

Jabatan Perkhidmatan Veterinar Malaysia

Wisma Tani, Blok Podium, Lot 4G1,
Presint 4, Pusat Pentadbiran Kerajaan Persekutuan,
62630 Putrajaya, Malaysia.

Tel : 603-8870 2000
Faks : 603-8888 6472
Emel : pro@dvs.gov.my



EDISI 1

GARIS PANDUAN PENGURUSAN SISA BUANGAN TERNAKAN RUMINAN



Terbitan
JABATAN PERKHIDMATAN VETERINAR
Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani

GARIS PANDUAN PENGURUSAN SISA BUANGAN TERNAKAN RUMINAN

Edisi 1

Jabatan Perkhidmatan Veterinar Malaysia

Wisma Tani, Blok Podium, Lot 4G1,
Presint 4, Pusat Pentadbiran Kerajaan Persekutuan,
62630 Putrajaya.

Tel: 603-8870 2000
Faks: 603-8888 6472
Emel: pro@dvs.gov.my

ISBN:

Cetakan Pertama 2019

Penerbit ©
Jabatan Perkhidmatan Veterinar

Hak cipta terpelihara. Tidak dibenarkan mengeluarkan ulang mana-mana bahagian teks, ilustrasi dan isi kandungan buku ini dalam apa jua bentuk dan dengan apa jua cara, samada cara elektronik, fotokopi, mekanik, rakaman atau cara lain kecuali dengan keizinan bertulis daripada Jabatan Perkhidmatan Veterinar, Wisma Tani, Blok Podium, Lot 4G1, Presint 4, Pusat Pentadbiran Kerajaan Persekutuan, 62630 Putrajaya, Malaysia.

ISI KANDUNGAN

Perkara	Tajuk	Mukasurat
PRAKATA		iv
1.0	PENDAHULUAN	1
2.0	DEFINISI	1
3.0	MATLAMAT	2
4.0	OBJEKTIF	2
5.0	PENGURUSAN LADANG TERNAKAN RUMINAN	3
5.1	Sistem Pegurusan Kandang Ruminan (Lembu)	4
5.1.1	Reka Bentuk Kandang	4
5.1.2	Ciri-Ciri Sisa Ternakan Ruminan (Lembu)	5
5.2	Pengurusan Ladang Ternakan Kambing	5
5.2.1	Rekabentuk Kandang Penternakan Kambing	5
5.3	Pengurusan Makanan Ternakan Ruminan	7
5.4	Pelupusan Bangkai	7
6.0	PENGURUSAN SISA BUANGAN RUMINAN (Pepejal atau Cecair)	7
6.1	Konsep 3 R - Reduce, Reuse & Recycle	9
6.2	Kaedah Rawatan Sisa Pepejal dan Air Buangan Ruminan	10
6.2.1	Pengurusan Sisa Buangan Pepejal	12
6.2.1.1	Kaedah Fizikal - Pengasingan Sisa Pepejal	13
6.2.1.2	Kaedah Pengkomposan	14
6.2.2	Kaedah Rawatan Sisa Air Buangan	18
6.2.2.1	Sistem Kolam Pengolahan	19
6.2.2.2	Penyelenggaraan Kolam Pengolahan	25
6.3	Penggunaan Mikrob (useful microbes-EM)	26
6.4	Pemilihan Sistem Pengolahan	27
7.0	SISTEM ALTERNATIF RAWATAN SISA RUMINAN	29
7.1	Sistem Biogas	29
7.2	Sistem Biofilter	31
8.0	PANDUAN PERATURAN & UNDANG-UNDANG INDUSTRI RUMINAN	33
9.0	KESIMPULAN	34
	RUJUKAN	35

LAMPIRAN	37
PENGHARGAAN	40



PRAKATA

Industri ternakan dijangka terus berkembang pesat ke arah sistem yang lebih moden untuk menjamin keperluan sumber makanan berasaskan protin mencukupi dan selamat. Walaupun bekalan dan keselamatan makanan menjadi keutamaan, namun aspek penjagaan kebersihan ladang dan kebajikan haiwan perlu diberi perhatian sewajarnya. Jabatan Perkhidmatan Veterinar (DVS) memainkan peranan yang penting untuk memastikan aktiviti pengeluaran hasil ternakan tidak menjejaskan kualiti alam sekitar dan kesejahteraan hidup masyarakat. Kecekapan pengurusan ladang ternakan perlu mempraktikkan amalan penternakan yang baik (GAHP) di dalam operasi pengeluarannya dengan melaksanakan biosecuriti kebersihan pada tahap yang terbaik. Penternak perlu memahami dan bersama-sama bertanggungjawab di dalam memastikan kelestarian alam sekitar seiring dengan sistem penternakan yang ada di ladang-ladang ternakan mereka supaya aktiviti ini tidak menimbulkan masalah pencemaran alam sekitar dan sensitiviti masyarakat. Garispanduan pengurusan sisa ini diterbitkan supaya ianya dapat membantu penternak bagi menyediakan kaedah pengendalian sisa buangan yang berkesan.

Sekian. Terima Kasih.

YBHG. DATO' DR QUAZA NIZAMUDDIN BIN HASSAN NIZAM
Ketua Pengarah Perkhidmatan Veterinar Malaysia

GARIS PANDUAN PENGURUSAN SISA BUANGAN TERNAKAN RUMINAN

1.0 PENDAHULUAN

Berdasarkan senario aduan berkaitan industri penternakan, aduan kritikal yang diterima oleh Jabatan Perkhidmatan Veterinar (DVS) adalah berhubungkait dengan bau, lalat dan pelepasan sisa air buangan yang dialirkan ke saluran awam dari ladang-ladang ternakan.

Ketika ini, kesedaran dan penilaian terhadap keselamatan makanan, kualiti alam sekitar, kesejahteraan kehidupan dan kebajikan ternakan sentiasa mendapat perhatian masyarakat. Antaranya berkaitan dengan amalan pengurusan sisa buangan yang cekap dan berkesan bagi mengawal kesan pencemaran kepada masyarakat dan alam sekitar.

Jumlah sisa ternakan yang dihasilkan di Malaysia pada tahun 2017 adalah dianggarkan 27,461 tan sehari. Dari jumlah ini, sisa yang dihasilkan oleh ternakan lembu (22%), kambing (2.3%) berbanding ayam pedaging ayam dan penelur dianggarkan sebanyak 60% dan babi 16%.

Ladang ternakan lembu dan babi adalah penyumbang utama kepada masalah pencemaran air dalam industri ternakan. Sementara ladang ternakan ayam mempunyai sisa yang boleh dibuat baja organik. Ladang babi dilihat memberi impak yang lebih signifikan kepada isu alam sekitar kerana kapasiti ladang yang besar. Walaubagaimanapun sektor ruminan juga perlu diberi perhatian sama memandangkan terdapat pelepasan air buangan (*effluen*) dari aktiviti ladang ternakan.

2.0 DEFINISI

“Sisa buangan ternakan” : sisa buangan pepejal dan cecair.

“Sisa buangan pepejal” : sisa pepejal terhasil dari aktiviti penternakan terdiri daripada iaitu sisa tinja, bangkai, sisa

makanan, enapcemar (*sludge*) dari sistem pengolahan.

“Sisa buangan cecair” : sisa buangan terhasil dari air basuhan kandang, air mandian, air kencing dan sisa air dari air minuman.

“Efluen” : Air buangan yang keluar dari sistem pengolahan sisa.

“Enapcemar” : Semi-pepejal (*sludge*) yang mengandungi kelembapan tinggi yang boleh dikeringkan untuk menjadi baja organik.

3.0 MATLAMAT

Garis Panduan Pengurusan Tinja Ternakan disediakan ke arah usaha untuk meminimumkan penjanaan bahan-bahan buangan ternakan di ladang secara cekap dan berkesan.

Arahan Prosedur Tetap Veterinar Malaysia ini disediakan ke arah usaha untuk memastikan pengurusan sisa buangan ternakan di ladang dilakukan secara berkesan dan sistematik.

4.0 OBJEKTIF

Objektif Garis Panduan ini adalah:

- i. Untuk memberi panduan kepada penternak dalam mengurus dan mengendalikan secara sistematik sisa buangan ternakan termasuk perawatan yang mematuhi piawaian.
- ii. Untuk meminimumkan impak pencemaran dan masalah kacau ganggu lalat; dan
- iii. Untuk memberi panduan kepada penternak dalam menguruskan sisa buangan pepejal dan kumbahan yang terawat secara berkesan yang mematuhi piawaian yang ditetapkan oleh pihak berkuasa.

5.0 PENGURUSAN LADANG TERNAKAN RUMINAN

Sistem penternakan lembu yang diamalkan di Malaysia adalah intensif dan semi-intensif. Intensif bermaksud ternakan dikurung dalam kandang dan hanya keluar untuk gerak badan (*exercise*) dan selalunya dilaksanakan oleh penternak berskala besar (komersil). Semi-intensif bermaksud ternakan dilepaskan untuk meragut atau secara integrasi di ladang kelapa sawit pada sebelah pagi dan dikurung di dalam kandang pada sebelah petang dan malam. Kaedah ini diamalkan oleh kebanyakan penternak sederhana atau kecil. Jadual 1 dan Jadual 2 masing-masing menunjukkan skala penternakan lembu tenusu dan pedaging di Malaysia.

Jadual 1: Skala penternakan lembu tenusu

Ternakan / Skala	Kecil	Sederhana	Besar / komersil
Lembu Tenusu	< 30 ekor induk	30 - 50 ekor induk	> 50 ekor induk

Jadual 2: Skala penternakan lembu pedaging

Ternakan / Skala	Kecil	Sederhana	Besar / komersil
Lembu Tenusu	< 30 ekor induk	30 - 50 ekor induk	> 50 ekor induk

Punca penghasilan buangan dari operasi penternakan lembu adalah seperti:

- a. Buangan pepejal – tinja ternakan; bangkai lembu; sisa makanan; enapcemar dari sistem pengolahan efluen ternakan lembu.
- b. Buangan cecair – air basuhan kandang; urin; air minuman tertumpah.
- c. Lain-lain buangan – bekas dan peralatan ubatan dan bahan buangan sampah sarap.

