



Panduan Pelaksanaan Inisiatif Pembangunan Kejiranan Hijau

PROGRAM PENGKOMPOSAN SISA



JABATAN PERANCANGAN BANDAR DAN DESA SEMENANJUNG MALAYSIA
KEMENTERIAN KESEJAHTERAAN BANDAR, PERUMAHAN DAN KERAJAAN TEMPATAN

SENARAI KANDUNGAN

| ISI KANDUNGAN | MUKA SURAT |
|--|------------|
| SENARAI KANDUNGAN | i |
| Senarai Jadual | iii |
| Senarai Rajah | iii |
| Senarai Foto | iii |
| | |
| 1.0 PENGENALAN | 1 |
| 1.1 Skop | 1 |
| 1.2 Objektif | 3 |
| | |
| 2.0 METODOLOGI | 3 |
| 2.1 Pengumpulan Data | 3 |
| 2.2 Lawatan Tapak | 3 |
| 2.3 Bengkel | 3 |
| | |
| 3.0 PENGKOMPOSAN SISA | 3 |
| 3.1 Sejarah Pengkomposan | 3 |
| 3.2 Definisi Pengkomposan | 5 |
| 3.3 Asas Pengkomposan | 6 |
| 3.3.1 Bahan Dikompos | 7 |
| 3.3.2 Bahan Tidak Dikompos | 7 |
| 3.3.3 Tujuan Utama Pengkomposan | 8 |
| 3.3.4 Manfaat Pengkomposan | 8 |
| 3.4 Jenis-Jenis Pengkomposan | 9 |
| 3.4.1 Pengkomposan Daripada Sisa Haiwan dan Pertanian | 9 |
| 3.4.2 Pengkomposan Sisa Taman | 9 |
| 3.4.3 Pengkomposan Berlumpur | 10 |
| 3.4.4 Pengkomposan Bersama | 10 |
| 3.5 Kaedah-Kaedah Pengkomposan | 10 |
| 3.5.1 Kaedah Timbunan/Terbuka (<i>heat method</i>) | 10 |
| 3.5.2 Kaedah Petak Cetek/Kaedah Bata (<i>shallow compartment method</i>) | 12 |
| 3.5.3 Kaedah <i>Vermikompos</i> | 12 |
| 3.5.4 Kaedah Mekanikal | 14 |
| 3.5.5 Kaedah <i>Bio-Regen</i> | 15 |
| 3.5.6 Kaedah <i>Mudball</i> | 15 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3.6 | Teknik Pengkomposan | 16 |
| 3.6.1 | Teknik EM-Bokashi | 16 |
| 3.6.2 | Teknik Takakura <i>Home Method</i> | 18 |
| 3.7 | <i>Effective Microorganism (EM)</i> | 20 |
| 4.0 | PERUNDANGAN, DASAR DAN GARIS PANDUAN | 21 |
| 4.1 | Skim Amalan Ladang Terbaik Malaysia (Jabatan Pertanian Malaysia) | 21 |
| 4.2 | Garis Panduan Perancangan Kejiranan Hijau | 21 |
| 5.0 | AMALAN PENGKOMPOSAN SISA DI MALAYSIA | 22 |
| 5.1 | Tujuan Pengkomposan | 22 |
| 5.2 | Jenis Pengkomposan Sisa Di Malaysia | 22 |
| 5.2.1 | Pengkomposan Daripada Sisa Haiwan Dan Pertanian | 22 |
| 5.2.2 | Pengkomposan Sisa Taman | 22 |
| 5.2.3 | Pengkomposan Sisa Makanan | 23 |
| 5.3 | Kaedah Pengkomposan Sisa Di Malaysia | 23 |
| 5.3.1 | Kaedah Timbunan (<i>heat method</i>) | 23 |
| 5.3.2 | Kaedah Petak Cetek (<i>shallow compartment method</i>) | 24 |
| 5.3.3 | Kaedah Mekanikal | 25 |
| 5.3.4 | Kaedah <i>Bio-Regen</i> | 26 |
| 5.3.5 | Kaedah <i>Mudball</i> | 27 |
| 6.0 | PANDUAN PELAKSANAAN | 29 |
| 6.1 | Lokasi/Tapak Pengkomposan | 29 |
| 6.2 | Pengurusan Pentadbiran | 31 |
| 6.3 | Peruntukan Kewangan | 32 |
| 6.4 | Prosedur Pengurusan | 32 |
| 6.5 | Kesedaran PBT Dan Komuniti | 32 |
| 6.6 | Kepakaran Tenaga Kerja | 32 |
| 6.7 | Pengasingan Bahan Pengkomposan | 33 |
| 7.0 | PENUTUP | 33 |
| | RUJUKAN | 34 |
| | LAMPIRAN 1 | 35 |
| | LAMPIRAN 2 | 47 |

SENARAI JADUAL

| | |
|--|----|
| Jadual 1 : Sistem Pengkomposan yang dibangunkan Pada Tahun 1969 | 4 |
| Jadual 2 : Pendekatan Pengurusan Sisa Berteraskan Konsep 3R | 22 |
| Jadual 3 : Data Sisa Makanan Yang Diperolehi Untuk Tujuan Pengkomposan | 27 |

SENARAI RAJAH

| | |
|--|----|
| Rajah 1 : Pengkomposan Kaedah Timbunan/Terbuka | 11 |
| Rajah 2 : Tata Atur Pengkomposan bagi Kaedah Mekanikal | 14 |
| Rajah 3 : Cara Untuk Menyediakan <i>Mudball</i> | 28 |

SENARAI FOTO

| | |
|---|----|
| Foto 1 : Salah Satu Kaedah Pengkomposan Sisa | 1 |
| Foto 2 : Kaedah Petak Cetek atau Bata | 12 |
| Foto 3 : Mesin Pengkomposan <i>Bio-Regen</i> | 15 |
| Foto 4 : Cara pengkomposan <i>Bio-Regen</i> | 15 |
| Foto 5 : <i>Mudball</i> Siap Disediakan | 16 |
| Foto 6 : <i>Mudball</i> Disimpan Di Dalam Bekas Sebelum Digunakan | 16 |
| Foto 7 : Bokashi Siap Untuk Digunakan | 17 |
| Foto 8 : Pengkomposan Sisa Taman | 23 |
| Foto 9 : Sisa Sayuran Dari Pasar | 23 |
| Foto 10 : Kaedah Timbunan Pengkomposan di DBKU | 23 |
| Foto 11 : Cecair EM Yang Telah Disiap Untuk Digunakan | 24 |
| Foto 12 : Hasil Kompos Setelah Dikisar Halus | 24 |
| Foto 13 : Hasil Tanaman | 24 |
| Foto 14 : Sayur Segar Menggunakan Baja Kompos | 24 |
| Foto 15 : Tempat Pengkomposan Kaedah Petak Cetek | 25 |
| Foto 16 : Campuran Tanah Diratakan | 25 |
| Foto 17 : Mesin Pengkomposan | 25 |
| Foto 18 : Hasil Kompos Dikeluarkan Daripada Mesin | 25 |
| Foto 19 : Pengasingan Bahan Untuk Pengkomposan | 26 |
| Foto 20 : Bahan Kompos Ditimbang | 26 |
| Foto 21 : Bahan Siap Untuk Dikisar | 26 |
| Foto 22 : Cecair Hasil Kompos Dikumpul Di Dalam Tangki | 26 |
| Foto 23 : Cecair Hasil Kompos disimpan selama 28 hari | 27 |
| Foto 24 : <i>Bio Liquid Fertilizer</i> Sedia Untuk Digunakan | 27 |
| Foto 25 : Sungai Sebulong Johor Bahru Menggunakan Kaedah <i>Mudball</i> | 27 |
| Foto 26 : Tapak Pengkomposan Terbuka | 29 |

| | |
|--|----|
| Foto 27 : Bangunan Untuk Pengkomposan Berhampiran Pasar | 29 |
| Foto 28 : Mesin Proses Pengkomposan | 30 |
| Foto 29 : Petak Bata Berukuran 3' x 3' x 3' | 30 |
| Foto 30 : Tapak Pengkomposan Kaedah Petak Cetek/Kaedah Bata | 30 |
| Foto 31 : Pembalikan tanah dilakukan | 30 |
| Foto 32 : Mesin <i>Bio-Regen</i> | 31 |
| Foto 33 : Hasil Kisaran Disalurkan Ke Dalam Tangki Penyimpanan | 31 |
| Foto 34 : Sesi Taklimat Program Pengkomposan | 32 |
| Foto 35 : Tenaga Mahir Pengkomposan | 33 |
| Foto 36 : Pengasingan Sisa Organik | 33 |

1.0 PENGENALAN

Prinsip asas pengurusan sisa ialah mengurangkan penjanaan sisa melalui pelbagai kaedah 3R (*reduce, reuse* dan *recycling*). Untuk mengurus sisa yang dijana oleh sesebuah komuniti, pengasingan di punca amat penting untuk dilaksanakan.

Komuniti perlu memainkan peranan penting untuk memastikan sisa buangan diasingkan supaya konsep 3R dapat dilaksanakan dengan jayanya. Untuk itu, kesedaran penduduk tentang kepentingan pengasingan sisa buangan perlu ditingkatkan. Ini juga penting sebagai persiapan kepada masyarakat Malaysia sekiranya kerajaan pada masa akan datang melaksanakan sistem pemungutan sampah secara berasingan dan pelaksanaan konsep *polluter pay principle*.

Sistem pelupusan sisa pepejal organik melalui kaedah kompos disamping mengurangkan penjanaan sisa pepejal, ia dapat menghasilkan produk kompos yang mesra alam (**Foto 1**). Bahan kompos yang dihasilkan oleh pereputan sisa organik tidak mengandungi bahan kimia. Ini secara langsung tidak mendedahkan tanaman sayuran kepada bahan kimia berbahaya. Penggunaan hasil kompos akan meningkatkan kemampanan alam sekitar.

Pengkomposan melibatkan kaedah semula jadi dalam menguraikan sisa organik seperti sisa makanan, sayuran dan buah-buahan yang telah rosak, serta sisa kebun. Dalam kaedah semula jadi, mikroorganisma akan bertindak balas dengan bahan-bahan organik. Proses penguraian semula jadi ini dinamakan sebagai pengkomposan dan produk akhir proses ini adalah hasil kompos yang

sangat sesuai digunakan untuk tumbesaran tumbuh-tumbuhan.

Foto 1: Salah Satu Kaedah Pengkomposan Sisa



Pengkomposan dapat menggunakan sepenuhnya sisa makanan dan sisa kebun sebagai hasil kompos dan mengurangkan beban pelupusan di tapak pelupusan. Kajian mendapati bahawa sisa pepejal di negara membangun lebih sesuai untuk pengkomposan kerana kandungan bahan organiknya lebih tinggi berbanding sisa pepejal di negara maju.

Sistem pengkomposan boleh dilaksanakan dalam skala kecil (seperti di belakang rumah) atau skala besar (pengkomposan berpusat).

1.1 Skop

Panduan pelaksanaan ini meliputi program pengkomposan sisa organik yang diurus dan dikawal selia oleh pihak berkuasa tempatan (PBT). Ini bermakna pengkomposan berskala kecil (*home composting*) tidak termasuk dalam skop panduan pelaksanaan.

1.2 Objektif

- i. untuk memahami sistem pengkomposan sisa yang dilaksanakan di Malaysia;
- ii. untuk mengenal pasti isu dan masalah yang dihadapi dalam pembangunan sistem pengkomposan sisa di Malaysia; dan
- iii. untuk mencadangkan kaedah terbaik pembangunan sistem pengkomposan sisa.

2.0 METODOLOGI

2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dan sekunder akan diperoleh daripada PBT dan sumber-sumber lain yang berkaitan. Kaedah pengumpulan data merangkumi borang, lawatan tapak, pembacaan, bengkel, dan temu ramah.

Rujukan bahan pembacaan diperoleh melalui jurnal, laporan, internet dan sebagainya.

2.2 Lawatan Tapak

Lawatan tapak telah diadakan di beberapa PBT yang terpilih bagi melihat dan menilai tahap keberkesanan dan masalah pelaksanaan pengkomposan sisa organik.

Lawatan tapak telah diadakan seperti yang berikut:

- i. Dewan Bandaraya Kuching Utara (DBKU) pada 4 April 2012;
- ii. Majlis Bandaraya Kuching Selatan (MBKS) pada 5 April 2012; dan
- iii. Majlis Perbandaran Pulau Pinang (MPPP) pada 12 April 2012.

2.3 Bengkel

Bengkel Penyediaan Panduan Pelaksanaan Inisiatif Kejiranan Hijau telah diadakan pada 22 Mei 2012 di Dewan D' Seri Endon, Puspitanapuri, Putrajaya. Bengkel ini bertujuan untuk mendapatkan maklum balas, perkongsian dan pertukaran maklumat, pengetahuan dan pengalaman.

Bengkel tersebut telah melibatkan jabatan dan agensi kerajaan persekutuan dan negeri, jabatan-jabatan teknikal, pertubuhan bukan kerajaan (NGO), pertubuhan profesional dan juga institusi pengajian tinggi.

3.0 PENGKOMPOSAN SISA

3.1 Sejarah Pengkomposan Sisa

Pengkomposan bukanlah satu teknologi yang baharu dalam pengurusan sisa pepejal di dunia. Kaedah ini telah lama diamalkan secara meluas sejak beberapa abad yang lalu oleh para petani bagi menghasilkan bahan penambah baik untuk tanaman. Umpamanya pada zaman awal tamadun manusia, para petani di Amerika Selatan, China, Jepun dan India telah menggunakan najis haiwan dan najis manusia sebagai baja di kawasan pertanian mereka. Sisa-sisa tersebut dilonggokkan di suatu kawasan kemudian dibiarkan mereput dalam jangka masa yang panjang bagi menghasilkan kompos.

Proses pengkomposan moden yang dikenali sebagai "Kaedah Indore" bermula pada awal tahun 1920-an di India. Kaedah ini telah dibangunkan oleh seorang ahli agronomi British, Sir Albert Howard semasa beliau bertugas di *Indore Institute of Plant Industry, Central India* antara tahun 1924 sehingga 1931.

“Kaedah Indore” diterima baik dan diamalkan secara meluas dalam Empayar British kerana ia menggalakkan para petani untuk mengkomposkan sisa tanaman mereka bagi mendapatkan hasil kompos dan bukan dibakar. Pada tahun 1935, dilaporkan ladang-ladang teh di India dan Sri Lanka telah menghasilkan 1 juta tan kompos dengan menggunakan

kaedah ini (Haug, 1993). Pada tahun 1969, telah banyak negara membangunkan pelbagai bentuk pengkomposan untuk mengurangkan penajanaan sisa pepejal seperti yang ditunjukkan di dalam **Jadual 1**.

