



Pengalaman Melembagakan Inovasi

Editor :
Hargo Utomo & Ika Dewi Ana



GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

Pengalaman Melembagakan Inovasi

Editor :
Hargo Utomo & Ika Dewi Ana



GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

KATA PENGANTAR

Buku *Pengalaman Melembagakan Inovasi* ini merupakan kompilasi kognisi dan upaya kodifikasi praktik serta pengalaman empiris mengawal agenda penghiliran inovasi perguruan tinggi. Sebuah karya akademik yang dikemas dalam bingkai riset aksi (*action research*) di mana para kontributor secara kolektif bisa leluasa menorehkan pemikiran konstruktif mengenai reka-baru atau inovasi serta praktik nyata yang dijalankan sebagai ilustrasi konkret dalam merajut budaya inovasi di Universitas Gadjah Mada. Ragam pelajaran tentu saja bisa dipetik dari pengalaman melembagakan inovasi perguruan tinggi yang ditulis dalam buku ini sekaligus juga sebagai upaya memperkaya khasanah manajemen pengetahuan (*knowledge management*) bagi masyarakat.

Kehadiran buku ini menjawab keinginan publik yang begitu besar terhadap inovasi perguruan tinggi dan kebutuhan pengawalan tata pamong (*governance*) yang baik terkait proses, strategi, sistem, dan struktur kelembagaan yang mewadahi kreativitas inovasi yang berkembang di kampus. Pemenuhan aspek kepatuhan dan kepatutan dalam menjalankan agenda inovasi perguruan tinggi memiliki urgensi untuk dipenuhi karena adanya perubahan konstelasi kelembagaan dalam ekosistem inovasi di Indonesia. Formulasi dan implementasi strategi inovasi perguruan tinggi pada gilirannya harus mengabsorpsi keinginan publik dan realitas praktis untuk bisa segera mendapat kemanfaatan atas hasil inovasi.

Oleh karena itu, kami sangat mengapresiasi langkah nyata dan inisiatif para kontributor dalam mengkodifikasi ragam praktik nyata serta pengalaman empiris di tengah-tengah kesibukan menjalankan kegiatan percepatan inovasi kampus untuk membantu penanganan pandemi COVID-19. Kami meyakini proses pengondisian para kontributor merupakan olah-seni tersendiri dalam mengelola *teamwork* mulai dari langkah penyamaan persepsi, penentuan tenggat waktu, dan pengordinasian kegiatan melalui konferensi video merupakan opsi realistis dalam situasi yang ada. Melalui cara pengelolaan kegiatan seperti ini pula suasana kebatinan yang berkembang di masa pandemi dapat berbaur dengan antusiasme untuk berbagi pengetahuan terlepas dari adanya kebijakan pembatasan sosial dan pembatasan jarak fisik.

Akhir kata, semoga kehadiran buku ini bisa menjadi penyemangat bagi masyarakat luas khususnya para pengambil keputusan yang mendapat amanah mengembangkan budaya inovasi di perguruan tinggi. Pengalaman melembagakan inovasi merupakan sebuah orkestrasi langkah nyata dan upaya konkret untuk mewujudkan spirit dan komitmen pengelola perguruan tinggi dalam menghilirkan hasil riset dan inovasi bagi masyarakat. Kepemimpinan Universitas Gadjah Mada dalam mengawal seluruh rangkaian proses inovasi adalah bagian dari komitmen institusi dalam berbagi pengetahuan dan mengembangkan budaya inovasi di kampus untuk kemanusiaan dan kemajuan negeri.