5.1 Sistem Pengurusan Kandang Ruminan (Lembu)

5.1.1 Rekabentuk Kandang

Lokasi ladang ternakan adalah disyorkan terletak di luar dari kawasan tadahan air dan dibina dengan jarak minima 500m dari perumahan terdekat. Rekabentuk kandang hendaklah berbumbung sepenuhnya dengan sistem perparitan yang sempurna (konkrit) di mana air hujan hendaklah diasingkan dari sistem perparitan air kumbahan (efluen). Ini bagi memastikan air hujan tidak memasuki sistem pengolahan efluen yang disediakan. Perparitan efluen perlu terletak di bawah kawasan berbumbung manakala perparitan air hujan terletak di kawasan tidak berbumbung dan tidak dihubungkan dengan sistem pengolahan.



Lantai yang memudahkan aliran air basuhan

5.1.2 Ciri-Ciri Sisa Ternakan Ruminan (Lembu)

Secara umumnya mengandungi unsur-unsur (Jadual 3) berikut:

Jadual 1: Skala penternakan lembu tenusu

Parameter	Peratus (%)
Jumlah bahan pepejal (<i>Total solids</i>) TS	3-6
Jumlah bahan pepejal meruap (<i>total volatile solids</i>) TVS	80 - 90
Jumlah Kjedaahl Nitrogen TKN	2 - 4
Sellulosa	15 - 20
Lignin	5 - 10
Separa sellulosa	20 - 25

Rujukan: Zulkifli Din: Kertas Pembentangan di Bengkel "Garis Panduan Kawalan Pencemaran Dari Aktiviti Ternakan", Jabatan Alam Sekitar, Cyberjaya 27-29 April 2016

Parameter Pencemaran	Nilai kepekatan (mg/L)
BOD (Jumlah permintaan oksigen biologi)	5,000 - 9,000
COD (Jumlah permintaan oksigen kimia)	3,000 - 6,000
TKN (Jumlah Kjedaahl Nitrogen)	2,000 - 3,000
NH ₃ -N (Ammonical Nitrogen)	500

(Rujukan: Garispanduan rekabentuk sistem pengolahan efluen (SPE) bagi penternak lembu tenusu (perintis), Lembu pedaging dan kerbau, Jabatan Alam Sekitar bersama Universiti Putra Malaysia, 2016)

5.2 Pengurusan Ladang Ternakan (Kambing)

5.2.1 Rekabentuk Kandang Penternakan Kambing

Terdapat beberapa jenis atau rekabentuk kandang yang berbumbung. Setiap rekabentuk mempunyai ciri-ciri kejuruteraan binaan dan fungsi masing-masing. Walaubagaimanapun, setiap binaan berkenaan perlu memberikan perhatian kepada persekitaran yang selesa disamping binaan kandang berkenaan dapat membantu mempermudah kerja-kerja pengurusan harian ternakan dilakukan.



Rekabentuk kandang kambing

a) Lantai Atas

Bahan asas yang digunakan sebagai lantai kandang kambing samaada plastik ataupun kayu perlu bersifat tahan lama, tidak mudah rosak, tidak mudah melekit dan cepat kering. Jarak di antara lantai kandang dan lantai bawah di permukaan tanah sebaik baiknya di antara 5.0 - 5.5 kaki. Jarak yang lebih rendah boleh menyebabkan kambing menghadapi masalah kesihatan seperti mata berair, batuk dan sukar bernafas berpunca dari pengeluaran gas Ammonia (NH_3) dari tinja yang terkumpul di bawah kandang. Lantai kandang kambing perlu mempunyai ruang di antara 1 hingga 1.5 cm bagi membolehkan tinja kambing jatuh ke bawah. Sebaik-baiknya batang kayu atau plastik yang digunakan sebagai lantai tidak terlalu lebar (1" x 2"). Ruang keluasan batang kayu atau plastik yang kecil memudahkan kerjakerja pembersihan dilakukan.

b) Lantai Bumi

Ruang lantai bumi sebaik-baiknya disimen dan boleh juga tanah serta mempunyai kecerunan lebih kurang 2%. Ini bertujuan menjadikan kerja-kerja pembersihan dan pengumpulan tinja di bahagian hujung kandang lebih mudah. Lantai jenis ini memerlukan pembersihan yang kerap supaya gas Ammonia (NH_3) dapat dikurangkan jika dibandingkan dengan lantai atas.

5.3 Pengurusan Makanan Ternakan Ruminan

Penternak perlu mengambil kira sumber makanan kerana pemilihan makanan yang diberikan menentukan kualiti sisa buangan yang terhasil. Ternakan hendaklah dibekalkan dengan sumber makanan yang berkualiti dan disarankan menggunakan fomulasi makanan yang betul. Makanan yang berkualiti mengurangkan penghasilan bahan pencemar seperti Ammonia (kandungan nitrogen) serta logam berat (tembaga, kuprum, zink) dan sebagainya. Konsep kebolehhadaman (*digestability*) oleh ternakan ke atas sesuatu bahan makanan yang digunakan di dalam sesuatu formulasi boleh membantu mengurangkan tahap pencemaran di dalam sisa.

5.4 Pelupusan Bangkai

Bangkai ternakan adalah besar dan berat maka perlu diasingkan dan ditanam dengan selamat menggunakan kapur yang ditabur ke dalam lubang. Pelupusan perlu dilakukan jauh dari kawasan kandang dan kawasan perumahan. Pembakaran yang cekap menggunakan incinerator adalah digalakkan namun pembakaran bangkai secara terbuka adalah dilarang bagi mengelakkan pencemaran udara. Bangkai ternakan perlu diasingkan dan ditanam secara selamat mengikut Arahan Prosedur Tetap Veterinar Malaysia (APTVM 22(e):1/2010):

6.0 PENGURUSAN SISA BUANGAN RUMINAN (PEPEJAL atau CECAIR)

Pengurusan sisa ternakan ruminan merupakan salah satu aspek penting di mana amalan pengurusan tinja ternakan yang cekap dan berkesan adalah sebahagian dari kejayaan ladang dalam operasi sistem pengeluaran di ladang. Pengurusan tinja ternakan adalah berasaskan kepada ciri-ciri sisa yang dihasilkan.

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

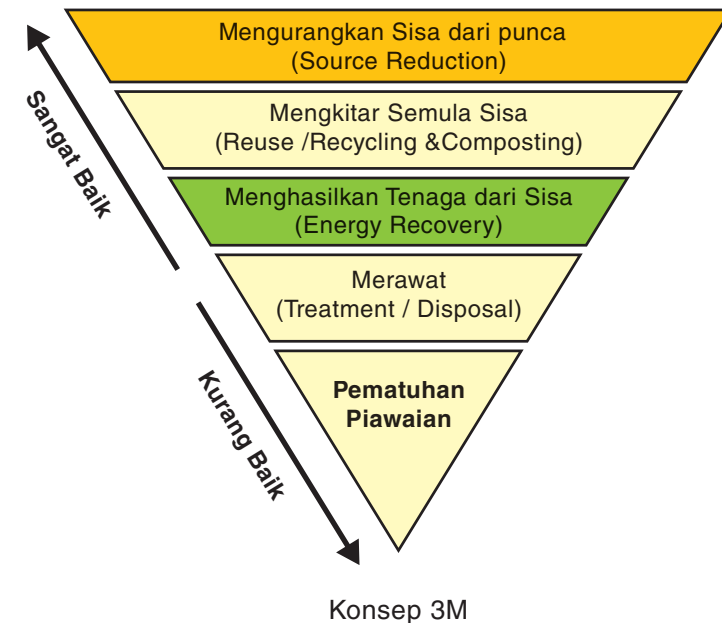
- i. Mengurangkan penggunaan air bagi tujuan cucian kandang untuk mengurangkan jumlah sisa efluen yang dihasilkan dengan menggunakan Jet Air Bertekanan Tinggi (*high pressure water jet*). Sisa air buangan yang telah dirawat boleh dikitar semula untuk air cucian lantai kandang.
- ii. Pengasingan sisa pepejal dan cecair boleh dilaksanakan menggunakan alat separator atau scrapper. Langkah ini membantu mengurangkan pembentukan sludge serta mengurangkan beban pencemaran yang masuk ke dalam kolam pengolahan.
- iii. Sisa buangan pepejal yang diasingkan dikumpulkan di tempat pengkomposan yang tidak telap air supaya tidak meresap dan mencemarkan air bawah tanah. Tempat pengkomposan perlu dilindungi dari air dan kelembapan untuk mengurangkan pencemaran bau dan pembiakan lalat.
- iv. Tinja lembu mengandungi unsur-unsur NPK (nitrogen, fosforus dan kalsium) yang sesuai dijadikan baja kompos.
- v. Efluen dari ternakan perlu diolah terlebih dahulu sebelum dilepaskan ke saluran air. Bagi tujuan ini, sekurang-kurangnya tiga (3) atau empat (4) buah kolam pengolahan (iaitu kolam anaerobik, aerobik, fakultatif) perlu disediakan sepertimana garis panduan diterbitkan dan disyorkan oleh DVS.
- vi. Di ladang hanya satu takat pelepasan akhir efluen (*final effluent discharge point*) dibenarkan. (Lampiran 3)
- vii. Konsep zero discharge di mana tiada pelepasan efluen ternakan ke saluran air awam. Air kumbahan yang diolah boleh dikitar semula bagi kegunaan siraman untuk baja tanaman seperti rumput di ladang dan sebagainya. Konsep ini adalah digalakkan terutamanya bagi ladang yang terletak di kawasan tadahan (*catchment area*). Walau bagaimanapun, sekiranya pelepasan perlu dilakukan maka efluen ternakan perlu mematuhi had pelepasan efluen yang ditetapkan.
- viii. Bahan seperti enzim serta mikro-organisma (EM) boleh

dicampurkan dalam makanan ternakan, air minuman atau tinja bagi meningkatkan keberkesanan sistem pengolahan seterusnya boleh mengurangkan pencemaran air dan bau.