Jadual 1: Sistem Pengkomposan yang dibangunkan pada Tahun 1969

| Sistem | Penerangan | Lokasi |
|-------------------------------|--|---|
| Bangalore (Indore) | Berbentuk timbunan; 0.6 - 0.9 m dalam; lapisan terdiri daripada sampah, najis manusia dan bahan organik lain; tempoh pengkomposan 120 -180 hari. | India dan Afrika Selatan |
| Caspari | Sampah dipadatkan di dalam lapisan bata; dibiarkan selama 30-40 hari; dimatangkan; kompos ditapis. | Schweinfurt (Jerman) |
| Dano | Deram berputar; 2.7 – 3.6 m diameter dan 45 m panjang; masa tahanan 1-5 hari; ditimbunkan untuk pematangan. | Benua Eropah |
| Earp Thomas | Silo dengan 8 tingkat longgokan; sampah dipindahkan dari satu tingkat ke tingkat lain; udara dibekalkan ke atas melalui silo; masa tahanan 2-3 hari; ditimbunkan untuk pematangan. | Heidelberg (Jerman); Turgi (Switzerland); Verona (Italy); dan Thessaloniki (Greece) |
| Fairfield-Hardy | Tangki bulat; pengudaraan paksa dari bawah, masa tahanan 4-5 hari. | Pennsylvania (USA); dan San Juan (Puerto Rico) |
| Frazer-Eweson | Tangki pugak dengan 4-5 tingkat berliang; pengudaraan paksa; masa tahanan 4-5 hari. | Tiada lagi yang beroperasi |
| Jersey (John Thompson System) | Struktur 6 tingkat; sampah dipindahkan dari satu tingkat ke tingkat lain; masa tahanan 6 hari. | Jersey, Channel Islands, Great Britain; Bangkok, Thailand |
| Metrowaste | Bekas terbuka, 6m lebar x 3m tinggi x 30-120 m panjang; sampah dibalikkan 7 hari sekali; pengudaraan paksa. | Houston, Texas; Gainesville, Florida |
| Naturizer or International | Menggunakan 5 conveyor belt besi yang bergerak; pengudaraan paksa dilakukan dari bahagian bawah pencerna; masa tahanan 5 hari. | St. Petersburg, Florida |
| T.A Crane | 2 sel dengan 3 lapisan horizontal; sampah dipindahkan dari satu lapisan ke lapisan lain; udara dibekalkan dari bahagian bawah bekas. | Kobe, Jepun |

| | | |
|------------------|---|---|
| Tollemache | Mirip kepada sistem Metrowaste. | Sepanyol; Selatan Rhodesia; Afrika |
| Windrow | Timbunan terbuka yang dibalikkan dengan menggunakan pelbagai jenis mesin. | Mobile, Alabama; Boulder, Colorado; Johnson City' Tennessee; Eropah; Israel |
| Van Maanen (VAM) | Timbunan memanjang yang dibalikkan oleh kren; tempoh pengkomposan 120-180 hari. | Belanda |

Sumber: Nor Habsah Md. Sabiani (2008), *Pengkomposan Sisa Taman Menggunakan Kaedah Timbunan*, Universiti Sains Malaysia

Sejajar dengan perkembangan teknologi, sistem pengkomposan di seluruh dunia turut berkembang pesat. Pada masa dahulu, kompos dibalikkan secara manual dengan menggunakan peralatan konvensional. Tetapi dengan kemajuan teknologi, peralatan seperti mesin dan jentera digunakan bagi membalikkan kompos sepanjang proses pengkomposan berjalan. Pada masa dahulu juga, sisa organik hanya dilonggokkan di suatu kawasan kemudian dibiarkan mereput sebelum digunakan sebagai hasil kompos.

Perkembangan sains dan teknologi dalam bidang pengkomposan kini memudahkan pemantauan terhadap perubahan suhu, pH, kandungan lembapan, keperluan udara serta nisbah C:N yang dilakukan bagi menjamin kualiti produk akhir.

3.2 Definisi Pengkomposan

Pengkomposan merupakan pereputan tumbuh-tumbuhan dan bahan-bahan lain untuk dijadikan hasil kompos. Pengkomposan merupakan salah satu cara kitar semula atau pengurangan penajaan sisa yang berkesan bagi memanjangkan hayat tapak pelupusan. Pengkomposan bukanlah teknologi baru malah telah diamalkan sejak zaman dahulu lagi.

Pengkomposan mempunyai definisi yang meluas. Antaranya ialah:

- (i) pengkomposan merupakan proses penguraian substrat organik secara biologi yang melibatkan aktiviti populasi bakteria mesofilik dan termofilik bagi menghasilkan produk akhir yang stabil untuk disimpan dan digunakan kepada tanah tanpa memberikan kesan sampingan kepada persekitaran (Iyengar *et al.*, 2005);
- (ii) pengkomposan merupakan proses penguraian dan penstabilan bahan-bahan organik secara biologi dibawah keadaan yang boleh menyebabkan peningkatan suhu termofilik hasil daripada tindak balas biologi yang menghasilkan haba serta dapat menghasilkan produk akhir yang stabil, bebas daripada patogen dan bermanfaat kepada tanah (Bertran *et al.*, 2004); dan
- (iii) pengkomposan merupakan proses penguraian dan penstabilan bahan-bahan organik secara biologi dibawah keadaan yang terkawal bagi menghasilkan produk akhir yang bermanfaat kepada tanah (Madejon *et al.*, 2002).

Secara amnya, proses pengkomposan merupakan satu kaedah untuk menukarkan bahan organik kepada bahan lain yang lebih stabil serta mempunyai banyak ciri positif dan boleh dimanfaatkan semula kepada tanah. Produk akhirnya bersifat mesra alam, bersih serta mempunyai kandungan toksid yang rendah.

3.3 Asas Pengkomposan

Pengkomposan yang baik ialah yang dapat menyediakan persekitaran yang sesuai untuk hidupan *mikrob*. Kompos merupakan penghadaman makanan terbuang yang dihadam oleh berjuta-juta *mikrob* yang terdapat di dalam tanah seperti *fungi* dan bakteria. Walau bagaimanapun, *mikrob* tersebut memerlukan air, udara dan makanan untuk terus membiak.

Keperluan utama dalam pengkomposan:

- i. air;
- ii. udara; dan
- iii. makanan.

Air

Kelembapan tanah yang sesuai dapat memudahkan *mikrob* untuk hidup dan mereputkan sisa. Jika tahap kelembapan tanah terlalu tinggi, ia akan menyebabkan "ramuan" tersebut menjadi berat lalu mengurangkan kandungan udara di dalam tanah. Oleh sebab itu, proses pengkomposan menjadi perlahan. Pekara yang sama akan berlaku jika tahap kelembapan tanah terlalu rendah.

Udara

Udara merupakan perkara asas untuk mikroorganisma menjalankan tugas penghadaman. Tanpa udara yang

mencukupi, penghadaman yang baik tidak akan berlaku. Malah, bau busuk akan dikeluarkan sekiranya penerimaan udara dan pusingan udara terhad.

Makanan

Terdapat dua (2) jenis makanan yang diperlukan oleh *mikrob* dalam aktiviti pengkomposan iaitu:

- (i) **Keperangan (coklat)** – material yang meliputi tumbuhan kering dan mati, contohnya jerami rumpai, daun yang gugur atau serbuk gergaji. Bahan-bahan ini kebanyakannya diperbuat daripada bahan kimia yang terikat bersama-sama molekul gula. Oleh itu, bahan ini merupakan sumber tenaga bagi aktiviti pengkomposan *mikrob*. Kecenderungan bahan ini menjadi kering tinggi justeru material keperangan/coklat perlu dilembapkan sebelum diletakkan di dalam sistem kompos.
- (ii) **Kehijauan (green)** – merujuk kepada segar atau tumbuhan hijau (kebanyakannya) contohnya rumput hijau dari kebun, sisa makanan dapur (buah-buahan dan sayur-sayuran), daun hijau, kopi, teh, baja kuda dan sebagainya. Berbanding dengan keperangan (coklat), bahan ini mempunyai banyak *amino* dan protein, diandaikan protein tersebut sumber pembiakan jutaan *mikrob*. Campuran yang baik antara kehijauan dan keperangan merupakan nutrien yang seimbang kepada *mikrob*.

Campuran ini juga dibantu dengan memasukkan udara dan sejumlah air ke dalam baldi. Contohnya, keperangan akan menjadi besar (mengembang) dan menghasilkan

pengudaraan yang baik. Kehijauan pula secara umum, mengandungi kelembapan yang tinggi, ini membolehkan keseimbangan dengan bahan yang kering (alam semula jadi) keperangan (coklat).

3.3.1 Bahan Dikompos

Senarai di bawah menerangkan sisa buangan yang boleh dijadikan bahan kompos.

a) Potongan/cebisan rumput

Jika rumput yang telah dipotong dibiarkan di halaman, rumput tersebut akan terkompos secara semula jadi dan secara langsung memberi faedah kepada tanah. Potongan/cebisan rumput juga boleh dicampurkan bersama bahan kompos yang lain dimana ia cenderung menjadi berlendir dan menyusut serta akan menyingkirkan udara daripada timbunan komposan. Potongan/cebisan rumput kaya dengan kandungan nitrogen. Ini adalah kategori “bahan kompos hijau”.

b) Rumput kering/jerami

Rumput kering/jerami yang telah rosak kerana terdedah kepada hujan selalunya akan dibuang atau dijual dengan harga yang rendah. Rumput kering mungkin masih mempunyai biji benih yang boleh bercambah. Rumput kering yang masih hijau mempunyai kandungan nitrogen yang tinggi.

c) Sisa dapur

Sisa sayuran dan kulit buah-buahan, uncang teh, serbuk kopi, kulit telur dan bahan yang seumpamanya sesuai dijadikan bahan kompos. Ia tergolong dalam kategori “bahan kompos hijau”

kerana mengandungi banyak nitrogen, lebih lembut dan lembap.

d) Daun

Daun dari pokok merupakan bahan kompos yang sangat berkesan. Ia dapat menyusut dan menyingkirkan udara. Daun kering dan mati termasuk dalam kategori “bahan kompos coklat” manakala daun hijau yang mengandungi nitrogen merupakan kategori “bahan kompos hijau”.

e) Rumpai dan lain-lain sisa taman

Banyak jenis rumpai dan sisa taman yang boleh dikompos yang boleh bersifat sama ada “bahan kompos coklat” atau “bahan kompos hijau”.

3.3.2 Bahan Tidak Dikompos

a) Produk kayu yang dirawat secara kimia

Produk kayu yang perlu dikomposkan hendaklah dikenal pasti bebas daripada rawatan kimia yang mengandungi bahan toksid seperti arsenik, kromium dan tembaga/kuprum. Bahan kimia arsenik boleh meresap ke dalam tanah dan akan meracuni tanah/kompos yang terhasil.

b) Tumbuhan berpenyakit

Tumbuhan yang berpenyakit tidak sesuai dikomposkan dan perlu dihapuskan dengan suhu yang tinggi bagi mengelakkan ia menjangkiti tumbuhan yang lain.

c) Sisa buangan manusia

Sisa buangan manusia mengandungi organisma penyakit yang boleh

mendatangkan penyakit kepada manusia. Pengkomposan sisa manusia memerlukan suhu yang amat tinggi dalam suatu tempoh masa tertentu.

d) Daging, tulang dan sisa bahan makanan yang berlemak

Sisa daripada daging dan tulang sangat menarik perhatian haiwan dan serangga perosak. Sisa buangan berlemak pula sukar untuk diuraikan.

e) Rumput-rumpai yang berbahaya

Beberapa jenis tumbuhan yang boleh bercambah daripada akar dan/atau batang tidak sesuai untuk dikompos melainkan ia telah betul-betul kering dan mati.

f) Sisa binatang peliharaan

Sisa binatang peliharaan dikhuatiri membawa penyakit yang mungkin menjangkiti tumbuhan.

3.3.3 Tujuan Utama Pengkomposan

- i. mengubah bahan organik yang *bio-degradable* menjadi bahan yang stabil;
- ii. membunuh *mikrob patogen* dan organisma lain yang tidak diperlukan; dan
- iii. menyediakan nutrien yang cukup untuk menunjang kesuburan tanah/tanaman.

3.3.4 Manfaat Pengkomposan

Aktiviti pengkomposan boleh memberikan beberapa kesan dan hasil seperti yang berikut:

a) Teknologi

Teknik pembuatan kompos mempunyai pelbagai cara, mulai daripada proses yang mudah dengan menggunakan peralatan yang sederhana sehinggalah ke proses yang canggih dengan menggunakan peralatan moden.

Secara umumnya, kerja-kerja kompos dapat dilakukan secara manual dengan kos yang murah dan sekiranya pengkomposan menggunakan teknologi yang baharu, ia akan menambahkan kos tetapi mendapat hasil kompos yang tinggi.

b) Ekonomi

Pengkomposan dapat mengurangkan penjanaaan sisa organik yang secara langsung akan mengurangkan sampah untuk dilupuskan. Oleh itu, tempoh hayat tapak pelupusan dipanjangkan. Hasil kompos dapat memperbaiki keadaan tanah yang gersang menjadi subur untuk tanaman. Ini bererti kompos dapat menambahkan nilai ekonomi apabila bahan kompos tersebut dijual.

c) Ekosistem

Pengkomposan merupakan metodologi mengembalikan bahan organik kepada alam semula jadi. Ini bererti bahan makanan yang diambil daripada tumbuhan akan dikembalikan semula ke tanah. Pengkomposan dapat mengurangkan pencemaran kerana sisa tidak dibakar, dibuang ke sungai atau dilupus di tempat pelupusan sampah. Ini dapat mengurangkan pencemaran udara, air dan juga tanah. Penggunaan kompos pada bahan perkebunan atau pertanian akan meningkatkan hasil tanaman yang diperolehi daripada tanah yang subur. Kompos mempunyai kemampuan

memperbaiki dan meningkatkan kadar kesuburan tanah.

d) Kesihatan

Pengurangan janaan sampah akan membentuk kawasan dan persekitaran yang bersih dan sihat. Proses pengkomposan berjalan pada suhu yang tinggi sehingga dapat mematikan pelbagai macam sumber penyakit yang ada pada sampah.

e) Manfaat sosial

Dengan melaksanakan kompos dapat membuka peluang perkerjaan kepada penduduk dan secara tidak langsung akan mengurangkan pengangguran. Kompos juga dapat dijadikan amalan pembelajaran bagi masyarakat menerusi pendidikan formal.

3.4 Jenis Sistem Pengkomposan

Terdapat pelbagai jenis sistem pengkomposan yang telah dihuraikan dalam menangani masalah sistem pengurusan sisa. Biasanya, pemilihan jenis-jenis sistem pengkomposan yang digunakan bergantung kepada bahan-bahan yang akan dikompos. Pemilihan kaedah mestilah bersesuaian supaya tidak mendatangkan kesan negatif kepada manusia dan persekitaran.

3.4.1 Pengkomposan Sisa Haiwan dan Pertanian

Pengkomposan jenis ini selalunya untuk kegunaan sendiri. Hasil daripada pengkomposan ini digunakan di ladang-ladang atau di tapak semaian sebagai baja organik. Proses pengkomposan jenis ini melibatkan campuran najis haiwan bersama agen pemberat (*bulking agent*),

contohnya seperti sisa makanan, jerami, sisa-sisa pertanian seperti sayur-sayuran dan buah-buahan yang busuk atau cebisan kertas yang kemudiannya dikomposkan dalam suatu longgokan yang tetap atau *windrow*.

3.4.2 Pengkomposan Sisa Taman

Proses pengkomposan merupakan salah satu kaedah atau alternatif untuk memulihara atau mendapatkan semula sumber yang mempunyai banyak ciri positif dimana teknologinya boleh diubah suai mengikut situasi atau keadaan setempat. Kompos yang dihasilkan juga merupakan produk akhir yang boleh digunakan semula sebagai bahan penambah baik tanah kawasan pertanian.

Kompos yang dihasilkan juga dijangkakan mengandungi 1% unsur-unsur surih seperti nitrogen, fosforus dan kalium yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Hasil sampingan daripada proses pengkomposan ini boleh dilupuskan dengan mudah di tapak-tapak kambus tanah tanpa memberikan kesan negatif kepada persekitaran. Proses pengkomposan adalah mesra alam, bersih dan lazimnya mengandungi bahan toksid yang rendah.

Sisa taman (*yard waste/garden waste*) merupakan salah satu komponen sisa pepejal yang terdapat dalam sisa pepejal perbandaran (*municipal solid waste*). Sisa taman ini biasanya merujuk kepada sisa-sisa yang berasaskan tumbuh-tumbuhan yang terhasil melalui kerja-kerja perkebunan, kerja-kerja pembersihan taman dan kawasan perumahan, lanskap dan sebagainya.

Komponen-komponen sisa taman terdiri daripada rumput, daun-daun, dahan-

dahan serta ranting-ranting pokok yang terhasil daripada kerja-kerja penebangan dan pemotongan bahagian yang mati atau tidak dikehendaki. Sisa taman merupakan sisa yang paling sesuai dan paling mudah digunakan sebagai sumber untuk proses pengkomposan kerana kandungan karbon dan nitrogen yang tinggi di dalamnya.

Antara komponen sisa taman yang kerap digunakan dalam proses pengkomposan adalah daun, rumput, lalang dan bahagian tumbuhan yang telah dikesilkan saiznya (Tchobanoglous *et al.*, 1993). Walau bagaimanapun, kandungan *lignin* dan *selulosa* yang lambat mengurai pada bahagian tumbuhan yang bersaiz besar seperti dahan dan batang pokok menyebabkan komponen-komponen ini kurang sesuai dikompos.

