efluen ke had pelepasan yang ditetapkan dan sistem perlu ditambahbaik kemudiannya).

- 9.7 Bagi pengolahan enapcemar dan biomas, kaedah penjaan biogas (melalui *anaerobic digestion*) termasuk bagi penghasilan tenaga elektrik, perolehan semula nutrien (*nutrient recovery*) dan penghasilan Biochar (*Hydrothermal Carbonization*) serta penggunaan semula air terolah (*waste water reuse*) adalah di antara kaedah baru yang boleh dan sedang underdipraktikkan.
- 9.8 Penggunaan kaedah pengolahan efluen yang lebih sempurna dan efektif bukan sahaja mampu mengurangkan jumlah keluasan kolam-kolam pengolahan dalam ladang ternakan, malah dapat menjanakan sumber tenaga bagi kegunaan dalam ladang, menjana sumber pendapatan sampingan dan meningkatkan imej penternak yang boleh dijadikan sebagai “Penternak Contoh”.

## **10.0 PELUPUSAN SISA PEPEJAL TERNAKAN KE ATAS TANAH**

- 10.1 Sisa pepejal ternakan mengandungi unsur-unsur NPK (nitrogen, fosforus dan kalsium) iaitu bahan sebagai baja kepada tanaman.
- 10.2 Walau bagaimanapun sisa pepejal ternakan termasuk enapcemar perlu dikompos, distabil, dikeringkan dan disimpan dengan sempurna di kawasan yang dihaskan yang ditentukan oleh pihak berkuasa di dalam ladang tanpa mengakibatkan kacauganggu awam atau pembiakan lalat.
- 10.3 Pengkomposan adalah satu proses penguraian yang dilalui oleh bahan-bahan sisa organik sehingga menjadi suatu bahan yang stabil, mudah dikendalikan (kurang dari segi kuantiti berbandig enapcemar asal) dan selamat (tiada patogen).

- 10.4 Maklumat lanjut bagi kaedah mengkompos sisa pepejal ternakan boleh diperolehi dari dokumen A-Z Pengendalian Sisa Ternakan Ruminan yang diterbitkan oleh Jabatan Perkhidmatan Veterinar.



Pembuatan Kompos secara “open stockpile compost”



Pembuatan Kompos secara mekanikal

- 10.5 Penternak yang mempunyai ladang pertanian boleh mempraktikkan pelupusan sisa pepejal ternakan ke ladang mereka sebagai baja kompos untuk tanaman rumput (*fodder*).
- 10.6 Bagi penternak yang tidak mempunyai ladang sendiri, mereka perlu mendapat persetujuan pemilik ladang pertanian yang berhampiran.
- 10.7 Pelupusan atas tanah mesti diuruskan dengan baik supaya tidak berlaku air larian permukaan (*surface runoff*) dan pencemaran bau.
- 10.8 Kadar aplikasi atas tanah perlu mengambilkira keadaan cuaca, struktur dan kecuraman tanah, keperluan nutrisi yang diperlukan oleh sesuatu tanaman atau keperluan nutrien tanah yang berkenaan, jarak dari sungai atau telaga minuman, paras air tanah (*ground water table*) dan kawasan perumahan yang terdekat dan lain-lain lagi.

- 10.9 Kaedah mengangkut tinja sebagai baja perlu dilakukan mengikut prosedur yang betul bagi mengelakkan masalah pencemaran semasa proses mengangkut dijalankan.
- 10.10 Mesin digunakan untuk memproses tinja ke bentuk pallet bagi tujuan komersil (jualan).



Carta 1.0: Pemprosesan Tinja Bentuk Pallet Bagi Tujuan Komersil

## 11. RUJUKAN

- (i) Arahan Prosedur Tetap Veterinar Malaysia Arahan Prosedur Tetap Veterinar Malaysia (APTVM, 22(e):1/2010))
- (ii) A-Z Pengendalian Sisa Ternakan Ruminan terbitan Jabatan Perkhidmatan Veterinar.
- (iii) Farm Dairy Effluent Best Practice Guidelines, Environment Southland, New Zealand
- (iv) Guidelines For Siting And Zoning Of Industrial and Residential Areas. Terbitan Jabatan Alam Sekitar, 2012.
- (v) Garis Panduan Amalan Perladangan Tenusu Yang Baik, Jabatan Perkhidmatan Veterinar Malaysia, 2009.
- (vi) <http://www.epa.gov/region9/ag/dairy/tech/liquid-waste.html>
- (vii) <http://elank37.wordpress.com/2007/12/15/energi-biru-dari-kotoran-ternak/>
- (viii) <http://www.dvs.gov.my/sisa-buang-fidlot>
- (ix) Manual Penternakan Lembu Fidlot, DVS
- (x) Prof Dr. Azni Idris: Animal Wastes – Kertas Pembentangan “Best Practices and Treatment Options” di Seminar on Treatment Technology of Animal Waste (Effluent), EiMAS, 27 October 2014
- (xi) USEPA - Cost Methodology Report for Beef and Dairy Animal Feeding Operations - EPA-821-R-01-019-January 2001 / Washington, DC 20460.
- (xii) Sharifah Noorhaimi Syed Salleh: Kertas Pembentangan Mesyuarat & Minilab Penyediaan Garis Panduan Kawalan Pencemaran Dari Aktiviti Penternakan, Jabatan Alam Sekitar Malaysia, Gold Coast Morib, 22-26 September 2014.