- ix. Penternak perlu melaksanakan Amalan Perladangan Lembu Yang Baik (GAHP) mengikut garis panduan yang diterbitkan oleh Jabatan Perkhidmatan Veterinar Malaysia (DVS).

6.1 Konsep “Reduce, Reuse dan Recycle (3R)”

Pengurusan sisa dari aktiviti ladang ternakan boleh mengikut konsep 3R (**Reduce - Reuse - Recycle**). Rajah 1 menunjukkan hierarki pengurusan sisa yang boleh dipraktikkan dalam pengurusan sisa ternakan. Kelebihan ‘Konsep 3R’ jika dilaksanakan pada peringkat awal boleh memberi impak kepada pengurangan kos rawatan sisa.



(Rujukan: www.epa.ie/pubs/advice/green_business/farming_the_environment)

Rajah 1 menunjukkan hierarki pengurusan sisa

Reduce - mengurangkan penghasilan sisa ternakan supaya pengendalian sisa mudah dibuat dengan baik serta menjimatkan kos rawatan sisa.

Reuse - menggunakan semula bahan buangan untuk operasi ladang. Air kumbahan dari sistem rawatan air buangan yang telah dirawat dengan baik boleh dikitar semula bagi mencuci kandang, siraman tanaman atau rumput ternakan.

Recycle - Sisa ternakan boleh diproses untuk menghasilkan tenaga melalui sistem biogas dan boleh dijadikan sebagai baja organik untuk tanaman.

6.2 Kaedah Rawatan Sisa Pepejal dan Air Buangan (Ruminan)

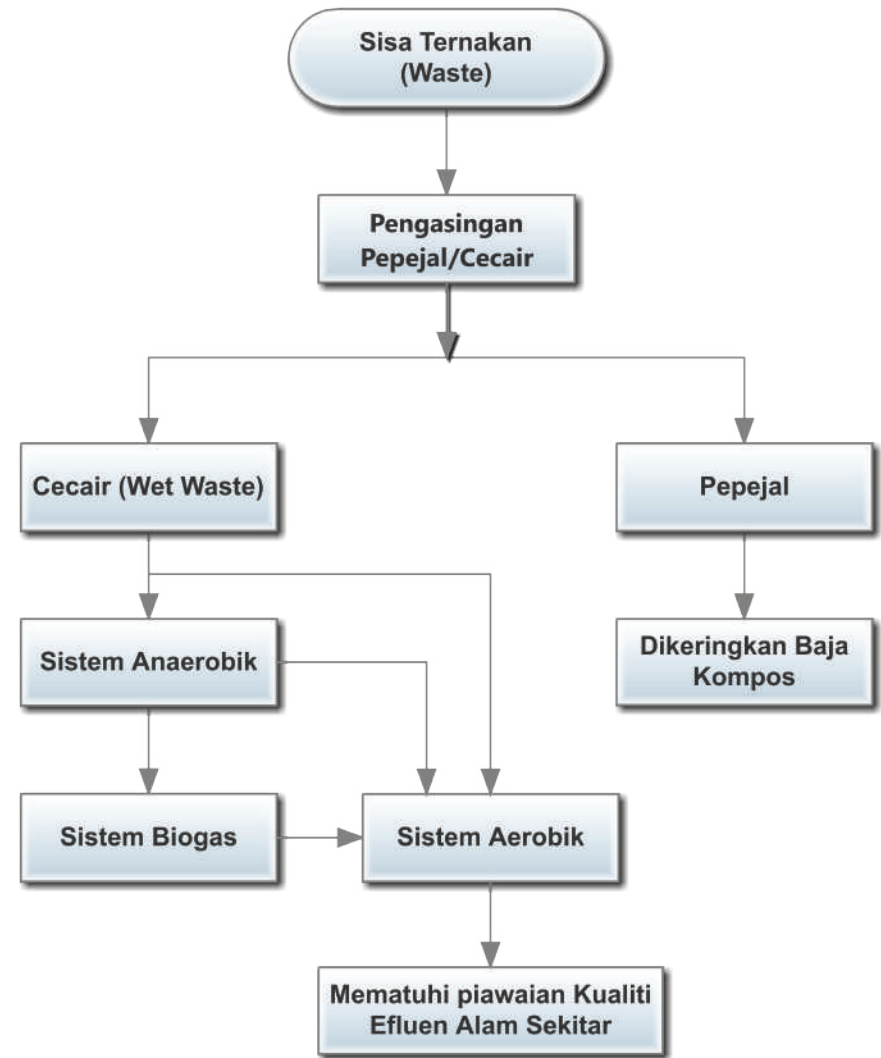
Secara lazimnya sistem rawatan air buangan direka bentuk mempunyai 3 peringkat:

Peringkat 1 : Pengasingan sisa pepejal - rawatan fizikal

Peringkat 2 : Rawatan biologi - Penguraian bahan organik dalam kolam/tangki oleh mikrob semulajadi.

Peringkat 3 : Pengenapan - Air kumbahan (efluen) pada peringkat akhir dimendapkan di dalam tangki penenapan atau kolam (*wetland*) sebelum dilepaskan keluar.

Kebiasaannya ternakan babi, lembu '**feedlot**' dan tenusu menghasilkan air kumbahan yang bercampur dengan najis ternakan, sisa makanan, air kencing manakala sisa ayam dan kambing adalah sisa pepejal kering. Jadi kaedah rawatan adalah bergantung kepada jenis sisa dihasilkan. Rajah 2 dan Jadual 4 menunjukkan mekanisma rawatan sisa berdasarkan bentuk sisa pepejal atau cecair.



Rajah 2: Carta Aliran Proses rawatan sisa ternakan lembu pepejal dan cecair

Jadual 4: Kaedah mengendalikan sisa di ladang ternakan

Ternakan	Jenis Sisa	Punca Sisa	Kaedah Pengendalian Sisa
Lembu	Pepejal dan Cecair	Air basuhan / cucian kandang mengandungi sisa: - makanan - najis ternakan	Mesin pengasingan pepejal / (<i>solid separator</i>) - Kolam sediment (<i>manure pit</i>) / penganapan - Sistem kolam / Rawatan Biologi - Pengomposan
Kambing / Bebiri	Pepejal	Sisa adalah: - makanan - najis ternakan	- Kutipan dan Pengomposan

Rujukan: Zulkfli Din: Kertas Pembentangan di Bengkel "Garis Panduan Kawalan Pencemaran Dari Aktiviti Ternakan", Jabatan Alam Sekitar Cyberjaya 27 - 29 April 2016.

6.2.1. Pengurusan Sisa Buangan Pepejal

Sisa tinja yang dikutip dan dikumpulkan boleh diproses untuk menjadi baja kompos atau baja organik. Jaring boleh dipasang dibawah lantai kandang bagi memudahkan proses pengasingan dan pengumpulan tinja. Sisa perlu diletakkan pada tempat yang sesuai dan di dalam bangsal berbumbung supaya tidak basah terkena hujan. Sisa dikeringkan secara membalikkan pada setiap minggu sehingga sisa kering dan matang. Penggunaan Efektif Mikrob, vermicompost (cacing) dan pengeringan secara aerobik dapat membantu mempercepatkan proses pengkomposan. Baja yang matang seterusnya boleh digunakan atau dibungkus untuk dijual. Sekiranya air digunakan untuk mencuci lantai selepas tinja dibersihkan maka air basuhan tersebut perlu dirawat dan disalurkan ke kolam pengolahan. Rawatan air buangan penting sebagai mematuhi piawaian kualiti air alam sekitar sebelum dilepaskan ke saluran awam.

6.2.1.1 Kaedah Fizikal - Pengasingan Sisa Pepejal

Sisa air buangan bercampur dengan tinja (pepejal) akan mengalir ke dalam tangki takungan pengumpulan (*collection pit*). Kemudian dari sini sisa pepejal diasingkan (gambar) sebelum air buangan dialirkan ke kolam rawatan biologi (pengolahan). Kelebihan pengasingan pepejal adalah seperti berikut:-

- Cecair yang dipisahkan adalah lebih mudah dipam atau mengalir ke sistem rawatan seterusnya
- Cecair tidak membentuk kerak (*scum*) yang sukar diuraikan semasa rawatan di dalam kolam-kolam pengolahan dan
- Mengurangkan beban organik yang tinggi memasuki sistem rawatan biologi yang ada supaya memudahkan proses penguraian bahan organik.

Walau bagaimanapun, ia harus diberi perhatian bahawa pepejal yang dipisahkan sebelum rawatan adalah tidak stabil dan tidak boleh digunakan secara terus. Ia perlu dikendalikan sebagaimana proses untuk membuat baja kompos.



Contoh kaedah untuk pengasingan sisa pepejal dan cecair

6.2.1.2 Kaedah Pengkomposan

Sisa tinja ternakan lembu boleh dijadikan salah satu bahan atau komponen dalam pembuatan kompos. Kompos digunakan secara meluas sebagai baja organik dalam bidang pertanian. Penghasilan produk seperti ini dapat menjana pendapatan tambahan kepada penternak dan dalam masa yang sama membantu mengekalkan persekitaran yang bebas daripada pencemaran. Kompos merupakan sumber baja tanaman yang tahan lama. Penguraian yang berlaku dalam proses pembentukan kompos memudahkan tanaman menyerap nutrien serta boleh memperbaiki keadaan tanah yang berpasir atau tanah liat bagi memberi pengudaraan kepada akar tanaman.