3.4.3 Pengkomposan Berlumpur

Pengkomposan berlumpur merupakan salah satu daripada sistem pengkomposan yang popular kerana ia mempunyai kelebihan yang tersendiri. Operasinya dijalankan di tapak pelupusan dan secara tidak langsung dapat mengurangkan masalah keluasan kawasan dan masalah bau.

Proses ini melibatkan penggaulan lumpur bersama *bulking agent* seperti habuk kayu, kepingan kayu dan daun untuk meningkatkan aliran udara dan menyerap lembapan. Kemudahan pengkomposan berlumpur terdiri daripada *windrow* atau *in-vessel*. Sekiranya proses pengkomposan berlumpur ini melibatkan alam sekitar dan kawasan awam, biasanya timbunan lumpur dibina di atas beberapa jenis lapisan konkrit.

3.4.4 Pengkomposan Bersama

Pengkomposan bersama merupakan pengkomposan yang dijalankan secara serentak; dua atau lebih, sisa air dengan lumpur ataupun bahan-bahan yang kaya dengan kandungan nitrogen. Lembapan dan nutrien yang diperlukan di dalam bahan kompos dibekalkan oleh lumpur, manakala sisa pepejal memainkan peranan sebagai agen pemberat dan menambahkan kadar penyerapan air. Pengkomposan bersama merupakan satu alternatif lain untuk menghasilkan keluaran yang lebih bermutu dengan menggabungkan operasi-operasi sedia ada.

3.5 Kaedah-Kaedah Pengkomposan

Terdapat enam (6) jenis kaedah pengkomposan yang biasa digunakan iaitu:

- i. kaedah timbunan (*heat method*);
- ii. kaedah petak cetek/kaedah bata (*shallow compartment method*);
- iii. kaedah *vermikompos*;
- iv. kaedah mekanikal;
- v. kaedah *bio-regen*; dan
- vi. kaedah *mudball*.

3.5.1 Kaedah Timbunan/Terbuka (*Heat Method*)

Kaedah timbunan sesuai untuk kawasan yang menerima taburan hujan yang sederhana atau proses pengkomposan yang dijalankan di tempat yang berbumbung atau terlindung. Bahan-bahan yang akan dikompos ditimbunan ke dalam *windrow* cetek yang berukuran 1.5 hingga 2 meter tinggi dan 2.5 hingga 4.0 meter lebar (timbunan statik) atau ditimbun secara terbuka.

Panjang timbunan pengkomposan bergantung kepada ruang yang ada. Pengudaraan boleh dilakukan secara manual dengan membalik alih bahan-bahan kompos. **Rajah 1** menunjukkan secara grafik pengkomposan kaedah timbunan. Sekiranya isi padu bahan kompos terlalu besar, jentolak akan digunakan untuk kerja-kerja pengudaraan.

Proses pembalikan juga memainkan peranan penting untuk meningkatkan sifat keporosan bahan-bahan organik yang dikomposkan. Ini untuk mengelakkan pемendapan dan pemadatan berlaku ke atas bahan-bahan kompos disamping membenarkan haba, wap air dan gas-gas yang terperangkap di dalam timbunan kompos dibebaskan keluar.

Sifat keporosan bahan-bahan organik yang dikomposkan banyak mempengaruhi aliran udara di dalam timbunan. Contohnya, bahan organik yang lebih padat dan tumpat seperti najis haiwan memerlukan bentuk timbunan yang lebih kecil untuk meminimumkan zon anaerobik manakala bahan organik yang lebih porous dan ringan seperti sisa taman akan

dikomposkan dalam bentuk timbunan yang lebih besar.

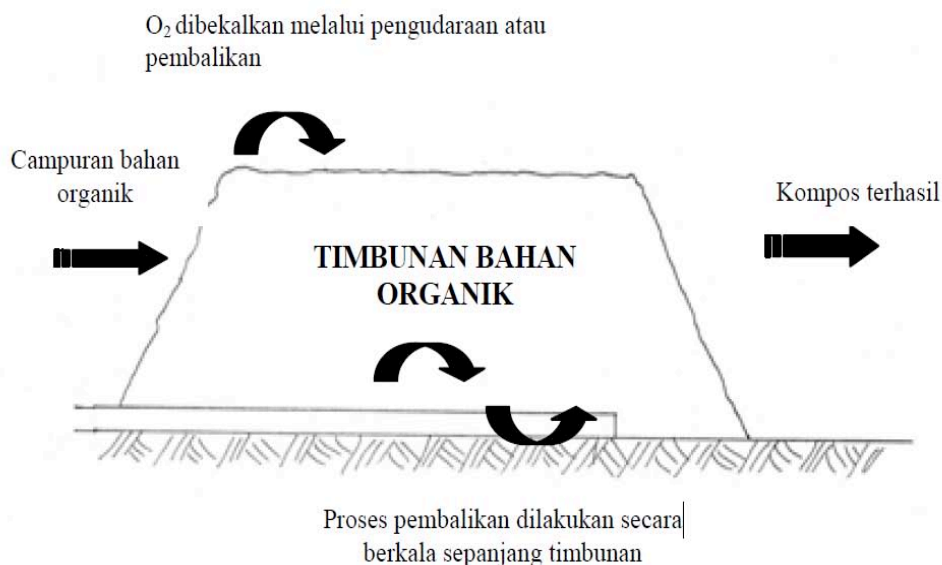
Walau bagaimanapun, kaedah ini dilihat mempunyai banyak kekurangan (Tiquia dan Tam, 1998). Antaranya ialah:

- i. memerlukan ruang yang besar;
- ii. memerlukan peralatan atau jentera yang besar untuk mengendalikan proses pembalikan; dan
- iii. memerlukan kos tambahan untuk membayar buruh yang menjalankan kerja-kerja pembalikan.

Semasa proses pengkomposan, bahan kompos tidak boleh terdedah kepada persekitaran yang terlalu panas kerana ia akan mempengaruhi perubahan suhu dan kandungan lembapan kompos tersebut.

Selain itu, serangga dan binatang perosak seperti tikus juga akan mengganggu proses pengkomposan sekiranya bahan kompos ini terdedah tanpa kawalan dan boleh menjejaskan tahap kesihatan kawasan persekitaran.

Rajah 1: Pengkomposan Kaedah Timbunan/Terbuka



Sumber: Nor Habsah Md. Sabiani (2008), *Pengkomposan Sisa Taman Menggunakan Kaedah Timbunan*, Universiti Sains Malaysia

Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Semenanjung Malaysia

3.5.2 Kaedah Petak Cetek/Kaedah Bata (*Shallow Compartment Method*)

Kaedah petak cetek merupakan proses pengkomposan yang dijalankan di kawasan berbumbung atau di dalam bangunan khas. Melalui kaedah ini sisa buangan dikomposkan di dalam bahagian atas petak yang terbuka di mana kedalamannya kurang daripada 2 meter.

Foto 2 menunjukkan contoh struktur untuk kaedah petak cetek.

Bahagian lantai petak boleh diubah suai dengan menyediakan sistem saliran untuk aliran keluar larut resap dan pengaliran udara. Sistem saliran tersebut akan memudahkan pengawalan larut resap dan pengaliran udara. Pengudaraan boleh dilakukan dengan membalik alih bahan kompos sama ada secara manual ataupun mekanikal.

Foto 2: Kaedah Petak Cetek atau Bata



3.5.3 Kaedah *Vermikompos*

Vermi berasal daripada bahasa Latin bermaksud cacing. *Vermikompos* ialah proses pelupusan sampah sarap menggunakan cacing tanah untuk memakan sisa buangan organik pepejal dan menukarkannya kepada bahan organik yang disebut *vermikas* atau najis cacing.

Kaedah *vermikompos* telah dijalankan di beberapa buah negara. Negara China contohnya menternak dan menggunakan cacing tanah dalam banyak bidang perubatan tradisional, iaitu untuk bahan farmaseutikal dan kosmetik. Di India pula, terdapat beberapa kampung yang terletak di bahagian Selatan India mengamalkan *vermikompos* untuk membaja tanaman mereka.

Negara Cuba pula merupakan sebuah negara yang menjadi mangsa sekatan ekonomi kerajaan Amerika Syarikat selepas perpecahan kerajaan Rusia. Cuba masih bertahan sebagai sebuah negara pertanian terutamanya dalam pengeluaran komoditi gula kerana kekurangan import baja kimia telah dapat diatasi dengan penggunaan baja organik yang disediakan melalui teknik *vermikompos*.

Beberapa bandar di Kanada, Amerika Syarikat dan Australia menggunakan *vermikompos* untuk melupus sisa buangan organik bandaran. Di New Zealand, kaedah *vermikompos* digunakan untuk memperbaiki hasil anggur yang digunakan untuk membuat wain. Di Korea, teknik *vermikompos* telah digunakan oleh sebuah syarikat untuk menstabilkan sisa biopepejal najis manusia. Oleh sebab potensi yang baik ini maka negara kita tidak harus ketinggalan dalam memperluaskan kajian dan penggunaan teknologi *vermikompos* ini.

i. Cacing *vermikompos*

Beberapa spesis cacing tanah telah digunakan untuk tujuan *vermikompos*. Spesies paling popular ialah cacing belang atau cacing harimau *Eisenia foetida*, cacing merah atau cacing najis *Lumbricus rubellus* dan *Amyntas gracilis*.

Cacing tanah yang biasa kita lihat atau cacing taman atau cacing padang ialah jenis cacing yang tinggal di dalam tanah dengan membina terowong dan lubang-lubang di dalam tanah. Cacing ini tidak sesuai untuk tujuan penghasilan *vermikas*.

Cacing harimau atau cacing merah biasanya tinggal di dalam najis, timbunan kompos dan bahan tumbuhan yang kaya dengan bahan organik. Bahan organik yang dimakan akan melalui bahagian *prostomium*, iaitu struktur seperti mulut yang dapat memegang makanan. Bahagian *farinks* boleh dijulur keluar bagi menolak makanan ke dalam sistem penghadaman cacing. Cacing tanah tidak bergigi, oleh itu makanan diselaputi air liur yang menjadikannya lembut dan mudah dihadam. Makanan diambil oleh bahagian *prostomium* yang berbentuk seperti bibir yang terbalik, yang mengambil makanan untuk dimasukkan ke dalam salur penghadaman di dalam badan. Selepas ditelan, makanan bergerak ke esofagus di dalam perut dan akhirnya ke dalam *gizzard* atau hempedal.

Di dalam hempedal cacing, terdapat batu-batu halus yang mengisar makanan. Makanan yang telah dikisar bergerak ke usus yang panjang, iaitu sama panjang dengan ukuran cacing tersebut. Di akhir usus ialah dubur yang berfungsi mengeluarkan *kasting* atau najis cacing. Dalam masa 24 jam, 1 kilogram cacing berupaya memakan 1 kilogram sampah dan menghasilkan lebih kurang 350 gram *vermikas*, iaitu 1/3 jumlah yang dimakan.

Cacing tidak mempunyai mata atau telinga tetapi sangat sensitif terhadap getaran atau gegaran pada tempat pengkompos. Ia juga sangat sensitif terhadap cahaya. Cahaya ultralembayung boleh memudaratkan cacing. Pendedahan

selama satu jam di bawah matahari yang cerah boleh menyebabkan lumpuh separa atau sepenuhnya. Beberapa jam pendedahan pula boleh membawa maut.

Cacing bernafas melalui kulitnya yang sentiasa lembab. Oksigen diserap oleh lembapan kulit dan diangkut ke dalam kapilari tubuh cacing. Keadaan tempat ternakan yang tergenang dengan air memudaratkan cacing dan menyebabkan ia lemas kerana keadaan anaerob.

ii. Faedah *Vermikas*

Vermikas mengandungi humus semula jadi yang mendatangkan faedah kepada tumbuhan seperti yang berikut:

- i. mampu bertindak sebagai penampan keasidan tanah. Kehadirannya mengimbangi pH melampau, iaitu *vermikas* mampu meningkatkan ketersediaan nutrien tanah untuk tumbuhan;
- ii. berfungsi sebagai pemerangkap toksin di dalam tanah. Humus mempunyai kemampuan untuk memerangkap logam berat atau menetapkan logam berat seperti yang terdapat dalam najis manusia, najis haiwan, sisa tumbuhan dan gambut. Ia menghalang tumbuhan daripada menyerap logam berat tersebut secara berlebihan;
- iii. *vermikas* bertindak sebagai perangsang pertumbuhan. Asid humik yang terkandung dalam *vermikas* mampu merangsang pertumbuhan tanaman seperti barli, tomato, kentang dan gandum;
- iv. selain berfungsi sebagai humus, *vermikas* juga mampu membekalkan nutrien tumbuhan. *Vermikas* biasanya mengandungi lebih banyak kandungan nutrien berbanding kompos biasa. Walaupun kandungan nutrien utama

seperti N, P dan K lebih rendah berbanding baja kimia tetapi kaya dengan kandungan minor dan unsur surih yang dapat memberi keseimbangan nutrien kepada tumbuhan;

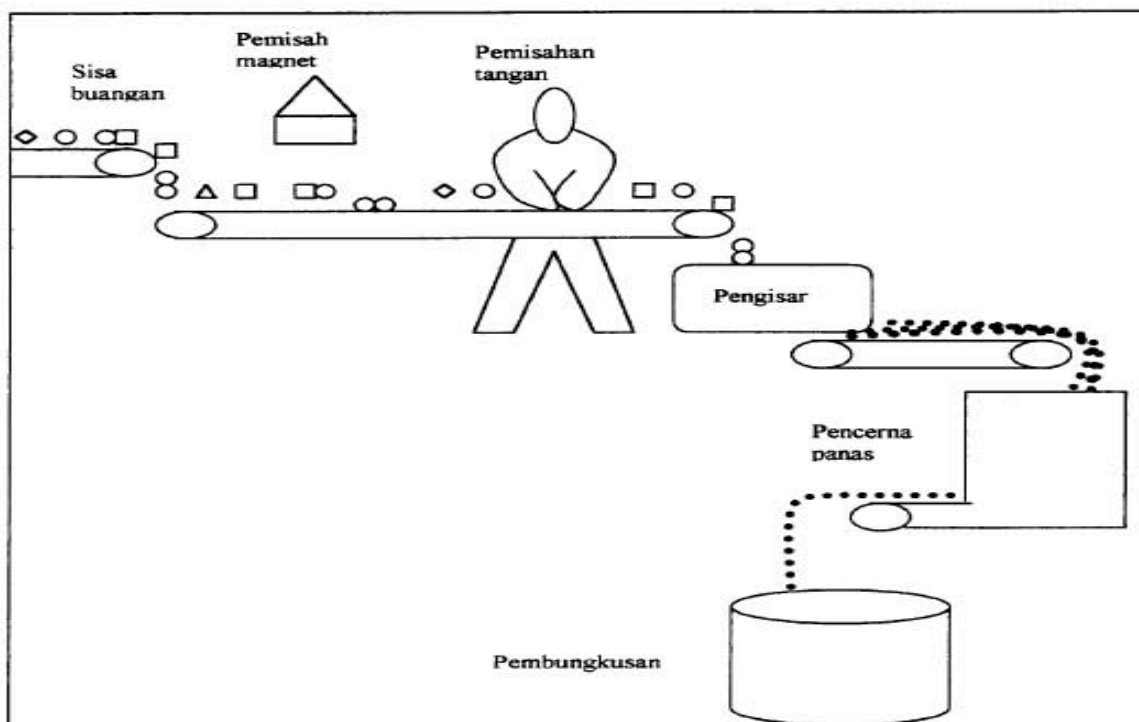
- v. penghasilan *vermikas* melalui sistem *vermikompos* mampu mengurangkan pembuangan sisa organik ke tempat pelupusan sampah yang hampir penuh. Projek *vermikas* mampu mengurangkan sisa pada punca sisa itu terhasil seperti sisa domestik atau pertanian tanpa perlu memisahkan kategori peringkat yang berikutnya; dan
- vi. kenyataan Eastman (1999) menunjukkan bilangan cacing pita *Ascaris* menurun sehingga 48 peratus selepas 72 jam rawatan *vermikompos* sementara kawalan, iaitu rawatan tanah, tidak menunjukkan sebarang penurunan. *Salmonella sp.* menurun sebanyak 99 peratus selepas 72 jam proses *vermikompos* sementara kawalan rawatan tanah menurun

sebanyak 93 peratus. *Koliform* najis juga menurun sebanyak 99 peratus dengan kawalan menurun sebanyak 20 peratus sahaja. Bukti ini menunjukkan proses *vermikompos* mampu menurun dan menstabilkan jumlah bilangan patogen *E.coli*, *Salmonella*, dan telur *helmin* yang membawa penyakit seperti *Ascaris*.