Yogyakarta, Juli 2020

Wakil Rektor Bidang Kerja Sama dan Alumni
Prof. Dr. Paripurna Sugarda, S.H. , M.Hum., LL.M.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar—	v
Daftar Isi—	vii
Daftar Singkatan—	xi
Daftar Istilah—	xiii
BAB 1	Pendahuluan—1
	<i>Hargo Utomo</i>
BAB 2	Kebijakan Inovasi di Perguruan Tinggi—18
	<i>Hargo Utomo</i>
BAB 3	Membangun Budaya dan Tata Kelola Inovasi Perguruan Tinggi—43
	<i>Mustofa, Mirwan Ushada, Adhy Kurniawan, dan Ririn Tri Nurhayati</i> <i>Direktorat Penelitian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta</i>
BAB 4	Kerjasama Riset Industri—74
	<i>Ika Dewi Ana</i>
BAB 5	<i>Triple Helix</i> yang Pelik—89
	<i>Agus Suwignyo</i>
Bab 6	Pendanaan Inovasi Perguruan Tinggi—107
	<i>Hargo Utomo, Sang Kompiang Wirawan, dan Eddy Junarsin</i>
BAB 7	Model dan Sinergi Publik untuk Inovasi—123
	<i>Sang Kompiang Wirawan, Hargo Utomo, dan Eddy Junarsin</i>
BAB 8	Peran Strategis Perusahaan Universitas Dalam Hilirisasi Inovasi Untuk Mendukung Kemandirian Alat Kesehatan—141
	<i>Bondan Ardiningtyas dan Gumilang A.P. Satria</i>

- Bab 9 Inovasi untuk Kemandirian Bahan Baku Obat dan Obat Tradisional—171
Endang Lukitaningsih, Hilda Ismail, Ika Puspitasari, Dwi Endarti, Suwijiyono Pramono, Rumiya, dan Agung Endro Nugroho
- Bab 10 Inovasi Desain Dan Manufaktur Produk—203
Alva E. Tontowi
- BAB 11 Inovasi Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan—210
Deendarlianto
- BAB 12 Membangun Inovasi Menuju Industri 4.0—228
Lukito Edi Nugroho dan Eka Firmansyah
- BAB 13 Sistem Produksi Pertanian Terpadu Inovatif Berkelanjutan—255
Taryono, Chandra W. Purnomo, Sivi Indarti, dan Susilo Hadi
- BAB 14 Inovasi Pengelolaan Sampah Dan Limbah—274
Chandra Wahyu Purnomo
- Bab 15 Inovasi Teknologi Pertanian Menuju Pusat Unggulan di Bidang Agroindustri—298
Sri Raharjo, Sri Rahayoe, dan Atris Suyantohadi
- BAB 16 Inovasi Teknologi Peternakan UGM mendukung Program Swasembada Pangan Hasil Ternak dan Peningkatan Kualitas SDM —383
Ali Agus, Panjono, Muhsin Alanas, dan Agussalim
- BAB 17 Bioteknologi untuk Pengembangan Kekayaan Hayati—411
Budi Setiadi Daryono, Endang Semiarti, Eko Agus Suyono, dan Siti Subandiyah
- BAB 18 Strategi Menghidupkan Kembali Pewarna Alami Jakarta—452
Edia Rahayuningsih, Esti Anantasari, Catur Sugiyanto, Paschal Maria Laksono, dan Indriana Kartini
Jakarta Natural Dye Institute Universitas Gadjah Mada (INDI-UGM)
- BAB 19 Sistem Peringatan Dini Bencana: Inovasi UGM yang menjadi Standar Dunia —484
Teuku Faisal Fathani dan Wahyu Wilopo
Pusat Unggulan dan Inovasi Teknologi Mitigasi Kebencanaan UGM (GAMA-InaTEK)

- BAB 20 Mengukur Ketertinggalan Daerah: Sebuah Model untuk
Perencanaan dan Evaluasi Percepatan Pembangunan Daerah
Tertinggal di Indonesia—506
*Leksono Probosubanu, R. Rijanta, Hengki Purwoto, Doddy Aditya Iskandar,
Bambang Hari Wibisono, dan Susana Sri Sulistyani*
- BAB 21 Inovasi Kebijakan Kependudukan di Indonesia Melalui
Pembangunan Berwawasan Kependudukan—539
Sukamdi dan Agus Joko Pitoyo
- BAB 22 Penutup dan Pelajaran dari Inovasi Perguruan Tinggi—558
Hargo Utomo
- BIODATA SINGKAT PENULIS—571