Bagi mendapatkan kompos yang baik, lokasi proses pengomposan perlulah dititikberatkan. Lokasi hendaklah berada di bawah teduhan dan berdekatan dengan sumber air dan elakkan kawasan air yang bertakung. Kawasan perlulah berjauhan daripada kawasan perumahan. Tapak bagi proses ini perlulah keras dan tidak berpasir.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengomposan adalah mikroorganisma, nisbah Karbon: Nitrogen (C:N), saiz partikel, pengudaraan, lembapan, suhu dan saiz timbunan kompos. Mikroorganisma seperti bakteria dan kulat berperanan dalam penguraian bahan kompos. Walaupun mikroorganisma mengawal proses utama pengomposan, prestasi keberkesannya dipengaruhi oleh faktor-faktor persekitaran seperti nisbah CN, suhu, lembapan dan suhu.

Keseimbangan nisbah CN sangat diperlukan kerana mikroorganisma memerlukan unsur karbon untuk tenaga dan pertumbuhan, manakala nitrogen untuk protein dan pembiakan. Secara umumnya, mikroorganisma memerlukan 25 kali ganda karbon berbanding nitrogen. Nisbah karbon kepada nitrogen yang tersedia dirujuk sebagai nisbah CN. Nilai nisbah CN dalam lingkungan 19-30 adalah nisbah optimum untuk aktiviti mikroorganisma yang aktif.

Semua bahan untuk menghasilkan kompos perlu dihancurkan terlebih dahulu kerana saiz partikel yang kecil meluaskan permukaan partikel untuk mikroorganisma bertindak balas. Bagi bahan daripada unsur kayu dan dedaun, saiz yang paling sesuai adalah 2-8 cm. Pengudaraan perlu dilaksanakan kerana mikrob aerob yang bertindak untuk menguraikan bahan memerlukan oksigen untuk hidup. Pengudaraan diberikan secara manual dengan membalikkan kompos atau secara mekanisasi dengan mengepam udara masuk ke dalam timbunan kompos. Tanpa kehadiran udara, mikrob anaerob menjadi dominan dalam timbunan kompos seterusnya mengundang bau busuk. Sebaiknya, pembalikan dilakukan dengan manual atau jentera selang 3 hari selama 2 minggu pertama dan kemudian setiap 5 hari untuk 2 minggu berikutnya dan seterusnya setiap minggu jika tiada tanda-tanda suhu akan meningkat.

Perubahan suhu berlaku semasa proses pengomposan. Pada awal proses, suhu meningkat secara mendadak dari 23° kepada 60°C. Selepas itu suhu menaik sehingga ke 72 - 78°C. Suhu tinggi ini dicapai dan mendatar selama dua minggu atau lebih bergantung kepada saiz dan jenis bahan yang digunakan dalam kompos sebelum suhu menyusut ke suhu sekitar. Lembapan juga menjadi faktor lain dalam proses pengomposan yang baik, kandungan lembapan optimum semasa proses adalah 60 - 65%. Sekiranya lembapan jatuh ke bawah 40%, aktiviti mikrob akan susut dan menyebabkan proses mengambil masa yang lama. Lembapan boleh ditambah dengan menyembur air ke atas timbunan kompos atau semasa kompos dibalik-balikkan. Timbunan saiz yang optimum perlu untuk mengekalkan haba di dalam timbunan. Saiz minimum timbunan ialah 1m x 1m x 1m atau dicadangkan 145 kg per meter persegi (JPH,1992).

Kriteria kompos yang matang ialah, kompos akan bertukar kepada warna hitam keperangan dan komposisi asal tidak dapat dikenali lagi. Pada peringkat ini, kompos tidak lagi mengeluarkan sebarang bau kecuali bau humus.

Penternak perlu dilengkapi dengan pengetahuan berkenaan teknik membuat kompos dan digalakkan membuat komposnya sendiri bagi memastikan produk mereka berkualiti dan mematuhi piawaian.

Panduan membuat kompos secara umum:

1. Bahan-bahan membuat kompos perlu ditimbunan minimum 1m x 1m x 1m.
2. Pembasahan timbunan kompos perlulah dilaksanakan. Pastikan kelembapan adalah 60 - 65%.
3. Proses pembalikan timbunan kompos perlu dilaksanakan. Pembalikan dilakukan selang 3 hari selama 2 minggu pertama dan kemudian setiap 5 hari untuk 2 minggu berikutnya dan seterusnya setiap minggu jika tiada tanda-tanda suhu akan meningkat.

Kriteria kompos yang matang ialah, kompos akan bertukar kepada warna hitam keperangan dan komposisi asal tidak dapat dikenali lagi. Pada peringkat ini, kompos tidak lagi mengeluarkan sebarang bau kecuali bau humus.



Baja Kompos dihasilkan

Apabila berlaku masalah di dalam pembuatan baja kompos hendaklah dilakukan aturcara seperti yang ditunjukkan pada Jadual 5.

Jadual 5: Kaedah Mengatasi Masalah Dalam Pembuatan Kompos Sisa

Masalah	Penyebab	Penyelesaian
Tiada atau kenaikan suhu yang perlahan	Timbunan terlalu kecil	Penambahan sumber bahan campuran
	Timbunan terlalu kering	Penambahan air
	Nisbah CN tidak seimbang	Penambahan sumber daripada sisa hijau atau tinja ternakan
	Kurang pengudaraan	Perlu proses pembalikan
Kompos mengeluarkan bau yang kurang enak	Terlalu basah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proses pembalikan untuk menambah pengudaraan dijalankan. Tambahkan bahan yang mempunyai kadar serat tinggi seperti habuk sabut kelapa atau 2. Buka timbunan kompos dan serakkan, biarkan ia kering selama beberapa jam sebelum ditimbun semula
	Terlalu berasid	Tambahkan abu atau dolomit untuk meneutralkan asid
Kehadiran lalat pada kompos	Terdapat cebisan daging atau protein makanan	Elakkan penggunaan bahan dengan campuran tersebut
	Terdapat campuran dengan kandungan gula atau nitrogen yang tinggi	Membuat lapisan di atas kompos dengan campuran tanah
Kandungan kompos berhabuk (berwarna putih)	Bahan terlalu kering atau tidak dibalikkan untuk tempoh yang lama	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jalankan proses pembalikan semula timbunan 2. Tambah lembapan (air) dan bahan yang mempunyai kandungan nitrogen yang tinggi

Rujukan: Penanaman Sayuran Secara Organik di Malaysia. Penyunting: Dr Wan Abdullah Wan Yusoff dan Illani Zuraihah Ibrahim. Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia. Cetakan pertama 2015

6.2.2 Kaedah Rawatan Sisa Air Buangan

Sisa air buangan dihasilkan akibat dari basuhan tinja dan kandang. Air buangan (pepejal dan cecair) ini perlu dirawat dengan kaedah-kaedah rawatan yang berkesan.



Air basuhan menyebabkan pencemaran air

Jumlah air buangan yang dihasilkan bergantung kepada pekerja (*operator*) di ladang ternakan. Amalan basuhan yang berbeza-beza dengan jumlah air digunakan menentukan isipadu air buangan. Oleh itu, perlu buang (*scrape*) terlebih dulu untuk membersihkan dan mengumpul sisa sebelum basuh. Kaedah ini boleh membantu bagi mengurangkan penggunaan air. Penggunaan alat pemancut air (*high pressure water jet*) yang digunakan selepas "*scrapping*" dapat juga meminimakan penghasilan air buangan dari kandang.

Berikut anggaran isipadu air buangan yang terhasil dari aktiviti basuhan dari kandang lembu (Jadual 6):

Jadual 6: Anggaran Air Buangan Dihasilkan Dari Ternakan Lembu

Ternakan	Jumlah air buangan dihasilkan (liter / berat hidup / hari)*
Lembu Fidlot / Tenusu	378 liter / ekor

*- Anggaran berat hidup = 450 kg

(Rujukan: National Pingtung University of Science and Technology Taiwan-Environmental centre for livestock waste management for Asia countries, 2000).

6.2.2.1 Sistem Kolam Pengolahan

Salah satu kaedah rawatan sisa buangan cecair atau air buangan dari aktiviti ternakan yang murah dan mudah adalah menggunakan sistem kolam. Namun memerlukan ruang/kawasan yang luas. Kos terlibat adalah kos pembinaan awal dan penyelenggaraan setiap 2 - 3 tahun sekali. Sistem ini perlu diselenggara dengan baik supaya enapcemar yang terbentuk dan mendap di dasar kolam perlu dibersihkan apabila telah penuh. Kekurangan penyelenggaraan yang baik menyebabkan sistem tidak dapat berfungsi untuk mencapai tahap kualiti piawaian air buangan (*effluen*) yang dikehendaki. Enapcemar daripada kolam pengolahan boleh digunakan sebagai baja. Secara lazimnya sistem rawatan air buangan direka bentuk mempunyai 3 peringkat:

Terdapat 3 jenis kolam bergantung kepada jenis-jenis proses penguraian biologi seperti di Jadual 7 iaitu:

- Kolam Anaerobik
- Kolam Fakultatif
- Kolam Aerob

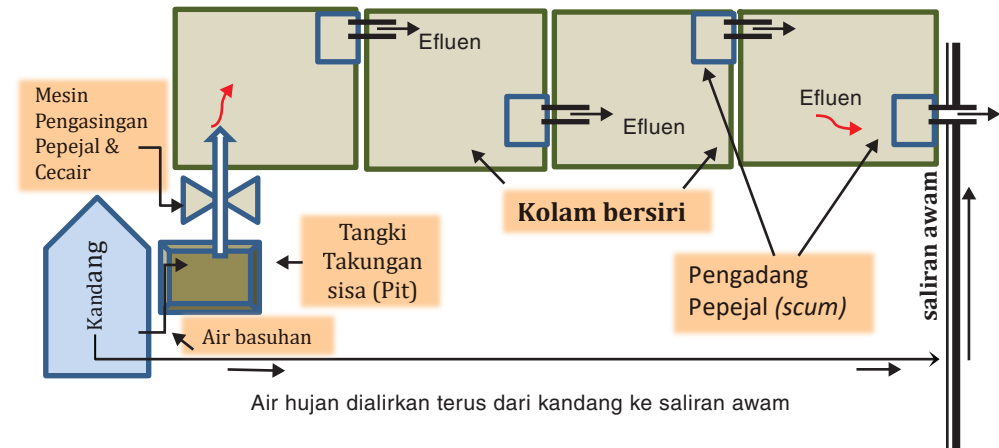
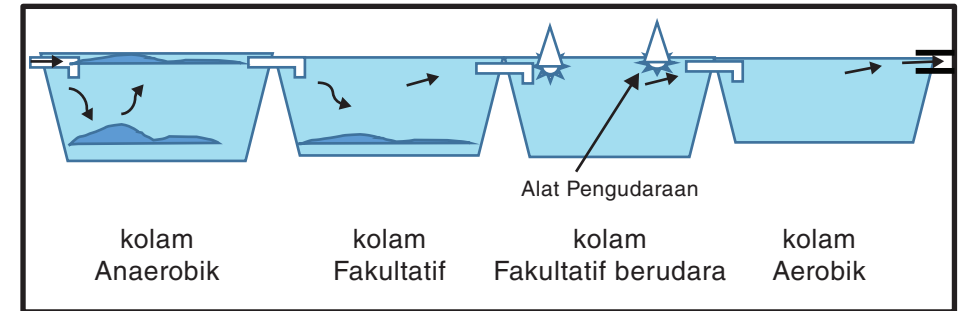
Jadual 7: Jenis-Jenis Kolam Pengolahan Sisa

JENIS KOLAM	KEDALAMAN	Masa Takungan (<i>detention time</i>)	TUJUAN
ANAEROBIK	3.0 - 5.0 m	3 - 6 hari	50 - 70% BOD dikurangkan (<i>digestible</i>) Selebihnya bahan organik akan diuraikan di kolam fakultatif berikutnya. (kolam ini bukan untuk pembersihan air buangan / mencapai tahap kualiti efluen akhir).
FAKULTATIF Pertama (Primary) Keadaan - anaerobik dan Aerobik berlaku	1.5 - 2.5 m	15 - 45 hari	BOD dikurangkan lagi pada tahap ini (<i>soluble and fine particulate BOD</i>) aktif ketika siang hari di mana oksigen dibekalkan oleh algae melalui fotosintesis. Di lapisan bawah berlaku proses anaerobik di kawasan pepejal terendap (<i>settled solids</i>).
FAKULTATIF Kedua (Secondary) aerated - alat pengudaraan	2.5 - 4.0 m	10 - 20 hari	Meningkatkan proses penguraian bahan organik serta kualiti air buangan. Proses penguraian berlaku dimana oksigen dibekalkan melalui alat pengudaraan.
Kolam Aerobik/ maturation	0.9 - 1.5 m	2 - 6 hari	Menambahkan proses penguraian bahan organik dan meningkatkan kualiti air buangan. Peringkat ini berfungsi sebagai memusnahkan mikroorganisma patogen.
Kolam konkrit - (<i>completely mixed</i>) Aerobik dengan alat pengudaraan	> 2.5 - 4.0 m	2 - 4 hari	Menggunakan alat pengudaraan mekanikal untuk mempercepatkan proses penguraian berlaku. Efluen perlu dimendapkan di akhir kolam sebelum di alirkan keluar. Sistem sangat efisien tapi memerlukan kos.

(Rujukan: M.Von Spreling, et al.,(2005)

Kebiasaan bilangan kolam dibina sekurang-kurangnya empat (4) secara bersiri (rajah 3) iaitu 1 kolam anaerobik, 2 kolam fakultatif / fakultatif berudara dan 1 kolam aerobik. Sekiranya bilangan kolam pengolahan melebihi dari empat (4) adalah sangat baik kerana berpotensi mencapai tahap piawaian yang dikehendaki.

Kolam-kolam boleh dikorek agak dalam tetapi sekiranya lokasi kolam terdapat sumber air berdekatan maka dasar kolam hendaklah dilapik dengan bahan kalis air (liner) seperti polimer tebal (HDPE) atau konkrit supaya air kolam tidak meresap ke dalam tanah dan mencemarkan sumber air.



(Pandangan Atas)

Saiz ukuran adalah bergantung kepada jumlah penghasilan air buangan dan bilangan ternakan (Jadual 8).

Jadual 8: Kriteria merencanakan sistem pengolahan kolam ternakan Lembu

Perkara / Aspek	Unit	Nilai			
Penghasilan air buangan	Liter / ekor	378 ⁵			
		Anaerobik (7)	Fakultatif (8,13,14)	Fakultatif Berudara (8,13,14)	Aerobik (8)
Jumlah kolam		1	2	1	1
Isipadu Kolam	m ³ / ekor	3.8	7.6	3.8	1.5
Luas permukaan kolam (+20% faktor keselamatan)*	m ² / ekor	1.5	3.0	2.3	1.5
Kedalaman kolam	meter	3.0	3.0	4.0	1.5
(HRT) Masa tahanan / takungan	hari	6 - 10	20	20	5
Keperluan Oksigen	kg O ₂	-	-	0.8 - 1.2 ($< 2.0 \text{ W / m}^3$)	-
Penurunan BOD	%	70 - 90	75 - 85	75 - 85	80 - 85

Rujukan: ⁵ National Pingtung University of Science and Technology Taiwan, 2000.

⁷ Syed Muhammad, et al., (1990):

⁸ M. Von Spreling, et al., (2005).

¹³ (http://www.cals.ncsu.edu/waste_mgt/1999report.html)

¹⁴ (http://en.wikipedia.org/wiki/waste_stabilization_pond#facultative_ponds)

*- Kajian JAS/UPM

a. Kolam Anaerobik

Kolam ini adalah peringkat pertama yang menerima air buangan yang masuk ke dalam kolam. Kolam anaerobik mengandungi bahan organik yang tinggi sehingga tiada proses penguraian aerobik berlaku. Penguraian bahan organik berlaku melalui pencernaan anaerobik di mana bakteria menurunkan asid meruap kepada karbon dioksida dan gas metana. Umumnya, kolam anaerobik digunakan untuk penguraian bahan organik dan bukan untuk membersihkan air. Kolam anaerobik boleh dikorek agak dalam tetapi sebaiknya tidak menembusi aras air tanah (*water table*).



Kolam Anaerobik

b. Kolam Fakultatif

Peringkat kedua dan ketiga adalah samada kolam fakultatif (tanpa atau berudara) berperanan untuk mengurangkan beban bahan organik selepas proses penguraian di dalam kolam anaerobik. Kolam ini mengandungi dua zon iaitu zon aerobik di bahagian atas dan zon anaerobik di bahagian bawah.

Di lapisan aerobik, bakteria aerobik menggunakan oksigen untuk menstabilkan bahan organik. Manakala di lapisan anaerobik karbon dihapuskan melalui proses fermentasi dan menghasilkan gas metana. Ada juga Kolam fakultatif yang diudarkan dimana oksigen dibekalkan di bahagian atas dengan alat pengudaraan permukaan (*surface aerator*).



Kolam Fakultatif



Kolam Fakultatif berudara

c. Kolam Aerobik

Peringkat terakhir kolam aerobik, bakteria dan alga bersama-sama menstabilkan bahan organik. Kekeruhan air serta kedalaman lagun merupakan dua faktor penting dalam operasi kolam aerobik. Keberkesanan kolam aerobik boleh ditingkatkan dengan penambahan alat pengudaraan (*aerator*) di mana proses pengudaraan boleh mengurangkan masalah bau serta boleh menurunkan kadar pencemaran ke tahap yang lebih baik untuk piawaian kualiti air buangan.



Kolam Aerobik

d. Kolam Aerobik Yang diudarakan

Kaedah ini adalah sistem kolam dibina dari konkrit untuk menjimatkan kawasan dengan kedalaman melebihi 3.0 meter sehingga 4.0 meter. Terlebih dulu, pepejal dari air buangan yang memasuki kolam akan diasingkan melalui takungan (*pit*) mendapan atau alat '*separator*'. Seterusnya air buangan dimasukkan ke kolam pengudaraan untuk melalui proses aerobik. Alat pengudaraan mekanikal digunakan untuk mempercepatkan proses penguraian (*completely mixed aeration*) berlaku. Kos pembinaan lebih tinggi jika dibandingkan dengan kolam tanah tetapi kualiti efluen yang dikeluarkan lebih baik serta boleh mencapai tahap piawaian yang ditetapkan. Kos tambahan yang diperlukan adalah kos tenaga bagi penggunaan 1.6 - 3.2W/m³ isipadu kolam untuk alat pengudaraan.



Sistem kolam diudarakan

6.2.2.2 Penyelenggaraan Kolam Pengolahan

Penguraian bahan organik dari air buangan ternakan oleh mikroorganisma di kolam tidak sepatutnya menerima bahan yang tidak boleh diuraikan (*non-biodegradable*) seperti sampah sarap. Air hujan perlu dilihat sebagai air yang bersih dan perlu diasingkan bermula dari kandang supaya tidak memasuki kolam. Langkah-langkah berikut boleh dijadikan sebagai panduan (Jadual 9) sekiranya kolam-kolam pengolahan tidak berfungsi dengan baik.