3.5.4 Kaedah Mekanikal (Mesin)

Pembaharuan teknologi sedikit sebanyak mempengaruhi kaedah pengkomposan. Kaedah mekanikal sesuai untuk sesuatu kawasan bandar yang mempunyai kadar penjana sampah yang tinggi. **Rajah 2** menunjukkan operasi teknologi rendah yang beroperasi secara deretan yang panjang. Hasil akhir pengkomposan akan berbau seperti tanah, seakan-akan tanah gambut dan berwarna coklat tua.

Rajah 2 : Tata Atur Pengkomposan bagi Kaedah Mekanikal



3.5.5 Kaedah *Bio-Regen*

Kaedah pengkomposan *bio-regen* merupakan mekanisme dalam mengubah bahan makanan yang dibuang untuk dijadikan satu produk cecair yang bertindak sebagai *bio liquid fertilizer*. **Foto 3** menunjukkan peralatan untuk pengkomposan *bio-regen*.

Cara untuk menjadikan produk cecair ialah dengan menghancurkan semua jenis bahan organik seperti sayuran, buah-buahan dan sisa ikan melalui proses pengisaran dan dikumpul di dalam bekas untuk tujuan penapaian seperti dalam **Foto 4**.

Foto 3: Mesin Pengkomposan *Bio-Regen*



Sebelum dimasukkan ke dalam bekas untuk tujuan penapaian, bahan-bahan yang telah dikisar tersebut akan di campurkan dengan sedikit air dan juga EM (*effective microorganism*) untuk menghasilkan *bio liquid fertilizer*.

Hasil penggunaan *bio liquid fertilizer* ini ialah untuk penyuburan tanah bagi tumbuhan dan juga sayuran. Ia bertindak sebagai agen pengurai bagi menyuburkan tanah.

Foto 4: Cara Pengkomposan *Bio-Regen*



3.5.6 Kaedah *Mudball*

EM *mudball* ataupun dikenali sebagai bola lumpur EM berguna sebagai salah satu penyelesaian alam sekitar ke arah mengurangkan pencemaran air dan seterusnya meningkatkan kualiti air di sungai-sungai dan parit-parit. Proses penapaian yang keluar daripada bola lumpur akan mengurangkan atau menghapuskan ammonia nitrogen yang terdapat dalam sisa buangan manusia dan kebocoran dalam sistem pembetungan air.

Kolam buatan, tasik dan air pancuran memang banyak dibina di taman rekreasi sebagai daya penarik selain untuk menenangkan minda ia juga dapat meningkatkan nilai perniagaan. Kolam ini akan membina ekosistemnya sendiri dan

ia dengan mudah keluar daripada kestabilannya.

Jika air terbiar statik dalam jangka masa yang lama, jentik-jentik akan mulai mendominasi, alga mulai wujud di dalam air dan bau yang busuk akan terhasil.

Menambah pengudaraan (*water circulate*) boleh mengurangkan masalah ini namun ia bergantung kepada kualiti air tersebut, jumlah kalsium dan alga tetap yang terbentuk.

Foto 5: Mudball Siap Disediakan



Foto 6: Mudball Disimpan Di Dalam Bekas Sebelum Digunakan



Penggunaan *mudball* merupakan satu cara yang berjaya untuk mengurangkan masalah kualiti air. Ia digunakan dengan meletakkan *mudball* tersebut ke dalam air yang tercemar dan dibiarkan beberapa hari/minggu untuk EM (*probac*) bekerja bagi memulihkan air yang tercemar tersebut.

Jika tinggi bahan organik (sludge), kemungkinan akan terhasil suatu lapisan di permukaan dan ianya akan beransur-ansur hilang. Proses *bio-remediation* semulajadi terjadi dan hanya biarkan EM bekerja. EM adalah satu teknologi yang berkos rendah yang bertindak dengan cepat, berkesan dan secara signifikan.

Selain itu juga, dengan penggunaan EM secara aktif dan berkala akan menjadikan kehadiran mikrob bermanfaat mencukupi dan seterusnya mengawal alga dengan mengurangkan kehadiran nutrien dan sentiasa mengawalinya pada paras yang rendah. EM aktif juga berkebolehan meneutralkan air (*neutralize salts*) dimana bertindak sebagai klorinator semula jadi dan menghalang pembentukan lapisan kristal di permukaan air.

3.6 TEKNIK PENGKOMPOSAN

3.6.1 Teknik EM-Bokashi

Teknologi EM-Bokashi merupakan satu teknik pengkomposan yang menggunakan bakteria yang berguna untuk menguraikan sisa makan menjadi hasil tanaman yang sangat mesra alam. Bakteria-bakteria ini akan membantu memusnahkan bakteria yang tidak diperlukan di dalam tanah semasa proses penanaman. Antara bakteria yang terdapat di dalam EM-Bokashi ini ialah seperti yang berikut:

- i. **bakteria asid laktik**- mengeluarkan asid laktik sebagai pendinding atau penghalang kepada mikrob patogenik yang hadir;
- ii. **bakteria fototropik**- menguraikan gas yang berbahaya seperti mana ammonia dan hidrogen sulfida dan menukarnya kepada gas-gas yang tidak berbau; dan
- iii. **vis**- mengeluarkan hormon dan enzim yang bertindak sebagai bahan bioaktif untuk meningkatkan pengaktifan bahagian sel-sel dan akar.

Bokashi dalam bahasa Jepun bererti “bahan organik yang telah difermentasikan”. Bahan *Bokashi* dibuat dengan melalui proses fermentasi bahan-bahan organik (dedak, hampas kelapa, tepung ikan, dsb.) dengan EM. Biasanya, bahan *Bokashi* didapati dalam bentuk serbuk atau butiran seperti dalam **Foto 7**.

Teknik *Bokashi* digunakan oleh petani Jepun dalam memperbaiki tanah secara tradisional untuk meningkatkan kepelbagaian mikrob di dalam tanah dan meningkatkan persediaan unsur bagi tanaman. Secara tradisional, *Bokashi* dibuat dengan cara menfermentasikan bahan organik seperti dedak dengan tanah dari hutan atau gunung yang mengandungi berbagai-bagai jenis mikroorganisma.

Kini, ia lebih dikenali sebagai EM-*Bokashi* iaitu *bokashi* dengan bahan organik yang difermentasikan dengan mikroorganisma efektif, bukan dengan tanah dari hutan atau gunung. EM yang digunakan dalam pembuatan bokashi adalah suatu kultur campuran pelbagai mikroorganisma yang bermanfaat (terutama bakteria fotosintetik dan bakteria asid laktik, ragi dan *actinomyces*) dan dapat digunakan

sebagai *inokulan* untuk meningkatkan kepelbagaian mikrob tanah. Penggunaan EM dalam pembuatan bokashi selain dapat memperbaiki struktur dan kualiti tanah juga bermanfaat memperbaiki pertumbuhan serta jumlah dan mutu hasil tanaman.

Foto 7: Bokashi Siap Untuk Digunakan



Idea tentang penggunaan EM ini dikembangkan oleh Profesor Teruo Higa dari Jepun. Profesor Teruo telah menemui mikroorganisma yang dapat hidup secara bersama di dalam kultur campuran dan secara fisiologi dapat bergabung antara satu dengan yang lain. Menurutnya, apabila kultur ini dimasukkan ke dalam persekitaran semula jadi, maka pengaruh baik masing-masing akan lebih berlipat ganda secara sinergik.

Menurutnya juga, kultur EM tidak mengandungi mikroorganisma yang telah dimodifikasi secara genetik, tetapi kultur ini merupakan campuran pelbagai spesies mikrob yang terdapat di dalam persekitaran semula jadi dunia.

Pada prinsipnya, peranan bahan *Bokashi* hampir sama dengan baja organik lain seperti kompos, namun EM-*Bokashi*,

pengaruhnya dipercepatkan dengan adanya penambahan mikroorganisma. *Bokashi* dapat digunakan 3-14 hari setelah perlakuan (fermentasi). Kebaikan penggunaan *Bokashi* ialah untuk meningkatkan pertumbuhan dan penghasilan tanaman meskipun bahan organiknya belum terurai seperti pada kompos.

EM yang digunakan dalam pembuatan *bokashi* sangat berguna dalam memperbaiki sifat fizik, kimia dan biologi tanah, juga dapat menyekat pertumbuhan hama dan penyakit yang memusnahkan tanaman. Dengan demikian, penggunaan *bokashi* EM baik secara langsung mahupun tidak, sangat memberi kesan terhadap pertumbuhan tanaman pertanian termasuk padi, buah-buahan dan sayuran. Kesan penggunaan EM-*Bokashi* dalam pertanian ialah:

- peningkatan nutrisi tanaman yang sedia ada;
- aktiviti hama dan penyakit/patogen dapat dikurang atau dihapuskan;
- peningkatan aktiviti mikroorganisma *indogenous* yang menguntungkan, seperti *Mycorhiza*, *Rhizobium*, bakteria pelarut fosfat, dll.;
- pengikatan nitrogen dalam tanah; dan
- mengurangkan keperluan baja dan racun kimia.

Penggunaan bahan *Bokashi* merangkumi prinsip ekologi berikut:

- memperbaiki struktur tanah sehingga menguntungkan pertumbuhan tanaman terutama pengelolaan bahan organik dan meningkatkan kehidupan biologi tanah;
- mengoptimalkan bahan sedia ada dan keseimbangan unsur mineral tanah, melalui pengikatan nitrogen,

penyerapan mineral, penambahan dan baja daripada hasil usaha tani;

- mengurangkan kehilangan hasil tani akibat aliran panas, udara dan air dengan cara mengelola iklim mikro, pengelolaan air dan pencegahan hakisan; dan
- mengurangkan kehilangan hasil tani akibat hama dan penyakit dengan melaksanakan usaha pencegahan melalui perlakuan yang mesra alam.

3.6.2 Teknik *Takakura Home Method*

Seorang ahli kimia gunaan dari Institut Teknologi Himeji Jepun iaitu Koji Takakura telah menemui satu kaedah untuk mengurangkan sampah dengan mencipta Kaedah Pengkomposan *Takakura Home Method*. Pertubuhan bukan kerajaan iaitu KITA (Kitakyushu International Techno-Cooperative Association) Jepun telah mengambil inisiatif memperkenalkan kaedah tersebut.

Kaedah ini menumpukan kepada sampah organik buangan domestik dari rumah seperti sisa makanan, sayur atau daun kering. Ia sesuai digunakan oleh semua golongan masyarakat dengan mengambil masa yang singkat. Kaedah kompos *Takakura* menghasilkan baja kompos melalui sisa-sisa dapur. Kaedah ini amat sesuai kerana ia akan mengitar semula sisa buangan dapur untuk dijadikan baja tanaman.

i. Penyediaan *Takakura Home Method*

Bahan-bahan yang diperlukan untuk penyediaan *Takakura Home Method* ialah:

- a. buah oren/tempe;
- b. gula merah;
- c. air;
- d. bekas/balang air kedap udara;

- e. kotak (penyimpanan fungi);
- f. sekam padi;
- g. tanah;
- h. bekas pengkomposan; dan
- i. bahan lebih makanan dari dapur.

ii. Langkah-Langkah Penyediaan Cecair Penapaian

Terdapat tujuh langkah mudah yang perlu dilakukan untuk menghasilkan cecair penapaian iaitu:

- a. sukat air sebanyak 3 liter;
- b. masukkan air tersebut ke dalam bekas/balang air kedap udara;
- c. masukkan gula merah sebanyak 250 gram ke dalam bekas/balang air kedap udara;
- d. gaulkan air dan gula merah tersebut sehingga rata;
- e. masukkan buah oren yang telah dipotong ke dalam bekas/balang air kedap udara;
- f. gaulkan campuran tersebut sehingga sehati; dan
- g. tutup bekas/balang air kedap udara dengan cermat dan perlu disimpan selama 3-5 hari sebelum ia boleh digunakan.

ii. Langkah-Langkah Penyediaan Fungi

Terdapat enam langkah mudah yang perlu dilakukan untuk menghasilkan fungi iaitu:

- a. sediakan tanah sebanyak 2 kilogram;
- b. sediakan sekam padi sebanyak 1 kilogram;
- c. campurkan tanah dan sekam sehingga sehati dengan nisbah 2:1 ke dalam bekas kotak;
- d. masukkan cecair penapaian yang telah siap disimpan selama 3-5 hari ke dalam campuran tanah dan sekam padi tersebut sedikit demi sedikit;

- e. gaulkan sehingga rata bahan-bahan yang telah dicampur tadi sehingga sehati; dan
- f. bekas kotak yang mengandungi bahan kesemua itu perlulah ditutup rapat dan perlu disimpan selama 7 hari.

iii. Langkah-Langkah Proses Pengkomposan

Terdapat empat langkah mudah yang perlu dilakukan untuk menghasilkan kompos iaitu:

- a. sediakan fungi penapaian yang telah disimpan selama 7 hari;
- b. fungi tersebut perlu dipindahkan ke dalam bekas pengkomposan dengan kadar 60 peratus daripada tinggi bekas tersebut;
- c. sisa makanan diletakkan (bagi mempercepatkan lagi proses) dan perlu ditanam sedalam 5 sentimeter daripada permukaan; dan
- d. selepas meletakkan sisa makanan tersebut, bekas pengkomposan ditutup dengan kain bagi mengelakkan serangga atau ulat.

iv. Hasil Kajian

- a. kulat-kulat telah wujud dan membuktikan mikrob telah aktif; dan
- b. makanan berbentuk gumpalan membuktikan mikrob aktif mengurai sisa makanan tersebut.

v. Penggunaan Hasil Pengkomposan

Hasil daripada pengkomposan tersebut akan digunakan sebagai baja untuk tumbuh-tumbuhan seperti sayur-sayuran bagi menyuburkan lagi keadaan tanah tersebut. Hasilnya, sayuran akan lebih subur tumbesarnya.

3.7 *Effective Microorganism (EM)*

Teknologi EM telah dibangunkan oleh Profesor Teuro Higa pada tahun 1970 di Universiti Ryukysu, Ikonawa, Jepun. Profesor Teuro merupakan seorang *Hortikultur Biologist* yang berasal dari Jepun yang banyak mengkaji penggunaan mikroorganisma dalam pelbagai aplikasi termasuk dalam sistem olahan air.

EM adalah campuran daripada beberapa kumpulan organisma yang akan memberi kesan yang baik kepada manusia, haiwan, tumbuhan dan alam semula jadi (Higa, 1997). EM juga didapati boleh membantu proses peningkatan kualiti air tercemar dengan menggunakan antioksidan yang dikeluarkan oleh mikrob yang aktif di dalam EM itu sendiri (Okuda, 1997). Profesor Teuro telah memilih 250 daripada 1000 jenis bakteria yang dijumpai untuk menghasilkan EM ini. Gabungan bakteria ini menjadikan EM berjaya diaplikasikan dalam proses mengolah air sisa.

Probac (*biotic*) atau dikenali sebagai bakteria baik yang terdapat di dalam EM membantu untuk merencatkan pertumbuhan bakteria patogen (bakteria tidak baik) yang ada di dalam sistem tumbesaran. Gabungan kultur yang terdiri daripada tiga jenis bakteria utama iaitu bakteria asid laktik, bakteria fotosintetik dan yis secara prinsipnya memberi kaedah olahan yang mudah, ekonomi dan mesra alam.

Tiga jenis mikrob ini yang bertindak secara semula jadi bekerjasama dan menghasilkan sebatian bermanfaat seperti vitamin, hormon, enzim, asid organik, mineral, bioaktif dan bermacam-macam antioksidan apabila ia bertemu bahan-bahan organik. Kunci dalam larutan

EM ialah bakteria fototropik (*Rhodopsuedomonas palustris*) iaitu kumpulan bakteria bermanfaat dalam memecahkan molekul dan mencerna sebatian toksik.