## SINGKATAN

- BOD<sub>5</sub> - Biochemical Oksigen Demand (BOD)  
(Keperluan Oksigen Biokimia)
- COD - Chemical Oxygen Demand (COD)  
(Keperluan Oksigen Kimia)
- AN - Ammoniacal Nitrogen (Nitrogen Ammonia)
- SS - Suspended Solids (Pepejal Terampai)
- E.coli* - Bakteria *Escherichia coli*

## LAMPIRAN 1

### JENIS-JENIS KOLAM BAGI SISTEM PENGOLAHAN

#### a) Kolam Anaerobik

Kolam anaerobik menerima air buangan yang mengandungi banyak bahan organik sehingga zon aerobik tidak wujud. Penguraian bahan organik berlaku melalui pencernaan anaerobik di mana bakteria menurunkan asid meruap kepada karbon dioksida dan gas metana. Umumnya, kolam anaerobik digunakan untuk bahan organik dan bukan untuk membersihkan air. Kolam anaerobik boleh dikorek agak dalam tetapi sebaik-baiknya tidak menembusi aras air tanah.

#### (b) Kolam Aerobik

Di dalam kolam aerobik, bakteria dan alga bersama-sama menstabilkan bahan organik secara simbiosis. Oleh kerana cahaya matahari sangat penting dalam pengeluaran oksigen dan alga, kekeruhan air dan kedalaman kolam merupakan dua faktor penting dalam operasi kolam aerobik.

Kedalaman kolam aerobik biasanya diperlukan tidak melebihi 1.5 meter. Kedalaman air tempat alga tumbuh adalah terhad pada jarak 50 cm dari permukaan air.

Bagi kolam yang diudarakan secara sistem mekanikal (seperti *surface aerator*, *air diffuser*), kedalaman kolam boleh ditambah sehingga 4m. Pengudaraan boleh dilakukan dengan mengepam air ke udara atau pun mengepam udara ke dalam air. Kebanyakan alat pengudaraan yang terapung mengepam air ke udara. Sebahagian besar daripada bahan pepejal mendap ke bawah kolam tempat berlakunya penguraian anaerobik.

Pengudaraan boleh mengurangkan bau busuk yang biasanya terhasil dari kolam anaerobik. Walau bagaimanapun, kos alat pengudaraan serta kos penyelenggaraan adalah tinggi.

**c) Kolam Fakultatif**

Kolam fakultatif mengandungi dua zon, iaitu zon aerobik di bahagian atas dan zon anaerobik di bahagian bawah. Di lapisan aerobik, alga yang berfotosintesis menghasilkan oksigen. Bakteria aerobik menggunakan oksigen untuk menstabilkan bahan organik. Lebih banyak lagi karbon akan dihapuskan di zon anaerobik melalui fermentasi dan penghasilan metana. Kedalaman kolam fakultatif adalah antara 1.2 hingga 2.5 m.

Projek ini dibiayai di bawah peruntukan  
Pembangunan Komponen Kajian Pencegahan  
Pencemaran Tahun 2014 dan dilaksanakan melalui  
Mesyuarat dan Minilab Penyediaan Draf Garis Panduan  
Kawalan Pencemaran dari Aktiviti Penternakan,  
22-26 September 2014 di Morib Gold Coast International  
Resort, Banting, Selangor.

## SEKALUNG PENGHARGAAN KEPADA

### **Fasilitator (DVS)**

Pn. Sharifah Noorhaimi Syed Salleh

### **Agensi**

Tn. Haji Marzuki Mokhatar (JAS)

En. Wan Azuan Wan Omar (JAS)

Pn. Aini Oriza Ramli (JAS)

En. Mohd Shahril Rosli (JAS)

### **Fasilitator (DVS)**

En. Roslan Mohd. Yusof (DVS)

Dr Liang Juan Boo (UPM)

### **Agensi**

En. Mohd. Sani Mat Daud (JAS)

En. Mohd Rahimi Dollah (JAS)

Pn. Wan Haslina Wan Ismail (JAS)