Jadual 9: Panduan untuk Tindakan Penyelenggaraan Kolam

Pemerhatian	Oksigen Terlarut	Kualiti Efluen	Keadaan Kolam	Tindakan
Warna hijau cerah bawah permukaan: tiada bau.	Banyak	Sangat baik	Sangat baik	1) Hanya perlu bersihkan sedikit pepejal / tumbuhan yang terapung.
Warna biru kehijauan	Sederhana	Sederhana	Baik	2) Pepejal terapung di sudut-sudut mesti di bersihkan

Hijau atau biru kehijauan di permukaan. Pepejal / <i>sludge</i> terapung yang dinaikan dari bawah oleh gas dan berbau busuk (<i>sulfid</i>).	Kurang	Kurang memuaskan	Kepekatan organik dalam air buangan melebihi (<i>overloaded</i>) di dalam kolam	3) Akibat kepekatan air buangan yang masuk ke kolam adalah tinggi. Salirkan sebahagian air buangan supaya kurang memasuki ke kolam untuk sementara - kerap bersihkan pepejal yang terapung.
Kelabu Kehitaman atau coklat kehitaman di permukaan: Bau sulfid dan pepejal Kehitaman terapung di permukaan.	Sangat kurang	Sedikit atau sifar	Kepekatan organik dalam air buangan melebihi (<i>overloaded</i>) dan keadaan menjadi anaerobik	4) Ikut langkah 3. Jika masih sama berlaku, kolam perlulah ditambah bagi mengurangkan kepekatan air buangan yang masuk. Pembersihan kolam perlu dijaga.
Warna permukaan Kemerahan atau kehitaman	Sangat kurang oksigen	Sangat tidak memuaskan	Berkemungkinan akan menjadi anaerobik - pH rendah	5) Ini menunjukkan kehadiran bakteria sulfur. Tindakan ikut langkah 3.

(Rujukan: M.Von Spreling, et al, (2005)

6.3 Penggunaan Mikrob (*useful microbes-EM*)

Penggunaan Mikrob yang berkesan seperti EM (*effective microbes*) merupakan suatu kaedah yang sangat membantu untuk mempercepatkan proses penguraian bahan organik di dalam rawatan air kumbahan dan pengkomposan sisa pepejal ternakan (*composting*). Penggunaan mikrob atau mikroorganisma dalam rawatan sisa menambahkan kemampuan metabolisme yang tinggi.



Contoh Mikrob aktif

Bioteknologi dengan menggunakan mikrob adalah untuk mempercepatkan penguraian bahan organik (*decomposer*). Kebiasaannya EM dicampur ke dalam makanan, minuman atau diletakkan ke dalam kolam pengolahan. Hasilnya sisa ternakan dapat ditukarkan kepada produk yang tidak toksik dan dalam masa yang sama dapat mengurangkan kadar pencemaran kepada alam sekitar.

6.4 Pemilihan Sistem Pengolahan

Terdapat beberapa pilihan (*options*) sistem kolam pengolahan yang boleh digunakan supaya efluen yang dialirkan keluar akan dapat mematuhi piawaian kualiti efluen.

- (a) **Pilihan Pertama:** Pit (tangki pengumpulan) + mesin pengasingan pepejal - cecair + 1 kolam anaerobik + 2 kolam fakultatif (*primary & secondary*) + 1 kolam aerobik.
- Aliran air buangan dari kandang memasuki ke tangki takungan / pengumpulan (*pit*).
 - Air buangan bercampur pepejal diasingkan menerusi tapisan (*screen*) atau mesin pengasingan pepejal - cecair.
 - Pepejal diasingkan dan cecair akan disalurkan ke kolam Anaerobik.
 - Aliran keluar dari kolam Anaerobik akan memasuki 2 kolam fakultatif (kolam tanpa alat pengudaraan).

- v. Aliran air akan dirawat di kolam aerobik terakhir lalu dialirkan keluar
- (b) **Pilihan Kedua:** Pit (tangki pengumpulan) + mesin pengasingan pepejal - cecair + 1 kolam anaerobik + 1 kolam fakultatif + 1 kolam fakultatif berudara + 1 kolam aerobik.
- Aliran air buangan dari kandang memasuki tangki takungan / pengumpulan (pit).
 - Air buangan bercampur pepejal diasingkan menerusi tapisan (*screen*) atau mesin pengasingan pepejal-cecair.
 - Pepejal diasingkan dan cecair akan disalurkan ke kolam Anaerobik.
 - Aliran keluar dari kolam Anaerobik akan memasuki ke kolam fakultatif pertama tanpa alat pengudaraan.
 - Aliran dari kolam fakultatif pertama akan memasuki ke kolam fakultatif kedua (ada alat pengudaraan)
 - Aliran seterusnya akan dimasukkan ke kolam aerobik terakhir untuk diolah lalu dialirkan keluar.
- (c) **Pilihan Ketiga:** Pit (tangki pengumpulan) + mesin pengasingan pepejal - cecair + 1 kolam anaerobik + 1 kolam fakultatif + 1 unit tangki bioreaktor (alat pengudaraan).
- Aliran air buangan dari kandang memasuki tangki takungan / pengumpulan (*pit*).
 - Air buangan bercampur pepejal diasingkan menerusi tapisan (*screen*) atau mesin pengasingan pepejal-cecair.
 - Pepejal diasingkan dan cecair akan disalurkan ke kolam Anaerobik.
 - Seterusnya aliran keluar dari kolam Anaerobik akan memasuki ke kolam fakultatif.
 - Akhirnya air buangan akan dirawat dengan menggunakan tangki bio-reaktor (saiz 20-25 m³) yang mengandungi bebola media (60%).
- (d) **Pilihan Keempat:** Pit (tangki pengumpulan) + Tangki Biogas (rujuk rawatan alternatif) + 1 unit tangki bioreaktor + tangki pemendapan atau membina 1 kolam aerobik.
- Aliran air buangan dari kandang memasuki tangki takungan / pengumpulan (*pit*).

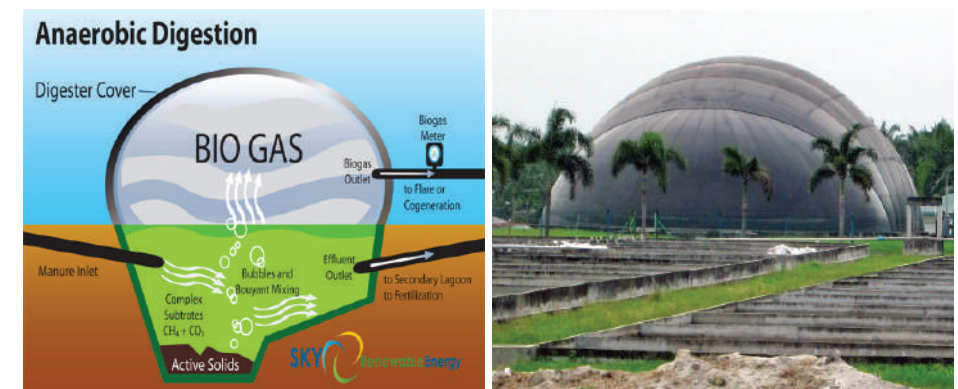
- Air buangan bersama pepejal di pam/dialirkan ke tangki biogas
- Biogas (metana) terhasil boleh digunakan bagi menghasilkan tenaga bahanapi dan letrik.
- Aliran yang keluar dari tangki biogas perlu dirawat seterusnya menggunakan sistem aerobik untuk mematuhi piawaian efluen yang ditetapkan oleh pihak berkuasa.

7.0 SISTEM ALTERNATIF RAWATAN SISA RUMINAN

7.1 Sistem Biogas

Sistem biogas adalah proses penguraian bahan organik secara anaerobik (tertutup) di dalam tangki pencernaan (*digester*). Sistem ini merupakan suatu kaedah mitigasi yang penting di dalam menangani pelepasan (*emissions*) gas rumah hijau (*green house gases*) yang berpotensi bagi kejadian pemanasan global (peningkatan suhu dunia).

Komponen utama terhasil di dalam biogas adalah gas metana (CH₄, 60-70%) dan karbon dioksida (CO₂, 30-40%). Pelepasan gas metana dapat dikawal dengan menjadikan ianya sumber tenaga yang boleh diperbaharui (*renewable source of energy*) seperti bahan api dan penjanaan tenaga elektrik.





Biogas untuk menstabilkan bahan organik termasuk menghasilkan tenaga (*renewable energy*)

Proses ini menghasilkan enapcemar (separa cecair) yang telah stabil (*digestate*) dari tangki anaerobik. Enapcemar yang termendap perlu dikeluarkan dan dikeringkan untuk menjadi baja kepada tanaman atau menyuburkan tanah (*soil conditioner*).

Walaupun bagaimanapun efluen yang keluar sistem ini masih tidak boleh mencapai tahap kualiti air yang ditetapkan oleh pihak Jabatan Alam Sekitar. Justeru, efluen perlu dirawat seterusnya sebelum dialirkan ke saluran awam. Jadual 10 (i) dan (ii) menunjukkan penghasilan biogas dan kuantiti sisa dan air diperlukan untuk menghasilkan biogas dengan berkesan.