Campuran mikrob yang unik ini menghasilkan antioksidan yang antaranya *inositol, ubiquinon, saponin, polisakarida, polyphenol* dan pelbagai mineral. Antioksidan ini membantu sistem pertahanan semula jadi yang boleh menghalang pertumbuhan bakteria-bakteria yang tidak bermanfaat.

Ciri-ciri ketiga-ketiga bakteria utama dalam EM ialah:

- **Bakteria asid laktik** (*lactic acid bacteria*) merembeskan asid laktik daripada gula dan karbohidrat yang dihasilkan oleh yis dan juga bakteria fototropik. Bakteria ini adalah agen pensterilan kuat yang boleh membunuh mikroorganisma patogen dan meningkatkan kadar pengkomposan bahan organik termasuklah lignin dan selulosa. Proses ini dipengaruhi oleh tindak balas gula dan juga karbohidrat lain dan dijanakan melalui bakteria fotosintesis dan juga yis.

Asid laktik merupakan pembasmi kuman yang berkesan untuk menumpaskan mikroorganisma yang berbahaya yang boleh meningkatkan kadar penguraian bahan organik. Mikrob ini juga bertindak untuk tujuan penguraian bahan lain seperti lignin dan selulosa seterusnya menjalankan proses penapaian bahan-bahan tersebut dan menyingkirkan kesan yang tidak diinginkan daripada kesan bahan organik yang tidak mengalami proses penguraian tersebut.

- **Bakteria Fotosintetik** (*photosintetic bacteria*) merupakan bakteria yang berada dalam kumpulan bebas dan mampu berdikari. Bakteria ini dihasilkan secara sintesis daripada perembesan akar, bahan organik dan juga gas berbahaya seperti hidrogen sulfat dengan menggunakan cahaya matahari dan pemanasan tanah untuk menghasilkan punca tenaga.

Bahan berguna yang dihasilkan oleh mikrob ini termasuklah asid amino, asid nucleic, bahan bioaktif dan juga gula dimana ia akan menyumbang kepada pertumbuhan tumbuhan. Metabolisme yang dihasilkan oleh mikroorganisma ini akan diserap terus oleh tumbuhan dan akan bertindak sebagai bahan untuk meningkatkan penghasilan populasi berfaedah.

- **Yis** (*yeast*) bertindak balas secara semula jadi mensintesis *antimicrobial* dan substrat seperti asid amino dan gula yang dihasilkan oleh bakteria *foto-trofile* bahan-bahan organik dan lelehan akar. Bahan bioaktif seperti hormon dan enzim yang dihasilkan oleh yis akan membantu mempercepatkan pertumbuhan sel pokok dan akar serta mikroorganisma EM yang lain.

4.0 PERUNDANGAN, DASAR DAN GARIS PANDUAN PERANCANGAN

4.1 Skim Amalan Ladang Baik Malaysia (Jabatan Pertanian Malaysia)

Polisi Pengurusan *Substrate*

Bagi sistem penanaman tanpa tanah, penggunaan *substrate* organik (seperti

bahan kompos, *cocoa peat* dan hampas padi) diberi keutamaan.

Polisi Pengurusan Baja dan Nutrien

Semua baja hendaklah disimpan di dalam stor yang bertutup, berlabel, bersih dan kering. Untuk baja organik yang tidak dibungkus (kompos) hendaklah disimpan di kawasan yang tertutup bagi mengelakkan pencemaran alam sekitar.

Polisi Alam Sekitar

Pengurusan Sisa Buangan

- sisa buangan daripada bahan organik (yang mudah terurai) dikitar semula sebagai kompos;
- sisa buangan yang tidak mudah terurai dikitar semula atau dilupuskan kepada pihak yang menggunakan semula; dan
- sisa buangan bekas racun makhluk perosak dilupuskan di tempat yang dibenarkan atau melalui kontraktor berlesen.

Polisi Pengurusan Bahan Buangan/ Sisa Ladang

Sisa Bahan Tanaman (Organik)

- menggunakan semula sisa tanaman untuk dijadikan kompos, makanan ternakan dan sungkupan; dan
- digunakan sebagai ekstrak untuk tujuan baja perladangan semula jadi (*natural farming*).

4.2 Garis Panduan Perancangan Kejiranan Hijau

Sumber sisa perlu dimanfaatkan sebaik mungkin dalam perancangan kejiranan hijau melalui pengintegrasian pembinaan infrastruktur dan utiliti serta bangunan secara *eco-cycle design*.

Untuk memastikan sisa pepejal diurus secara mampan, Garis Panduan Perancangan ini mencadangkan pendekatan pengurusan yang berteraskan Konsep 3R (*reduce, reuse dan recycle*) seperti yang ditunjukkan di dalam **Jadual 2**.

Jadual 2: Pendekatan Pengurusan Sisa Berteraskan Konsep 3R

| Aspek | Pendekatan 3R |
|-------|--|
| Sisa | <ul style="list-style-type: none"> ▪ mengurangkan penjanaaan ▪ mengguna semula sisa untuk menghasilkan tenaga ▪ kitar semula sisa |

Sumber: JPBD Semenanjung Malaysia (2012), Garis Panduan Perancangan Kejiranan Hijau

5.0 AMALAN PENGKOMPOSAN SISA DI MALAYSIA

5.1 Tujuan Pengkomposan

i. Penjanaaan Sisa Pepejal

Tujuan utama pengkomposan untuk mengurangkan penjanaaan sisa pepejal organik terutamanya daripada perniagaan pasar, sisa landskap dan juga sisa makanan daripada perumahan yang perlu dilupuskan di tapak pelupusan sampah.

ii. Kitar Semula

Pengkomposan merupakan aktiviti kitar semula yang boleh memberi kesedaran kalangan masyarakat tentang pemeliharaan alam sekitar. Pengkomposan juga bertujuan untuk mengurangkan pencemaran alam sekitar.

iii. Aktivit Berkebun

Untuk memupuk nilai-nilai murni masyarakat dalam berkebun sayur serta

mencantikkan landskap di sekeliling kediaman. Bahan kompos yang dihasilkan sangat berkesan menyuburkan tanaman dan tanah serta mesra alam berbanding penggunaan baja kimia.

5.2 Jenis Pengkomposan Sisa Di Malaysia

5.2.1 Pengkomposan daripada Sisa Haiwan dan Pertanian

Pengkomposan sisa haiwan dan pertanian kebanyakannya untuk kegunaan sendiri terutamanya bagi tujuan peladangan.

Hasil pengkomposan digunakan di ladang-ladang atau di tapak semeaian sebagai baja organik. Proses pengkomposan jenis ini melibatkan campuran najis haiwan bersama agen pemberat (*bulking agent*), contohnya seperti sisa makanan, jerami atau cebisan kertas yang kemudiannya dikomposkan di dalam suatu longgokan yang tetap atau *windrow*.

5.2.2 Pengkomposan Sisa Taman

Proses pengkomposan ini merupakan salah satu kaedah atau alternatif untuk memulihara atau mendapatkan semula sumber yang mempunyai banyak ciri positif dimana teknologinya boleh diubah suai mengikut situasi atau keadaan setempat.

Hasil sampingan daripada proses pengkomposan ini boleh dilupuskan dengan mudah di tapak-tapak kabus tanah tanpa memberikan kesan negatif kepada alam sekitar. Proses pengkomposan ini mesra alam, bersih dan lazimnya mengandungi bahan toksid yang rendah.

Sisa taman seperti tumbuh-tumbuhan yang terhasil melalui kerja-kerja perkebunan, kerja-kerja pembersihan taman dan kawasan perumahan, lanskap dan sebagainya. **Foto 8** menunjukkan contoh PBT yang menggunakan sisa tanaman sebagai bahan tambahan untuk pengkomposan iaitu Dewan Bandar Raya Kuching Utara (DBKU), Sarawak.

Foto 8: Pengkomposan Sisa Taman



5.2.3 Pengkomposan Sisa Makanan

Pengkomposan sisa makanan telah banyak dan aktif dilaksanakan di Malaysia sama ada di medan selera, pasar, sekolah, hotel, kilang dan pusat perniagaan. **Foto 9** menunjukkan contoh sisa dari pasar yang boleh dikomposkan.

Foto 9: Sisa Sayuran Dari Pasar



5.3 Kaedah Pengkomposan Sisa di Malaysia

5.3.1 Kaedah Timbunan/Terbuka (*Heat Method*)

Pengkomposan kaedah timbunan dilaksanakan dengan melonggokkan sisa-sisa dan dibiarkan mereput dalam jangka masa tertentu untuk menghasilkan bahan kompos. Ejen pengkomposan iaitu EM disiram bagi mempercepatkan proses pereputan sisa. **Foto 10** menunjukkan pengkomposan kaedah timbunan di DBKU Sarawak.

Foto 10: Kaedah Timbunan Pengkomposan di DBKU



Langkah yang dilaksanakan oleh DBKU:

- 1) Campurkan semua sisa buangan daripada pokok (*green waste*), sayur-sayuran dan buah-buahan yang telah tamat tempoh dan ranting-ranting pokok dalam bentuk timbunan.
- 2) Siram timbunan dengan air sekali setiap 3-5 hari dan juga cecair EM (**Foto 11**) dan timbunan perlu dijemur. Timbunan perlu ditutup dengan plastik (kanvas) pada hari hujan supaya bahan-bahan kompos tidak tercemar.

Foto 11: Cecair EM Yang Telah Sedia Untuk Digunakan



- 3) Pada hari ketiga, tinggi timbunan akan berkurangan dan perlu ditambah lagi dengan bahan-bahan sisa dan disiram dengan EM.
- 4) Pada hari keempat periksa suhu menggunakan ranting kayu. Masukkan ranting di tengah bahagian timbunan dan biarkan selama 5-7 minit. Ranting kayu tersebut sepatutnya panas.
- 5) Selepas 2 minggu gaulkan timbunan sisa dan bahan kompos anda akan siap pada minggu keempat. Hasil kompos perlu dihancurkan dengan menggunakan mesin penghancur dan ditapis supaya menjadi serbuk halus dan digunakan sebagai bahan kompos. **Foto 12** menunjukkan hasil kompos yang telah dihancurkan.

Foto 12: Hasil Kompos Setelah Dikisar Halus



- 6) Penggunaan hasil kompos ialah dengan menaburkannya di atas petak tanaman untuk mengaktifkan bakteria pengurai tanah. **Foto 13** dan **14** menunjukkan contoh tumbuhan yang subur hasil penggunaan bahan kompos.

Foto 13: Hasil Tanaman



Foto 14: Sayur Segar Menggunakan Bahan Kompos



5.3.2 Kaedah Petak Cetek/Kaedah Bata (*Shallow Compartment Method*)

Kaedah petak cetek ini telah dilaksanakan oleh Majlis Perbandaran Pulau Pinang (MPPP) seperti yang ditunjukkan di dalam **Foto 15**. Lokasi tempat pengkomposan ini adalah di Stor Kg. Jawa Baru, Georgetown, Pulau Pinang.

Foto 15: Tempat Pengkomposan
Kaedah Petak Cetek



Kaedah ini sesuai untuk kawasan bandar yang mempunyai kadar pembuangan sisa yang sederhana.

Foto 16: Campuran Tanah Diratakan



5.3.3 Kaedah Mekanikal

Kaedah ini dilaksanakan oleh Majlis Bandar Raya Kuching Selatan (MBKS) dan Perbadanan Putrajaya. **Foto 17** menunjukkan mesin pengkomposan di Perbadanan Putrajaya yang diurus dan dikawal selia oleh Syarikat Alam Flora Sdn. Bhd.

Sisa-sisa organik lembut yang diproses dengan mesin tersebut memerlukan masa

hanya 2 minggu sahaja bagi penghasilan bahan kompos berbanding kaedah konvensional yang memakan masa hingga 2-3 bulan.

Foto 17: Mesin Pengkomposan



Proses penghasilan bahan kompos menggunakan mesin berjalan dalam keadaan automatik dimana bahan pengkomposan dinilai dan dikawal oleh sensor bagi mengetahui tahap bahan kompos sebelum dikeluarkan secara automatik di tempat pengumpulan utama seperti di dalam **Foto 18**.

Foto 18: Hasil Kompos Dikeluarkan
daripada Mesin



Mesin pengkomposan juga dilengkapi dengan sistem penapis bau yang efisien bagi penyahbauan. Bahan yang dikenali sebagai *active carbon* digunakan sebagai bahan utama penapis bagi menapis bau busuk sebelum dilepaskan ke udara.

5.3.4 Kaedah *Bio-Regen*

Kaedah ini telah dipraktikkan oleh MPPP dan lokasi memproses ini telah ditempatkan di Kompleks Makanan Bayan Baru.

Kompos *Bio-Regen* melibatkan lima peringkat pelaksanaan seperti berikut:

- i. Pengasingan dan pemprosesan bahan untuk dikompos seperti dalam **Foto 19**.

Foto 19: Pengasingan Bahan Untuk Pengkomposan



- ii. Mengumpul data berat bahan kompos menggunakan timbangan seperti dalam **Foto 20**.

Foto 20: Bahan Kompos Ditimbang



- iii. Memasukkan sisa bahan kompos yang telah dicincang ke dalam mesin untuk memprosesan seperti dalam **Foto 21**.

Foto 21: Bahan Siap Untuk Dikisar



- iv. Cecair daripada sisa bahan disalurkan ke dalam tangki berkapasiti 1,000 liter seperti dalam **Foto 22**.

Foto 22: Cecair Hasil Kompos Dikumpul Di Dalam Tangki



- v. Cecair bahan kompos disimpan selama 28 hari sebelum digunakan sebagai baja cecair (*liquid bio-fertiliser*). **Foto 23** menunjukkan contoh tangki penyimpanan cecair dan **Foto 24** merupakan cecair hasil kompos.

Foto 23: Cecair Hasil Kompos disimpan selama 28 hari



Foto 24: *Bio Liquid Fertilizer* Sedia Untuk Digunakan



Jadual 3: Data Sisa Makanan Yang Diperolehi Untuk Tujuan Pengkomposan

| TAHUN 2011 | Berat Sisa Makanan |
|---------------|---------------------|
| Ogos | 790.00 kg |
| September | 2,610.00 kg |
| Oktober | 2,675.50 kg |
| November | 2,840.50 kg |
| Disember | 3,355.50 kg |
| JUMLAH | 12,272.20 kg |

Sumber: Majlis Perbandaran Pulau Pinang (2012)

Jadual 3 menunjukkan jumlah sisa makanan yang di kompos dari gerai-gerai di Kompleks Makanan Bayan Baru. Pada peringkat permulaan daripada bulan Ogos hingga Oktober, pihak MPPP telah mengumpul lebih 4,000 kilogram sisa makanan dan telah diproses menjadi *bio liquid fertilizer*. Di peringkat permulaan, pihak MPPP telah memberi *bio liquid fertilizer* kepada kakitangan MPPP untuk mencuba agar dapat memberikan maklum balas tentang keberkesanan baja tersebut.

5.3.5 Kaedah *Mudball* Bagi Pengurangan Pencemaran

Mudball merupakan satu produk yang digunakan untuk menghilangkan bakteria yang terdapat di dalam air sama ada di sungai, laut, atau kolam ternakan ikan. **Foto 25** menunjukkan sungai yang menggunakan *mudball* bagi tujuan membersihkan airnya.

Foto 25: Sungai Sebulong Johor Bahru Menggunakan Kaedah *Mudball*



Cara untuk membuat *mudball* seperti di dalam **Rajah 3** merangkumi langkah-langkah berikut:

- i. bahan-bahan yang diperlukan adalah seperti cecair EM, dedak beras dan tanah merah;
- ii. sediakan cecair EM dan masukkan ke dalam bekas;
- iii. masukkan dedak beras ke dalam cecair EM tersebut;
- iv. gaulkan campuran larutan bahan-bahan tersebut sehingga rata;
- v. campurkan bahan yang telah larut di gaul ke dalam tanah merah;
- vi. gaulkan campuran tersebut sehingga sebati;
- vii. setelah sebati, campuran tersebut boleh dibentuk seperti bola lumpur sebesar satu genggam;
- viii. setelah selesai membuat *mudball*, ia perlu disimpan di dalam kotak untuk proses penapaian; dan
- ix. tutup kotak/bekas tersebut dan selepas seminggu, *mudball* tersebut sedia untuk digunakan.

Rajah 3 : Cara Untuk Menyediakan *Mudball*



Sumber: <http://ras.doe.gov.my/portal/lakukan-sendiri/cara-membuat-em-mud-ball/>

6.0 PANDUAN PELAKSANAAN

6.1 Lokasi Pengkomposan

Kesesuaian lokasi pengkomposan bergantung kepada kaedah pengkomposan seperti yang berikut:

i. Kaedah Timbunan/Terbuka (Heat Method)

Kaedah timbunan/terbuka sangat sesuai dibangunkan di kawasan yang menerima taburan hujan yang sederhana. Proses pengkomposan yang dijalankan mestilah di tempat yang terlindung atau di kawasan khas.

Bahan-bahan yang akan dikompos ditimbunkan di satu tempat yang berukuran 1.5 hingga 2 meter (tinggi) dan 2.5 hingga 4.0 meter (lebar). Secara umumnya, penggunaan kaedah pengkomposan jenis timbunan dan terbuka ini akan melibatkan jenis sisa taman, sisa lanskap dan juga sisa-sisa pasar seperti sayur-sayuran dan buah-buahan. Jentolak perlu digunakan untuk kerja-kerja pengudaraan jika isi padu bahan kompos tersebut terlalu besar.

Keluasan kawasan sekurang-kurangnya dua (2) ekar diperlukan untuk menempatkan sumber sisa pepejal yang akan dikompos. **Foto 26** menunjukkan contoh kawasan pengkomposan kaedah terbuka. Persekitaran kawasan yang dicadangkan dan digalakkan untuk menjalankan aktiviti pengkomposan sisa kaedah timbunan/terbuka ialah di kawasan perindustrian.

Foto 26: Tapak Pengkomposan Terbuka



ii. Kaedah Mekanikal

Pengkomposan dengan menggunakan kaedah mekanikal tidak memerlukan satu tapak atau kawasan yang luas. Ini kerana, keluasan kawasan untuk menempatkan mesin kompos berukuran kurang daripada 1 meter persegi (1 m^2).

Mesin kompos sesuai diletakkan di dalam bangunan terutama berhampiran dengan lokasi yang menyumbang sumber bahan pengkomposan seperti pasar dan medan selera. **Foto 27** menunjukkan pusat pengkomposan menggunakan kaedah mekanikal di MBKS Sarawak. **Foto 28** menunjukkan mesin pengkomposan.

Foto 27: Bangunan Untuk Pengkomposan Berhampiran Pasar

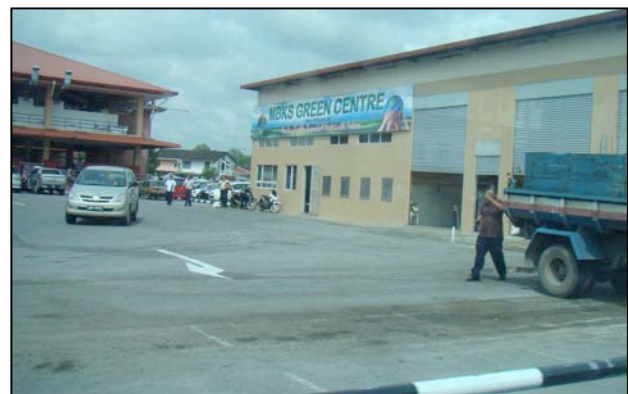


Foto 28: Mesin Proses Pengkomposan



iii. Kaedah Petak Cetek/Kaedah Bata

Kaedah kompos menggunakan bata (*bricks method*) dibina berukuran 3 kaki x 3 kaki x 3 kaki (27kaki³) dengan bata-bata yang tidak disimen seperti di dalam **Foto 29** dan **Foto 30**. Ia disusun supaya menjadi empat segi tepat dengan ketinggian tidak lebih daripada 2 meter.

Foto 29: Petak Bata Berukuran 3' x 3' x 3'



Proses pengkomposan jenis ini hendaklah dijalankan di kawasan yang berbumbung atau di dalam bangunan khas dan tidak memerlukan satu kawasan yang luas.

Setiap ruang berkemampuan menampung sebanyak 100 kilogram bahan sisa sayuran, buah-buahan dan makanan untuk tempoh 3 bulan sebelum menjadi bahan kompos.

Foto 30: Tapak Pengkomposan Kaedah Petak Cetek/Kaedah Bata



Kaedah ini akan menyebabkan sisa buangan dikomposkan di dalam bahagian atas petak yang terbuka dimana kedalamannya kurang daripada 2 meter. Bahagian lantai petak boleh diubah suai dengan menyediakan sistem saliran untuk aliran keluar larut resap dan pengaliran udara.

Pengudaraan boleh dilakukan dengan menterbalikkan bahan kompos sama ada menggunakan kaedah manual seperti di dalam **Foto 31** atau kaedah mekanikal.

Foto 31: Pembalikan Tanah Dilakukan



MPPP merupakan contoh PBT yang telah melaksanakan pengkomposan kaedah petak cetek.

iv. Kaedah *Bio-Regen*

Kaedah ini bertujuan untuk menghasilkan cecair *bio liquid fertilizer* dengan mengisar sisa makanan. Mesin pengisar direka bentuk untuk mengisar sisa makanan terutamanya sisa makanan daripada pasar untuk menghasilkan hasil kompos cecair. **Foto 32** menunjukkan contoh mesin pengisar bagi Kaedah *Bio-Regen*.

Foto 32: Mesin *Bio-Regen*



Mesin ini bersaiz 1.5 meter (tinggi) dan berukuran 40 sentimeter x 40 sentimeter (lebar). Operasinya sangat mudah dengan memasukkan sisa makanan basah dan juga kering ke dalam pengisar tersebut dengan dicampurkan dengan sedikit air dan juga cecair EM.

Hasil kisanan tersebut akan disalurkan ke dalam bekas penyimpanan yang disediakan untuk tujuan penapaian selama 28 hari sebelum digunakan sebagai baja dan juga pembersih biologi di lantai dan juga longkang. **Foto 33** menunjukkan penyaluran hasil kisanan masuk ke tangki penapaian.

Foto 33: Hasil Kisanan Disalurkan Ke Dalam Tangki Penyimpanan



6.2 Pengurusan Pentadbiran

Kebanyakan PBT di Malaysia tidak mempunyai unit pengurusan pentadbiran dalam menguruskan pengkomposan. Ia memerlukan kos dalam menyediakan kakitangan yang khusus dalam menguruskan pengkomposan. PBT boleh bertindak sebagai agensi yang mengawal selia program, memberikan nasihat, latihan dan juga kesedaran dalam program pengkomposan sisa kepada komuniti untuk dibangunkan di dalam kawasan kejiranan.

Oleh itu, dicadangkan setiap PBT untuk menubuhkan satu unit baru yang berkaitan dengan kesihatan alam sekitar atau melebar luas bidang kuasa jabatan-jabatan sedia ada yang berkaitan dengan pengkomposan sisa.

6.3 Peruntukan Kewangan

Peruntukan kewangan yang terhad juga menyulitkan lagi PBT di Malaysia untuk membangunkan pengkomposan di dalam kawasan pentadbiran masing-masing. Ini kerana, kebanyakan PBT di Malaysia tidak menguruskan hal yang berkaitan dengan sisa pepejal yang telah banyak diswastakan di beberapa buah negeri.

Sekiranya PBT ingin menyediakan satu kawasan pengkomposan sendiri, PBT perlu memaklumkan dan mendapatkan kebenaran kepada pihak Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (PPSPPA) dan Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara (JPSPN) sekiranya ingin membangunkan program pengkomposan sisa di setiap PBT masing-masing dengan mengurus dan mengawal selia dengan belanja peruntukan oleh PBT sendiri.

6.4 Prosedur Pengurusan Pengkomposan

Satu peraturan dibawah Akta Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam 2007 telah dikeluarkan pada Ogos 2011 bagi pembangunan pengkomposan sisa yang perlu dipatuhi di Malaysia. Peraturan tersebut adalah seperti mana di **Lampiran 1**.

6.5 Kesedaran PBT Dan Komuniti

Kesedaran PBT dan juga komuniti dalam pelaksanaan pengkomposan sisa merupakan perkara penting untuk menjayakan program pengkomposan di Malaysia.

Program kesedaran dalam bentuk kempen, taklimat atau *board exhibition* berkenaan pengkomposan sisa perlu dijalankan oleh PBT kepada penduduk. **Foto 34** menunjukkan sesi taklimat pengkomposan kepada penduduk untuk memberi penerangan tentang kepentingan dan cara-cara pengkomposan. Di samping itu, media cetak, media elektronik, laman sesawang dan rangkaian sosial boleh menjadi medium mesra komuniti untuk berkongsi maklumat berkenaan pengkomposan.

Foto 34: Sesi Taklimat Program Pengkomposan



6.6 Kepakaran Tenaga Kerja

Kepakaran tenaga kerja penting dalam menguruskan pengkomposan sisa supaya ia lebih lancar. **Foto 35** menunjukkan tenaga kerja mahir pengkomposan yang sangat penting.

Kebanyakan PBT di Malaysia kekurangan sumber kewangan untuk mendapatkan tenaga kerja yang berkemahiran dalam

menguruskan pengkomposan dan juga menyediakan kos latihan pengurusan pengkomposan di luar negara.

Foto 35: Tenaga Mahir Pengkomposan



PBT boleh mendapatkan penerangan lanjut daripada mana-mana PBT yang telah berjaya dalam pembangunan pengkomposan sisa seperti DBKU yang telah menggunakan kaedah timbunan dan MBKS yang telah menggunakan kaedah mekanikal.

6.7 Pengasingan Bahan Pengkomposan

Kaedah pengasingan sisa pepejal organik yang sistematik penting untuk menyokong aktiviti pengkomposan. Pengasingan di punca seperti menyediakan tong-tong yang khusus merupakan contoh terbaik

supaya aktiviti pengkomposan sisa tidak memerlukan masa yang lama dan tenaga kerja yang ramai. **Foto 36** menunjukkan sisa organik yang telah diasingkan daripada sisa yang tidak boleh dikomposkan.

Foto 36: Pengasingan Sisa Organik



7.0 PENUTUP

Pengkomposan sisa organik merupakan satu cara untuk mengurangkan penjanaan sisa pepejal untuk dilupuskan di tapak pelupusan. Hasil pengkomposan sangat berkesan dalam memelihara alam sekitar kerana bahan kompos adalah mesra alam untuk menyuburkan tanaman.

RUJUKAN

1. Abdul Hakam Ab Hamid (2011), *Keberkesanan Penggunaan Mikroorganisma Efektif Dalam Proses Olahan Air Sisa*, Universiti Teknologi Malaysia.
2. Asmah Ahmad (2005), *Kualiti Hidup dan Pengurusan Persekitaran di Malaysia*, Prosiding Seminar Kebangsaan Pengurusan Persekitaran 2005, Program Pengurusan Persekitaran Pusat Pengajian Siswazah UKM.
3. *Cadangan Penyelesaian Sisa Organik (Sisa Makanan) Isi Rumah Melalui Pengaplikasian Pengkomposan Kaedah Takakura*, Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (PPSPPA).
4. En Henable Henry (2012), *Sistem Pengkomposan Sisa*, Dewan Bandaraya Kuching Utara.
5. En Kho Joo Huat (2012), *Bio-Mate High Speed Composting Program*, Majlis Bandaraya Kuching Selatan.
6. JPBD Semenanjung Malaysia & Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan (2012). *Garis Panduan Perancangan Kejiranan Hijau*.
7. Nor Habsah Md. Sabiani & Prof Madya Dr. Faridah A.H Asaari (2006), *Kajian Perbandingan Kualiti Kompos Dari Sisa Taman Menggunakan Pelbagai Kaedah Pengkomposan*, Universiti Sains Malaysia.
8. Nor Habsah Md. Sabiani (2008), *Pengkomposan Sisa Taman Menggunakan Kaedah Timbunan*, Universiti Sains Malaysia.
9. Siti Norain Abdullah, *Pengkomposan Kedah Takakura Home Method*, Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (PPSPPA).
10. <http://www.mpsp.gov.my/La21/mudball.htm>
11. <http://puspatani.blogspot.com/2012/01/pengkomposan-sisa-pepejal-organik.html>
12. <http://www.sisa.my/cmssite>
13. http://doa.skali.my/c/document_library
14. <http://ras.doe.gov.my/portal/lakukan-sendiri/cara-membuat-em-mud-ball/>

LAMPIRAN 1



26 Ogos 2011
26 August 2011
P.U. (A) 304

WARTAKERAJAAN PERSEKUTUAN

*FEDERAL GOVERNMENT
GAZETTE*

PERATURAN-PERATURAN PENGURUSAN SISA PEPEJAL
DAN PEMBERSIHAN AWAM (PELESENAN) (PENGURUSAN
ATAU PENGENDALIAN KEMUDAHAN PENGURUSAN SISA
PEPEJAL YANG DITETAPKAN) 2011

*SOLID WASTE AND PUBLIC CLEANSING MANAGEMENT
(LICENSING) (MANAGEMENT OR OPERATION OF
PRESCRIBED SOLID WASTE MANAGEMENT FACILITIES)
REGULATIONS 2011*



DISIARKAN OLEH/
PUBLISHED BY
JABATAN PEGUAM NEGARA/
ATTORNEY GENERAL'S CHAMBERS

Copyright of the Attorney General's Chambers of Malaysia

AKTA PENGURUSAN SISA PEPEJAL DAN PEMBERSIHAN AWAM 2007

PERATURAN-PERATURAN PENGURUSAN SISA PEPEJAL DAN PEMBERSIHAN AWAM
(PELESENAN) (PENGURUSAN ATAU PENGENDALIAN KEMUDAHAN PENGURUSAN SISA
PEPEJAL YANG DITETAPKAN) 2011

SUSUNAN PERATURAN-PERATURAN

Peraturan

1. Nama dan permulaan kuat kuasa
2. Tafsiran
3. Permohonan bagi lesen
4. Pemberian atau keengganan memberikan lesen
5. Tempoh lesen
6. Fi pemprosesan
7. Fi lesen
8. Pembaharuan lesen
9. Fi bagi salinan atau cabutan daripada catatan dalam daftar lesen
10. Resit penghantaran sisa pepejal terkawal
11. Pelaporan
12. Syarat lain

[ADUAL PERTAMA

[ADUAL KEDUA

[ADUAL KETIGA

AKTA PENGURUSAN SISA PEPEJAL DAN PEMBERSIHAN AWAM 2007

PERATURAN-PERATURAN PENGURUSAN SISA PEPEJAL DAN PEMBERSIHAN AWAM
(PELESENAN) (PENGURUSAN ATAU PENGENDALIAN KEMUDAHAN PENGURUSAN SISA
PEPEJAL YANG DITETAPKAN) 2011

PADA menjalankan kuasa yang diberikan oleh seksyen 108 Akta Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam 2007 [Akta 672], Menteri membuat peraturan-peraturan yang berikut:

Nama dan permulaan kuat kuasa

1. (1) Peraturan-peraturan ini bolehlah dinamakan **Peraturan-Peraturan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (Pelesenan) (Pengurusan atau Pengendalian Kemudahan Pengurusan Sisa Pepejal yang Ditetapkan) 2011.**

(2) Peraturan-Peraturan ini mula berkuat kuasa pada 1 September 2011.

Tafsiran

2. Dalam Peraturan-Peraturan ini, melainkan jika konteksnya menghendaki makna yang lain—

“baki” ertinya bahan yang tinggal selepas pengolahan sisa pepejal terkawal di mana-mana kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan;

“kawasan skim” ertinya kawasan geografi bagi skim yang berkenaan;

“kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan” ertinya mana-mana kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan di bawah Peraturan-Peraturan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (Kemudahan Pengurusan Sisa Pepejal yang Ditetapkan dan Kelulusan bagi Pembinaan, Pengubahan dan Penutupan Kemudahan) 2011 [P.U. (A) 302/2011];

“skim” ertinya sistem bagi perkhidmatan pengurusan sisa pepejal yang menyatakan kewajipan dan obligasi pemegang lesen dan penghasil sisa pepejal,

kawasan geografi skim itu, jenis sisa pepejal terkawal yang dihasilkan di dalam kawasan skim itu, dan perkhidmatan pengurusan sisa pepejal yang akan disediakan;

Permohonan bagi lesen

3. (1) Mana-mana orang yang berhasrat untuk menguruskan atau mengendalikan suatu kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan hendaklah memohon kepada Ketua Pengarah dengan mengemukakan suatu permohonan bertulis bagi suatu lesen kepada Perbadanan dalam bentuk yang disediakan oleh Ketua Pengarah yang hendaklah mengandungi maklumat yang dinyatakan dalam Jadual Pertama, dan hendaklah disertakan dengan fi pemprosesan yang dinyatakan dalam peraturan 6.