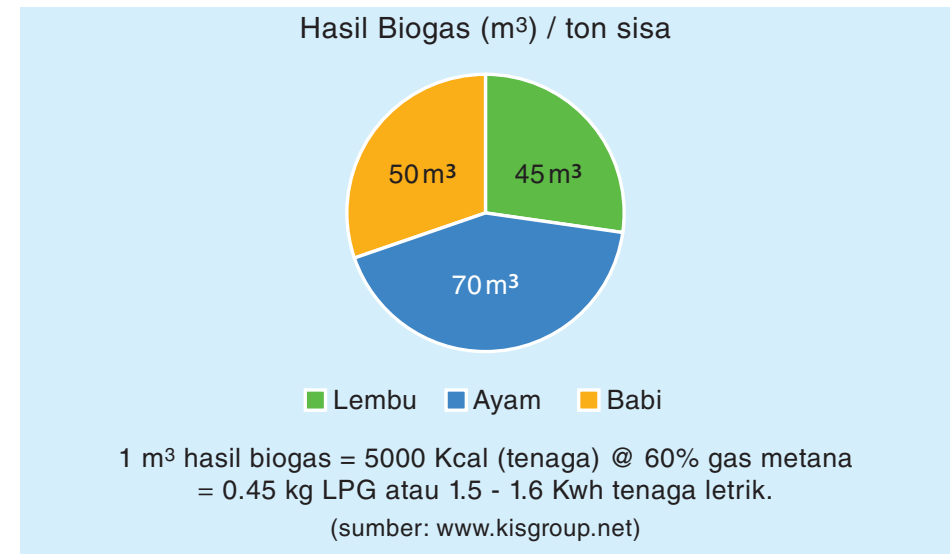
Jadual 10 (i): Penghasilan Biogas Mengikut Jenis ternakan

Jenis ternakan	Tinja / hari / ekor (kg)	Penghasilan biogas (liter / 1kg tinja)
Lembu	10 - 15	40

Jadual 10 (ii): Kadar air diperlukan untuk menghasilkan Biogas

Saiz Biodigester / tangki (m ³)	Sisa / hari (kg)	Air (liter) dicampur	Jumlah penghasilan biogas / hari (m ³)
4	20 - 40	20 - 40	0.8 - 1.2
6	40 - 60	40 - 60	1.2 - 2.4
8	60 - 80	60 - 80	2.4 - 3.2
10	80 - 100	80 - 100	3.2 - 4.0
15	100 - 150	100 - 150	4.0 - 6.0

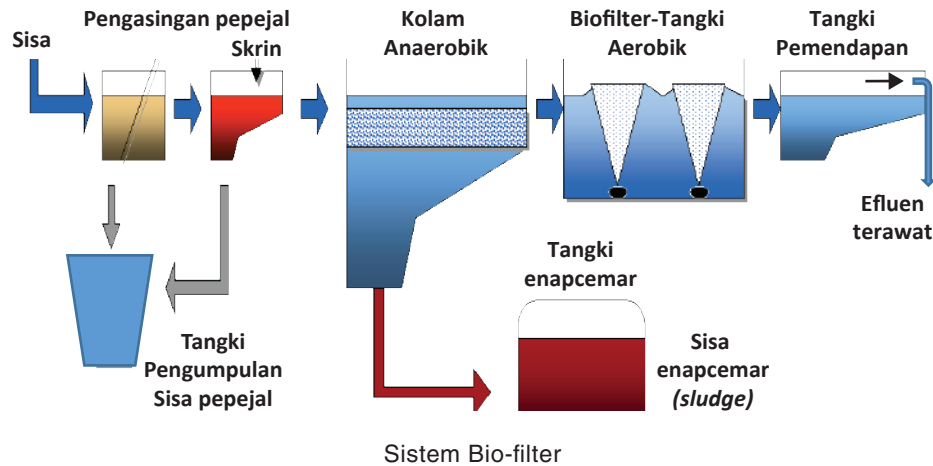
(Rujukan: IBMA, Institute of Biology, Medicine and Agriculture of Royal Academy of Cambodia, 2015)



Rajah 2: Penghasilan biogas mengikut komoditi ternakan

7.2 Sistem Biofilter

Sistem biofilter adalah sistem bersepadu yang mengubahsuai sistem kolam rawatan biologi sedia ada dengan menambah tangki pengumpulan sisa pepejal, pam pepejal (*slurry*), tangki bio-filter dan tangki pemendapan. Tangki bio-filter, tangki pengumpulan sisa dan tangki pemendapan boleh dibuat dari bahan fiber ataupun konkrit. Sistem ini dapat mengurangkan penggunaan kawasan dan kelebihan kemampuan menurunkan tahap pencemaran sehingga mencapai piawaian efluen yang ditetapkan oleh pihak berkuasa. Bagaimanapun sistem ini melibatkan kos yang tinggi tetapi efisien.



Sistem Bio-filter

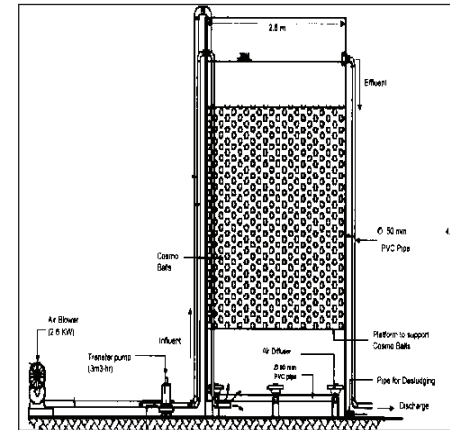
Biofilter (tangki aerobik) terdiri daripada tangki yang mengandungi media berfungsi untuk menambahkan luas permukaan untuk mikroorganisma melekat (*attached*) bagi penghuraian bahan organik di dalam air buangan. Di Malaysia, produk ini dikenali sebagai BioFil telah berjaya digunakan untuk merawat sisa air buangan ternakan. Saiz Biofilter yang kecil dengan kepadatan tinggi menawarkan kadar pemprosesan yang tinggi serta menjimatkan kawasan / ruang. Kejayaan Biofilter bergantung kepada pertumbuhan mikrob pada permukaan media di dalam tangki. Air buangan mentah akan masuk ke dalam tangki dari bawah dan mengalir ke atas melalui media yang dipenuhi bakteria.

Kaedah ini berjaya mencapai peratusan lebih daripada 90% bagi merawat bahan organik serta dapat mematuhi piawaian efluen. Sistem Biofilter biasanya stabil dan dapat berfungsi dengan baik dalam pelbagai kepekatan sisa air buangan. Kos pembinaan pada permulaan agak sederhana tetapi mudah diselenggarakan. Efluen akhir boleh mencapai tahap piawaian Jabatan Alam Sekitar.

Enapcemar yang terdapat selepas sistem pengolahan biasanya digunakan untuk salah satu daripada kegunaan berikut:-

- a. Penggunaan tanaman: sebagai baja atau pengkondisi tanah
- b. Pemulihan tanah: enapcemar digunakan untuk menambah bahan

- c. Ditaburkan di kawasan hutan untuk baja organik.



Tangki bio-filter



contoh media (PVC)



Contoh sistem Bio-filter menggunakan bola media

8.0 PANDUAN PERATURAN DAN UNDANG-UNDANG INDUSTRI RUMINAN

Tidak seperti sisa manusia atau industri, disisi undang-undang, sisa ternakan tidak lagi dijadikan undang-undang dan peraturan yang memerlukan rawatan sebelum dilepaskan ke persekitaran. Sekiranya ternakan yang bebas meragut, atau ternakan dari ladang bersaiz industri

melepaskan tinja di dalam kandang dan terkumpul sebagai bahan buangan yang tidak bercampur air boleh dijadikan baja organik. Maka situasi begini tidak tertakluk kepada piawaian kualiti efluen. Tinja buangan perlu dibersihkan, dipindahkan, disimpan dan diproses sebelum dilepaskan ke persekitaran supaya ianya tidak memberi kesan negatif kepada alam sekitar dan masyarakat. Oleh itu, perlu ada mekanisma untuk mengawal pencemaran dari industri ternakan. Kawalan memerlukan rawatan yang cekap dan berkesan.

Kepekatan mana-mana parameter efluen yang dilepaskan atau akan dilepaskan hendaklah tidak melepasi piawaian berikut:

Jadual 11: Parameter pematuhan piawaian kualiti efluen

Parameter	Tahap pelepasan ke saliran awam
a. pH	(5.5 - 9.0) *
b. Keperluan Oksigen Biokimia (BOD5)	50mg / L (50mg / L)*
c. Keperluan Oksigen Kimia (COD)	500mg / L (100mg / L)*
d. Pepejal-pepejal terampai (SS)	100mg / L (100mg / L) *
e. Amoniakal Nitrogen (NH ₃ -N)	200mg / L

Rujukan: Lembaga Urus Air Selangor (LUAS) - Enakmen Lembaga Urus Air Selangor 1999.

Nota: (Hanya LUAS didapati mengeluarkan piawaian kualiti efluen berkaitan ternakan yang boleh dijadikan rujukan sementara)

*- Jabatan Alam Sekitar (JAS) - Akta Kualiti Alam Sekeliling, 1974 (digunakan untuk efluen industri dan kumbahan domestik)

9.0 KESIMPULAN

Jangkamasa panjang industri ternakan yang mampan (*sustainability*) memerlukan sistem pengurusan amalan perladangan yang baik (GAHP). Jabatan (DVS) telah menyediakan garis panduan GAHP mengenai penggunaan dan penyelenggaraan kemudahan serta peralatan supaya memastikan pertumbuhan dan mutu hasil penternakan menjadi bertambah baik. Dalam masa yang sama, cabaran kini untuk memastikan amalan perladangan yang baik dengan mengambil kira sistem penternakan yang

mengimbangi keperluan penjagaan alam sekitar. Dengan garis panduan pengurusan tinja DVS, penternak disyorkan untuk turut sama mempraktikkan pengurusan sisa ternakan secara sistematik supaya industri penternakan akan menjadi berdaya-saing secara sihat ke arah menjamin kesejahteraan masyarakat dan alam sekitar.