(2) Suatu permohonan yang dibuat di bawah peraturan ini boleh ditarik balik pada bila-bila masa sebelum ia diberikan atau enggan diberikan oleh Ketua Pengarah.

Pemberian atau keengganan memberikan lesen

4. (1) Ketua Pengarah boleh, selepas menimbangkan permohonan bagi suatu lesen di bawah peraturan 3, dan apa-apa maklumat atau dokumen tambahan yang diberikan menurut seksyen 17 Akta dan dengan mengambil kira dengan sewajarnya syor Perbadanan yang dibuat menurut seksyen 18 Akta, memberikan lesen atau enggan memberikan lesen itu.

(2) Jika Ketua Pengarah memutuskan untuk memberikan lesen di bawah subperaturan (1), dia hendaklah—

- (a) menghendaki pemegang lesen itu untuk membayar fi lesen yang dinyatakan dalam peraturan 7; dan
- (b) mengenakan syarat dalam peraturan 10 hingga 12 dan apa-apa syarat lain yang difikirkannya patut.

(3) Keputusan Ketua Pengarah untuk memberikan lesen atau enggan memberikan lesen hendaklah disampaikan kepada pemohon melalui notis bertulis dengan secepat yang dapat dilaksanakan.

(4) Notis bertulis oleh Ketua Pengarah di bawah subperaturan (3) hendaklah menyatakan—

(a) dalam hal jika lesen diberikan, hakikat mengenai pemberian sedemikian dan kehendak dan syarat yang dikenakan di bawah subperaturan (2); dan

(b) dalam hal keengganan untuk memberikan lesen, hakikat keengganan sedemikian dan sebab bagi keengganan itu.

Tempoh lesen

5. Tempoh suatu lesen adalah bagi suatu tempoh yang tidak kurang daripada dua tahun tetapi tidak boleh melebihi lima tahun.

Fi pemrosesan

6. (1) Fi pemrosesan bagi suatu permohonan bagi suatu lesen di bawah Peraturan-Peraturan ini ialah lima ratus ringgit dan tidak boleh dibayar balik.

(2) Fi pemrosesan bagi suatu permohonan bagi pembaharuan lesen di bawah Peraturan-Peraturan ini ialah lima puluh ringgit dan tidak boleh dibayar balik.

(3) Pembayaran fi pemrosesan hendaklah dibuat kepada Perbadanan secara tunai, cek, draf bank atau apa-apa bentuk lain sebagaimana yang ditentukan oleh Perbadanan, dan Perbadanan hendaklah mengeluarkan suatu resit rasmi bagi pembayaran sedemikian.

Fi lesen

7. (1) Fi lesen tahunan bagi suatu lesen yang diberikan di bawah Peraturan-Peraturan ini ialah sebagaimana yang dinyatakan dalam Jadual Kedua.

(2) Fi lesen hendaklah dibayar bagi keseluruhan tempoh lesen apabila lesen itu dikeluarkan dan tidak boleh dibayar balik.

(3) Pembayaran fi lesen hendaklah dibuat kepada Ketua Pengarah secara tunai, cek, draf bank atau apa-apa bentuk lain sebagaimana yang ditentukan oleh Ketua Pengarah, dan Ketua Pengarah hendaklah mengeluarkan suatu resit rasmi bagi pembayaran sedemikian.

Pembaharuan lesen

8. (1) Seseorang pemegang lesen boleh memohon untuk pembaharuan lesen kepada Ketua Pengarah mengikut seksyen 26 Akta.

(2) Ketua Pengarah hendaklah, atas syor Perbadanan, dan apabila dibayar fi lesen yang dinyatakan dalam peraturan 7, membaharui lesen sedia ada bagi tempoh yang dinyatakan dalam peraturan 5.

(3) Jika Ketua Pengarah memutuskan untuk tidak membaharui lesen itu, dia hendaklah memberitahu pemegang lesen dengan secepat yang dapat dilaksanakan mengenai keputusan itu dan sebab bagi keputusannya.

Fi bagi salinan atau cabutan daripada catatan dalam daftar lesen

9. Sesuatu permohonan kepada Ketua Pengarah di bawah seksyen 28 Akta bagi suatu salinan atau cabutan daripada suatu catatan dalam daftar lesen hendaklah disertakan dengan fi sebanyak sepuluh ringgit bagi setiap catatan.

Resit penghantaran sisa pepejal terkawal

10. (1) Jika mana-mana sisa pepejal terkawal dihantar ke suatu kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan, pemegang lesen hendaklah mengeluarkan suatu resit kepada orang yang menghantar sisa pepejal terkawal itu.

(2) Resit itu hendaklah mengandungi maklumat yang termasuklah—

- (a) orang dan kenderaan yang menghantar sisa pepejal terkawal itu;
- (b) tarikh dan masa penghantaran;
- (c) kategori dan kawasan skim bagi sisa pepejal terkawal yang dihantar itu; dan
- (d) tertakluk kepada subperaturan (3), amaun sisa pepejal terkawal yang dihantar itu.

(3) Amaun yang disebut dalam perenggan (2)(d) ialah amaun yang telah ditentukan oleh pemegang lesen di bawah subperaturan 9(2) Peraturan-Peraturan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (Kemudahan Pengurusan Sisa Pepejal yang Ditetapkan dan Kelulusan bagi Pembinaan, Pengubahan dan Penutupan Kemudahan) 2011.

(4) Pemegang lesen hendaklah menyimpan salinan resit itu bagi tempoh tujuh tahun dari tarikh pengeluaran resit itu dan menyediakannya untuk pemeriksaan apabila diminta oleh Perbadanan.

(5) Seseorang pemegang lesen yang melanggar subperaturan (4) melakukan suatu kesalahan dan boleh, apabila disabitkan, didenda tidak melebihi sepuluh ribu ringgit.

Pelaporan

11. (1) Tiap-tiap pemegang lesen hendaklah menyediakan laporan berkenaan dengan—

- (a) sisa pepejal terkawal yang dihantar ke kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan dan diangkut dari kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan itu ke mana-mana kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan yang lain;

- (b) baki yang diangkut dari kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan itu ke mana-mana kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan yang lain; dan
- (c) baki yang diangkut dari mana-mana kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan yang lain ke kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan itu.

bagi setiap suku tahun, dan laporan itu hendaklah dikemukakan kepada Perbadanan dalam masa lima belas hari selepas akhir suku tahun itu.

(2) Laporan di bawah subperaturan (1) hendaklah mengandungi maklumat yang termasuklah—

- (a) orang dan kenderaan yang menghantar dan mengangkut sisa pepejal terkawal atau baki;
- (b) tarikh dan masa penghantaran atau pengangkutan;
- (c) kategori, amaun dan kawasan skim bagi sisa pepejal terkawal atau baki yang dihantar atau diangkut;
- (d) nombor resit yang dikeluarkan di bawah peraturan 10.

Syarat lain

12. Ketua Pengarah boleh, sebagai tambahan kepada syarat sebagaimana yang dinyatakan dalam peraturan 10 dan 11, mengenakan apa-apa syarat lain sebagaimana yang dinyatakan dalam Jadual Ketiga.

JADUAL PERTAMA
[Subperaturan 3(1)]

**MAKLUMAT BAGI PERMOHONAN BAGI SUATU LESEN UNTUK MENGURUSKAN ATAU
MENGENDALIKAN SUATU KEMUDAHAN SISA PEPEJAL YANG DITETAPKAN**

BAHAGIAN A: PERINCIAN PEMOHON

1. Butir-butir pemohon:
 - (a) nama
 - (b) alamat
 - (c) nombor Kad Pengenalan (jika terpakai)
 - (d) nombor pendaftaran syarikat/perniagaan (jika terpakai)
 - (e) alamat berdaftar (jika terpakai)
 - (f) nombor telefon
 - (g) nombor faks
 - (h) alamat e-mel
 - (i) orang yang boleh dihubungi
 - (j) alamat pejabat operasi (jika berbeza daripada alamat berdaftar)
2. Kemampuan kewangan pemohon:
 - (a) modal berbayar yang dibenarkan
 - (b) nama bank pemohon

Catatan: Sediakan dokumen sokongan bagi maklumat di atas dan lampirkan dokumen untuk membuktikan bahawa kemampuan kewangan pemohon adalah mencukupi untuk menunaikan obligasi yang timbul daripada lesen

**BAHAGIAN B: PERINCIAN KEMUDAHAN PENGURUSAN SISA PEPEJAL YANG
DITETAPKAN YANG AKAN DIURUSKAN ATAU DIKENDALIKAN**

1. Butir-butir mengenai kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan:
 - (a) jenis kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan
 - (b) nama kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan

- (c) alamat kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan
 - (d) nombor telefon
 - (e) nombor faks
 - (f) tuan punya tanah berdaftar
(jika tuan punya tanah berdaftar ialah selain pemohon, kemukakan pemberian kuasa bertulis tuan punya tanah dan maklumatnya untuk dihubungi)
 - (g) pemunya kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan
 - (h) kawasan skim yang akan disediakan perkhidmatan
 - (i) kawasan kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan (hektar)
 - (j) kapasiti kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan (tan/tahun)
2. Sisa pepejal terkawal yang akan dikendalikan:
- (a) kategori dan kawasan skim bagi sisa pepejal terkawal yang akan dikendalikan
 - (b) kuantiti sisa pepejal terkawal yang akan dikendalikan (purata harian dan maksimum tahunan)
 - (c) komposisi anggaran bagi sisa pepejal terkawal yang akan dikendalikan
 - (d) amaun maksimum sisa pepejal terkawal yang akan distor di kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan (tan)
 - (e) jenis, amaun dan mutu keluaran dan baki yang akan dihasilkan oleh kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan

BAHAGIAN C: PERINCIAN PENGALAMAN

Pengalaman pemohon dan prestasi dahulu dalam pengurusan atau pengendalian kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan (di dalam atau di luar kawasan skim yang berkenaan yang akan disediakan perkhidmatan)

BAHAGIAN D: PERINCIAN LAIN DAN AKUAN

1. Apa-apa maklumat lain yang berkenaan bagi pertimbangan permohonan
2. Akuan bahawa pemohon ialah orang yang layak dan sesuai yang dalamnya pemohon dengan tandatangannya hendaklah membuat akuan jika telah

dibuktikan terhadapnya, atau jika dia telah disabitkan atas, suatu pertuduhan berkenaan dengan—

- (a) apa-apa kesalahan di bawah mana-mana undang-undang yang berhubungan dengan pengurusan sisa pepejal dan pembersihan awam;
 - (b) apa-apa kesalahan di bawah mana-mana undang-undang yang berhubungan dengan rasuah; atau
 - (c) apa-apa kesalahan lain yang boleh dihukum dengan pemenjaraan (sama ada pemenjaraan sahaja atau sebagai tambahan kepada atau sebagai ganti denda) lebih daripada dua tahun
3. Akuan mengikut Akta Akuan Berkanun 1960 [Akta 13] bahawa semua maklumat yang diberikan dalam permohonan dan dalam lampiran yang disertakan adalah benar dan tepat.

JADUAL KEDUA
[Subperaturan 7(1)]

FI LESEN

| Jenis kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan | Fi lesen (setahun) |
|--|---------------------------|
| Kemudahan bahan api terbitan sampah | RM 6,000.00 |
| Kemudahan biogas | RM 1,200.00 |
| Kemudahan pengomposan— | |
| (a) Kemudahan pengomposan komunal | RM 300.00 |
| (b) Kemudahan pengomposan komersial | RM 2,000.00 |
| Kemudahan mendapatkan semula bahan | RM 6,000.00 |
| Loji pengolahan haba | RM 8,000.00 |
| Stesen pemindahan | RM 2,400.00 |
| Tambak tanah kebersihan | RM 6,000.00 |
| Tambak tanah lengai | RM 4,000.00 |
| Tapak pelupusan | RM 600.00 |

JADUAL KETIGA
[Peraturan 12]

SYARAT LESEN YANG LAIN

1. Jenis kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan
2. Tatacara pengendalian berkenaan dengan kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan

3. Kelayakan bagi personel
4. Kehendak bagi pengemukaan data
5. Mod, cara dan kaedah pengendalian kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan
6. Kehendak dan spesifikasi bagi kenderaan, kelengkapan dan jentera yang akan digunakan di dalam kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan
7. Amaun dan mutu keluaran dan baki yang dihasilkan oleh kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan
8. Penstoran sisa pepejal terkawal dan pengalihan berkala
9. Lokasi kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan
10. Sumber dan amaun sisa pepejal terkawal yang dikendalikan oleh kemudahan pengurusan sisa pepejal yang ditetapkan.

Dibuat 24 Ogos 2011
[KPKT/PUU/(S)/8/11; PN(PU2)671/V]

DATO' WIRA CHOR CHEE HEUNG
Menteri Perumahan dan Kerajaan Tempatan

metro m/s:4 9/3/12

Hasil baja organik

PPSPPA perkenal program pengkomposan sisa makanan kurangkan pembebasan gas metana

>>Oleh Norfaisal Jahuri
am@hmetro.com.my

MELAKA: Disebabkan gas metana yang terhasil akibat pereputan sisa organik 24 kali ganda lebih berbahaya daripada karbon monoksida, Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (PPSPPA) negeri mengadakan program pengkomposan sisa makanan kepada penduduk di negeri ini.

Usaha dilakukan PPSPPA itu bukan saja dapat menyelamatkan bumi daripada terus mengalami kesan rumah hijau akibat pembebasan gas metana, malah memberi kebaikan kepada orang ramai kerana dapat menghasilkan baja organik untuk kegunaan tanaman mereka.

Pengarah PPSPPA negeri, Zainuddin Abd Samad berkata, usaha itu selaras dengan misi perbadanan sejak beroperasi di negeri ini iaitu meningkatkan kesedaran awam terhadap pentingnya pengurusan sisa dengan sempurna bagi mengurangkan bahan buangan.

Beliau berkata, ramai tidak



SEMULA JADI...Zainuddin (kiri) menunjukkan baja kompos dihasilkan di rumah.

mengetahui 40 peratus daripada sisa buangan di tapak pelupusan membabitkan sisa organik dengan sebahagian besarnya makanan dan jika dibiarkan mereput secara se-

mula jadi gas metana dihasilkan, sekali gus memberi kesan buruk kepada alam sekitar akibat penipisan lapisan ozon.

"Gas ini amat berbahaya,

jadi kami mahu memberi kesedaran dan mendidik masyarakat untuk melaksanakan program ini dengan menggunakan teknik Takakura yang diguna pakai di bandar raya Kitkyushu di Jepun.

"Teknik itu diaplikasikan dengan kaedah semula jadi apabila menguraikan bahan organik seperti sisa makanan dan kebun menerusi tindak balas mikro organisma yang bertindak balas dengan bahan berkenaan.

"Kami mengadakan sesi latihan kepada masyarakat secara berkumpulan dan di sekolah dengan menunjukkan cara menyediakan tempat pengkomposan berskala kecil di rumah bagi kegunaan domestik," katanya, di sini.

Zainuddin berkata, latihan ditunjukkan termasuk cara membuat mikro, tempat penguraian dan bahan campuran untuk menguraikan sisa organik itu.

Katanya, bagi kegunaan di rumah, mereka hanya perlu menggunakan bakul yang biasa digunakan ke pasar atau kotak dan mencampurkan sama ada sekam padi, habuk kayu atau tanah dengan larutan mikrob iaitu

kombinasi campuran antaranya tempe, yis, cendawan serta air yang sudah menjalani proses penapaian selama tujuh hari.

"Campuran itu dimasukkan ke dalam bekas sebelum sisa organik dicampur dan ia reput dengan tindak balas mikro organisma," katanya.

Beliau berkata, program ini turut dilakukan secara berskala besar oleh pihak berkuasa tempatan (PBT) di negeri ini, Jabatan Penjara dan Pusat Pemulihan Narkotik (Puspen) untuk menghasilkan baja kompos bagi kegunaan mereka.

Katanya, sampel baja kompos itu turut dihantar ke Universiti Putra Malaysia (UPM) dan kajian dilakukan mendapati kandungan nutriennya lebih tinggi dan sesuai untuk pertumbuhan pokok sejak awal lagi.

"Kegunaannya secara berlebihan tidak berbahaya atau memudaratkan tumbuhan, malah lebih subur lagi.

"Sekiranya masyarakat melakukan kitar semula dan pengkomposan, sudah tentu tapak pelupusan dapat dipanjangkan jangka hayatnya," katanya.

Baja kompos daripada sampah kurangkan sisa pepejal

GEORGETOWN: Masyarakat boleh menjadikan sampah sebagai baja kompos bagi mengurangkan beban kerajaan negeri dalam kerja pelupusan sisa pepejal di negeri ini.

Pengerusi Jawatankuasa Kerajaan Tempatan, Alam Sekitar dan Pengurusan Lalu lintas negeri, Datuk Dr Teng Hock Nan, berkata masyarakat akan mendapat sumber pendapatan selain berupaya mengurangkan kos yang disalurkan oleh kerajaan tujuan kitar semula.

Katanya, pembuatan baja kompos adalah hasil penemuan teknologi menggunakan cacing sebagai ejen utama dalam proses pereputan sampah, terutama sampah yang mengandungi bahan organik sukar dilupuskan.

Beliau berkata, konsep mengitar semula sampah untuk dijadikan baja kompos sudah lama ditemui, tetapi tidak dilaksanakan kerana ke-



Dr Teng Hock Nan

sedaran masyarakat yang masih rendah.

"Konsep ada tetapi kita kena laksanakan seperti di Jepun, Australia

dan India, mereka sudah lama melaksanakannya.

"Jumlah sampah yang dipungut semakin meningkat. Oleh itu, masyarakat wajar membantu kerajaan negeri menanganinya, termasuk dengan mengitar semula untuk dijadikan baja kompos," katanya.

Beliau berkata demikian selepas merasmikan Bengkel Pengurusan Sisa Buangan di Hotel Equatorial, dekat sini, kelmarin.

Bengkel itu anjuran bersama Institut Kajian Alam sekitar dan Sosioekonomi (Seri), Forum Perundingan Kerajaan Tempatan Pulau Pinang (PLGCF), Program Pembangunan Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (UNDP), Majlis Perbandaran Pulau Pinang (MPPP), Rukun Tetangga Daerah Timur Laut dan LHT Kitar-sembula Sdn Bhd.

Kira-kira 1,000 tan sampah dikumpul setiap hari di seluruh negeri

ini.

Teng berkata, sistem pembuangan sampah yang diamalkan masyarakat selama ini wajar diubah bagi melancarkan lagi usaha kerajaan negeri melupus dan mengitar semula sampah dengan lebih berkesan.

Katanya, kerajaan negeri juga menggalakkan masyarakat mengasingkan sampah antara yang kering dan basah sebelum dibuang.

Beliau berkata, sisa sampah basah dan kering yang dibuang bercampur akan menyebabkan urusan mengutip sampah lebih kerap iaitu tiga kali sehari.

"Saya cadangkan beg sampah diasingkan antara yang basah dan kering, yang basah boleh dikutip lebih kerap berbanding yang kering, sekali gus proses mengitar semula dapat dilakukan dengan lebih berkesan," katanya.

Hasilkan baja kompos daripada sisa makanan, tumbuhan diperluas

MELAKA 5 Julai - Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (PPSPPA) merancang memperluaskan inisiatif penghasilan baja kompos dari sisa makanan dan tumbuhan ke seluruh kilang, restoran dan hotel di negara ini.

Ketua Pegawai Operasinya, Datuk Zaini Md. Nor berkata, ini berikutan langkah Panasonic Industrial Devices

Semiconductor (M) Sdn. Bhd., (Panasonic), Batu Berendam di sini menjadi kilang pertama di negara ini menghasilkan baja tersebut.

"Sisa pepejal negara iaitu hampir 40 peratus daripadanya ialah sisa organik dan makanan dan sesuai di kitar semula untuk dijadikan baja melalui kaedah Takakura.

"Kaedah ini dirasakan adalah

yang paling sesuai dengan negara kita serta selamat digunakan.

"Kesan penggunaan baja ini khasnya untuk tanaman memang terbukti dapat menambah kesuburan tanah dan PPSPPA telah menjalin kerjasama dengan Universiti Putra Malaysia (UPM) bagi mengkaji bagaimana untuk mempertingkatkan fungsi baja ini," katanya.

Beliau berkata demikian kepada pemberita pada majlis perasmian Rumah Eko Kompos di kilang Panasonic Batu Berendam, di sini hari ini.

Turut hadir, Pengarah Urusan kilang itu, Toshikazu Kubo; Pengarah PPSPPA negeri, Ir. Zainuddin Abdul Samad dan Pengarah SWM Environment Sdn. Bhd., (SWM) negeri, Hisham Hussin.

Menurut Zaini, antara Januari 2011 hingga 30 Jun lalu, sebanyak 23.3 tan metrik sisa buangan telah diraikan bagi menjana 1.3 tan metrik baja kompos di negeri ini.

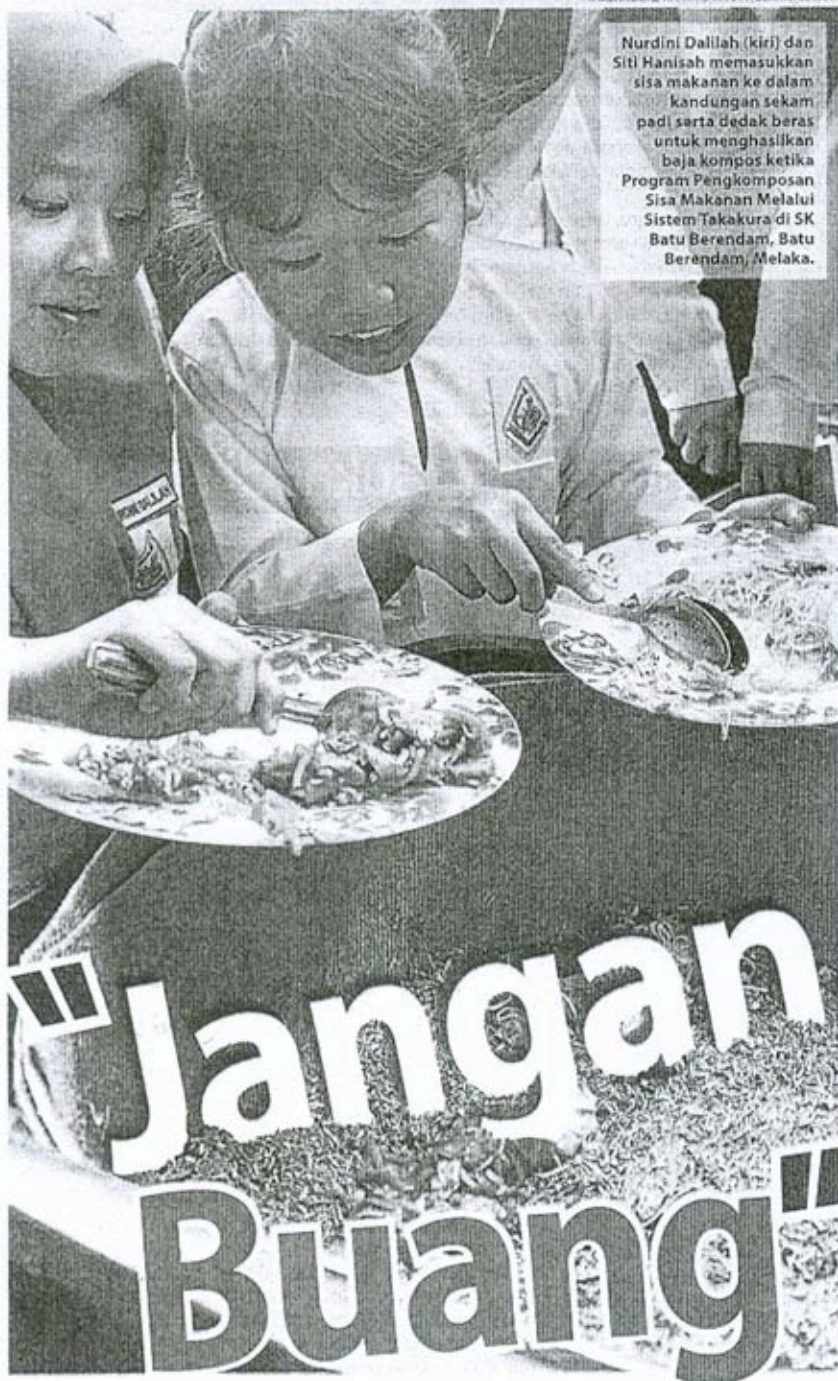
Beliau menambah, pihaknya bagaimanapun tidak mewajibkan mana-mana restoran, kilang mahupun hotel untuk menghasilkan baja tersebut namun menggalakkan bagi tujuan pemuliharaan alam sekitar.

Katanya, langkah kilang itu menghasilkan baja kompos wajar dijadikan contoh bagi memperluaskan kaedah itu ke seluruh kilang Panasonic lain di negara ini.

Ujarnya, usaha ini secara tidak langsung membantu kerajaan negeri dalam memperkukuhkan matlamat menjadikan Melaka sebagai negeri bandar teknologi hijau.



TOSHIKAZU Kubo (kanan) bersama Zaini Md. Nor menggaul baja kompos bersama sebagai tanda perasmian Rumah Kompos di Batu Berendam, Melaka, semalam.



Nurdini Dalilah (kiri) dan Siti Hanisah memasukkan sisa makanan ke dalam kandungan sekam padi serta dedak beras untuk menghasilkan baja kompos ketika Program Pengkomposan Sisa Makanan Melalui Sistem Takakura di SK Batu Berendam, Batu Berendam, Melaka.

Baja kompos daripada sisa makanan

■ Oleh Muhammad Hatim Ab Manan
 bhdidik@bharian.com.my

MELAKA: Sekolah Kebangsaan (SK) Batu Berendam, di sini menjadi sekolah pertama di negara ini melaksanakan Program Pengkomposan Sisa Makanan Melalui Sistem Takakura bagi mengurangkan pelupusan sisa makanan dalam kehidupan seharian.

Program ini dianjurkan Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (PPSPPA) dengan kerjasama pihak pengurusan sekolah terbabit dan SWM Environment Sdn Bhd (SWM). Pengarah PPSPPA Melaka, Ir Zainuddin Abdul Samad, berkata program itu bertujuan mendidik murid sekolah dari peringkat awal lagi cara menghasilkan baja kompos daripada sisa makanan yang terbuang setiap hari.

Beliau berkata, kaedah pengkomposan sisa makanan adalah satu teknik mudah serta efektif yang sudah dilaksanakan secara meluas oleh penduduk di Bandar raya Kitakyushu, Jepun bagi mengurangkan sisa organik sebelum dihantar ke tapak pelupusan sampah.

Katanya, kajian menunjukkan 45 peratus daripada sisa sampah yang dibuang ke tapak pelupusan, ialah sisa makanan dengan mencatatkan peratusan yang tertinggi setiap hari berbanding bahan buangan lain.

"Sehubungan itu, pelaksanaan program ini pada peringkat sekolah rendah adalah sangat penting bagi mengurangkan pelupusan sisa makanan terutama di kantin dengan mengitar semula untuk dijadikan sebagai baja," katanya selepas merasmikan Program Pengkomposan Sisa Makanan Melalui Sistem Takakura di Sekolah Kebangsaan Batu Berendam, di sini, baru-baru ini.

Zainuddin berkata, secara tidak langsung, program ini dapat memupuk sikap lebih berdisiplin dalam kalangan murid kerana pada lazimnya, selepas makan mereka hanya meninggalkan pinggan begitu saja dan ada kalanya terdapat sisa makanan yang banyak bertaburan di atas meja tanpa dibersihkan.

Lihat muka 2

| | | |
|---|--|--|
| muka 05 | muka 07 | muka 15 |
| Bahasa Melayu Pemahaman - Kata Bilangan & Catatan Harian | Bahasa Inggeris Paper 1 - Qs 22 - 25, Menu | Sains Bahagian A - Material Around Us |

METRO m/s:V5 20/12/2010

Kompos sisa makanan

Alam Flora sedia latihan kurang sisa pepejal

TAHUKAH anda, sisa pepejal yang dibuang rakyat negara ini selama sembilan hari berjumlah 20,000 tan metrik dan mampu memenuhi keseluruhan ruang Menara Berkembar Petronas di KLCC.

Bagi tempoh tiga tahun, Putrajaya akan dipenuhi sampah-sarap berdasarkan penjana 20,000 tan metrik sehari, sekali gus menjadi 'bukit sampah' dalam masa kurang empat tahun.

Fakta ini menunjukkan pentingnya kerjasama orang ramai menjayakan kempen kitar semula yang kini hanya di tahap lima peratus berbanding sasaran 22 peratus menjelang 2020.

Bagi mencapai sasaran itu, masyarakat perlu mengambil inisiatif proaktif dengan mengamalkan konsep tiga 'R' iaitu kurangkan (reduce), guna semula (reuse) dan kitar semula (recycle) barangan seperti kertas, botol kaca, plastik dan tin aluminium.

Alam Flora Sdn Bhd (Alam Flora) yang bertanggungjawab menguruskan sisa pepejal menawarkan khidmat kitar semula dengan menyediakan pusat kitar semula, program komuniti melalui Pusat Kitar Semula Tetap, Program Wastewise yang membabitkan pihak industri, komersial dan institusi dan Program Kitar Semula di Sekolah (Kits).
Terbaru, Alam Flora

mewujudkan pusat penyelidikan dan pembangunan, latihan pengkomposan dan kitar semula untuk menjalankan aktiviti pengkomposan sisa makanan serta kebun, bagi mengurangkan sisa yang dilupuskan ke tapak pelupusan.

Projek usaha sama dengan pihak kontraktor itu diharap dapat diperluaskan kepada kontraktor kelolaan Alam Flora.

Selain menggunakan kaedah pengkomposan menerusi tong kompos dan bongkah (windrow), Alam Flora mengaplikasi konsep 'vermicomposting' iaitu penggunaan cacing tanah untuk mempercepatkan proses penguraian sisa

organik untuk mendapatkan baja organik secara semula jadi.

Proses yang dilancarkan Ogos tahun lalu itu mendapat sambutan apabila 175 tan sisa organik dijadikan baja kompos.

Usaha ini membabitkan kutipan sisa organik daripada beberapa hotel dan pusat membeli-belah di sekitar Kuala Lumpur.

Kepentingan Kitar Semula:

1. Pemuliharaan alam sekitar
2. Memanjangkan jangka hayat tapak pelupusan
 - Bekas tapak pelupusan yang ditutup hanya boleh dibangunkan selepas tempoh masa antara 15 hingga 20 tahun.
3. Mengurangkan penggunaan sumber semula jadi
 - Setiap satu tan kertas yang dikitar semula mampu menyelamatkan 17 batang pokok.
4. Mengurangkan kos pengurusan sisa pepejal
5. Mengurangkan penggunaan tenaga
 - Penghasilan tin aluminium menggunakan tin kitar semula mampu mengurangkan 20 peratus tenaga.
6. Menjana ekonomi negara
 - Industri kitar semula menyediakan peluang pekerjaan kepada ribuan rakyat Malaysia.

Sebarang pertanyaan, sila hubungi:

Pengarah
Bahagian Penyelidikan dan Pembangunan
Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Semenanjung Malaysia

Tel: 03-2081 6000

Faks: 03-2094 1170

E-mel: bpp@townplan.gov.my

Laman web: www.townplan.gov.my

Sebarang pertanyaan, sila hubungi:

**Pengarah Bahagian Penyelidikan dan Pembangunan
Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Semenanjung Malaysia
Tel: 03-2081 6000
Faks: 03-2094 1170
E-mel: bpp@townplan.gov.my
Laman web: www.townplan.gov.my**

ISBN 978-983-2839-60-6



9 789832 839606