RUJUKAN

1. Arahan Prosedur Tetap Veterinar Malaysia APTVM, 22 (e): 1/2010
2. Kajian Bagi Penyeragaman Sistem Pengolahan Efluen dalam pengurusan buangan ternakan "Projek Perintis" Jabatan Alam Sekitar Bersama Universiti Putra Malaysia, 2016.
3. Zulkfikli Din: Kertas Pembentangan di Bengkel "Garis Panduan Kawalan Pencemaran Dari Aktiviti Ternakan", Jabatan Alam Sekitar, Cyberjaya 27 - 29 April 2016.
4. Prof Dr. Azni Idris: Kertas Pembentangan Seminar "Application of Modern Technologies in Animal Farms": Institute Pengurusan Veterinar, Cheras, 30 Mac 2017.
5. National Pingtung University of Science and Technology Taiwan, 2000. Livestock waste Management Training for Asia Countries. Environmental Center for Livestock waste Management (27 March – 1 April, 2000)
6. M.Von Spreling and CA de Lemos Chernicharo (2005). 'Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions, Vol.1 (<http://www.oapen.org/search>)
7. Mihina, S., Kazimirova, V. & Copland T.A. (2012a). Technology for farm animal husbandry. Nitra: Slovak Agricultural University.
8. Tee T. P. (2016), Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture: Livestock Waste Management: Pollution Control & Technologies. Paper presented at Workshop on Livestock Pollution Control Measures, 27 - 29 April 2016 Tan'yaa Hotel Cyberjaya, Putrajaya.
9. Jabatan Perkhidmatan Haiwan, 1992. Siri Soal Jawab JPH Bil.13, A-Z Mengenai Pengendalian Sisa Ternakan Ruminan.
10. Dr Wan Abdullah Wan Yusoff dan Illani Zuraihah Ibrahim. Institut

- Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia. Cetakan pertama 2015. "Penanaman Sayuran Secara Organik di Malaysia. Cetakan Pertama 2015"
11. IBMA (2015). Institute of Biology, Medicine and Agriculture of Royal Academy of Cambodia. Strengthening of regional on rural renewable energy (Biogas) development for Asean Countries Workshop 20 - 25 May 2015 Phnom Penh. Chaichan Pimpaun, (2018). Biogas application in PK Agro Industrial Products at the briefing session to Dept. of Veterinary Services (3 April, 2018), Desaru Johor.
 12. www.epa.ie/pubs/advice/green_business/farming_the_environment
 13. https://en.wikipedia.org/wiki/Waste_stabilization_pond
 14. www.spmultitech.com/biogaz
 15. <http://www.qp.gov.ab.ca/documents/codes/COMPOST.CFM>
 16. www.ecochem.com/t_manure_fert.html - Manure is an Excellent Fertilizer
 17. <https://wsejati.wordpress.com/.../pengomposan-kotoran-ternak-dengan-stardec>
 18. www.kisgroup.net

LAMPIRAN 1**PENGIRAAN ISIPADU KOLAM****CONTOH:**

Jumlah Ternakan = 100 ekor lembu Fidlot / Tenusu
Air buangan terhasil = 378 liter / ekor x 100 = 37,800 liter
Kadar aliran rekabentuk = 37.8 m³ / hari

Rekabentuk Kolam Anaerobik :

$$\text{Masa Tahanan (HRT)} \quad = \quad \frac{\text{Jumlah isipadu}}{\text{Jumlah aliran sehari}}$$

(10 hari)

Kedalaman kolam anaerobik = 3m : Kecerunan (slope) = 1:3 atau 1:2

$$\therefore \text{Jumlah isipadu} = 10 \times 37.8 = 378 \text{ m}^3$$

$$\therefore \text{Luas kolam anaerobik} = \frac{378}{3} \sim 126 \text{ m}^2$$

Faktor keselamatan 1.2 (20%) : Jadi Luas ~ 151 m²*

(*Penyeragaman Sistem Pengolahan Efluen dalam pengurusan buangan ternakan lembu "Projek Perintis" JAS & UPM, 2016)

\therefore Sekiranya dibina 10m lebar jadi anggaran ukuran kolam adalah 15m x 10m x 3m.

Rekabentuk Kolam Fakultatif : Bina 2 kolam

$$\text{Masa Tahanan (HRT)} \quad = \quad \frac{\text{Jumlah isipadu}}{\text{Jumlah aliran sehari}}$$

(20 hari)

Kedalaman kolam fakultatif = 3m

$$\therefore \text{Jumlah isipadu} = 20 \times 37.8 = 756 \text{ m}^3 \times 2 \text{ kolam} = 1,512 \text{ m}^3$$

$$\therefore \text{Luas 1 kolam fakultatif} = \frac{756}{3} \sim 252 \text{ m}^2 \times 2 = 504 \text{ m}^2$$

Faktor keselamatan 1.2 (20%) : Jadi Luas 1 kolam ~ 302 m²*

(*Penyeragaman Sistem Pengolahan Efluen dalam pengurusan buangan ternakan "Projek Perintis" JAS & UPM, 2016).

\therefore Sekiranya dibina 15m lebar jadi anggaran ukuran 1 kolam adalah 20m x 15m x 3m.

Atau

** Boleh bina kolam ke-3 sebagai kolam fakultatif berudara selepas kolam fakultatif pertama (tanpa alat pengudaraan) iaitu:

Rekabentuk Kolam Fakultatif berudara : Kolam ke-3

$$\text{Masa Tahanan (HRT)} \quad = \quad \frac{\text{Jumlah isipadu}}{\text{Jumlah aliran sehari}}$$

(20 hari)

$$\begin{aligned} \text{Kedalaman kolam fakultatif berudara} &= 4 \text{ m} \\ \therefore \text{Jumlah isipadu} &= 20 \times 37.8 = 756 \text{ m}^3 \\ \therefore \text{Luas kolam fakultatif berudara} &= \frac{756}{4} = 189 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Faktor keselamatan 1.2 (20%) : Luas ~ 227 m²*

(*Penyeragaman Sistem Pengolahan Efluen dalam pengurusan buangan ternakan "Projek Perintis" JAS & UPM, 2016).

∴ Sekiranya dibina 12m lebar jadi anggaran ukuran kolam adalah 19m x 12m x 4m.

Rekabentuk Kolam Aerobik :

$$\text{Masa Tahanan (HRT)} \quad = \quad \frac{\text{Jumlah isipadu}}{\text{Jumlah aliran sehari}}$$

(5 hari)

$$\begin{aligned} \text{Kedalaman kolam fakultatif berudara} &= 1.5 \text{ m} \\ \therefore \text{Jumlah isipadu} &= 5 \times 37.8 = 189 \text{ m}^3 \\ \therefore \text{Luas kolam fakultatif berudara} &= \frac{189}{1.5} = 126 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Faktor keselamatan 1.2 (20%): Jadi Luas ~ 151 m²*

(*Penyeragaman Sistem Pengolahan Efluen dalam pengurusan buangan ternakan "Projek Perintis" JAS & UPM, 2016).

∴ Sekiranya dibina 10m lebar jadi anggaran ukuran kolam adalah 15m x 10m x 1.5m.

* Rekabentuk Kolam Bioreaktor (bebola media) dan biogas (sila rujuk para 6.4 c). (v) Pilihan Ketiga, mukasurat 28 dan 7.1 Sistem Biogas (Jadual 10 (i) dan (ii), mukasurat 30.

LAMPIRAN 2

JADUAL KEDUA
[Peraturan 2, subperaturan 4(2), 4(3) dan peraturan 10]

SENARAI PARAMETER DAN HAD PIAWAI PELEPASAN ATAU KEMASUKAN UNTUK SETIAP AKTIVITI

(1) Aktiviti	(2) Parameter	(3) Had Piawai Pelepasan atau Kemasukan
(i) Akuakultur air tawar dalam kolam atau sangkar	Amoniakal Nitrogen (NH ₃ -N)	5 mg/l
	Keperluan Oksigen Biokimia (BOD ₅) pada 20°C	50 mg/l
	Jumlah Pepejal Terampai (TSS)	100 mg/l
	Jumlah Nitrogen (TN)	10 mg/l
(ii) Akuakultur udang laut dalam kolam	Jumlah Fosforus (TP)	1 mg/l
	Amoniakal Nitrogen (NH ₃ -N)	5 mg/l
	Keperluan Oksigen Biokimia (BOD ₅) pada 20°C	50 mg/l
(iii) Pembangunan atau kerja tanah	Jumlah Pepejal Terampai (TSS)	100 mg/l
	Jumlah Nitrogen (TN)	10 mg/l
	Jumlah Fosforus (TP)	1 mg/l
(iv) Penternakan selain babi	Jumlah Pepejal Terampai (TSS)	100 mg/l
	Minyak dan gris	10 mg/l
	Amoniakal Nitrogen (NH ₃ -N)	200 mg/l
	Keperluan Oksigen Biokimia (BOD ₅) pada 20°C	200 mg/l
	Keperluan Oksigen Kimia (COD)	500 mg/l
	Jumlah Pepejal Terampai (TSS)	500 mg/l

PENGHARGAAN

Ketua Pengarah:

Jabatan Perkhidmatan Veterinar Malaysia (DVS)
Dato' Dr. Quaza Nizamuddin Bin Hassan Nizam

Pengarah Penyelidik:

Bahagian Penyelidikan & Inovasi (DVS)
Dr. Chandrawathani a/p Panchadcharam

Editor:

Dr. Ramlan Bin Mohamed (DVS)
En. Roslan Bin Mohd. Yusof (DVS)
En. Mohd. Fadli Bin Ismail (Jab. Alam Sekitar)
Dr. Mohd Saufi Bin Bastami (MARDI)
Pn. Nurshuhada Bt Solahudin (DVS)
Pn. Nurul Aini Bt Mohd Yusof (DVS)
En. Suhaimi Bin Dollah (DVS)
En. Tan Teck Leon (DVS)
Pn. Basirah Bt Mohamed Asmayatim (DVS)
En. Jamal Abdul Nasir Bin Mohammad Hassan (DVS)
Pn. Norithar Bukhary Bt Ismail Bukhary (DVS)

B A C K C O V E R
I N S I D E