BAB 14

INOVASI PENGELOLAAN SAMPAH DAN LIMBAH

Chandra Wahyu Purnomo

14.1 PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan gambaran lengkap mengenai sebuah fasilitas pengolahan sampah dan limbah yang dimiliki UGM yang berperan dalam mendukung pelaksanaan Tridharma sekaligus menjadi *revenue center* bagi universitas. Fasilitas pengolahan limbah memiliki potensi besar jika dikelola dengan baik oleh sebuah institusi pendidikan. Selain mengatasi sampah yang timbul, instalasi pengolahan sampah bisa dikelola menjadi wahana pembelajaran, penelitian, pengembangan teknologi, kerja praktik dan magang, serta kerja sama dengan industri dan pemda. Produk yang dihasilkan seperti kompos dan BBM dari sampah plastik dapat mendukung pertanian dan energi alternatif ramah lingkungan. Bagan dari peran fasilitas daur ulang di dalam PT disajikan pada Gambar 14.1.



Gambar 14.1. Peran strategis fasilitas daur ulang di dalam Pendidikan Tinggi

Perlu disadari bahwa sampah saat ini menjadi masalah hampir di seluruh kota besar di Indonesia. Minimnya pengolahan sampah di hulu menyebabkan semua sampah yang dihasilkan dari berbagai sumber langsung diangkut ke Tempat Pengolahan Akhir (TPA). Praktik demikian tentunya akan sangat membebani TPA dan menyebabkan permasalahan yang beruntun mulai dari hulu sampai hilir, yaitu pengumpulan, pengangkutan, penimbunan akhir, sampai pada dampak lanjutan berupa air lindi dan emisi gas rumah kaca.

Berdasarkan studi KLH tahun 2008 didapatkan pola pengelolaan sampah di Indonesia adalah sebagai berikut: diangkut dan ditimbun di TPA 69%, dikubur 10%, dikompos dan daur ulang 7%, dibakar 5%, dibuang ke sungai 4%, dan sisanya 7% tidak terkelola (Baqiroh, 2019). Dari data tersebut terlihat bahwa TPA masih menjadi tumpuan utama dan timbunan sampah yang tidak dikelola dengan baik berpotensi menyebabkan berbagai permasalahan bagi penduduk dan lingkungan suatu wilayah.

Setiap individu dan instansi memiliki kewajiban sesuai undang-undang persampahan (Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008) untuk memilah dan mengolah sampah sesuai dengan kemampuan yang dimiliki. Jika setiap institusi memiliki unit pengolah sampah terpadu yang berbasis 3R (*reduce, reuse, recycle*) atau disebut TPST3R maka permasalahan dan beban

persampahan kota akan bisa tertangani dengan baik. Dengan dimilikinya unit pengolah sampah oleh sebuah institusi maka hal tersebut juga akan bisa meningkatkan citra dan merupakan kontribusi nyata terhadap lingkungan dan masyarakat. Di samping itu, sekarang ada penilaian kinerja universitas berbasis isu lingkungan yang memakai metode *Green Metric*, yang mana pengelolaan sampah kampus akan dapat menaikkan nilai secara signifikan.

Sebagai sivitas akademika tentunya diharapkan mampu berpikir dan bertindak lebih mengenai permasalahan sampah ini. Seharusnya masyarakat kampus memberi solusi mengenai permasalahan ini bukan justru masih membebani pemerintah daerahnya dengan mengirimkan sampah kampus ke TPA. Terlebih lagi Pasal 13 Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah menyatakan bahwa pengelola kawasan pemukiman, kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas umum, fasilitas sosial, dan fasilitas lainnya wajib menyediakan fasilitas pengelolaan sampah.

Setiap kampus yang besar akan menghasilkan sampah per hari yang tidak sedikit. Kampus UGM misalnya, setiap hari menghasilkan sampah tidak kurang dari 7 ton dan pada hari tertentu bisa mencapai lebih dari 10 ton. Saat ini UGM sudah mampu mengolah sampah yang dihasilkannya perharinya dengan fokus pada pengolahan sampah organik menjadi kompos di fasilitas Rumah Inovasi Daur Ulang (RINDU) di Pusat Inovasi Agroteknologi (PIAT) Berbah, Sleman, Yogyakarta. Tentunya kampus tidak hanya diharapkan dapat menangani sampahnya sendiri tetapi juga dapat mengembangkan teknologi-teknologi inovatif. Teknologi-teknologi inovatif tersebut tentunya merupakan teknologi yang dapat diterapkan di masyarakat guna menyelesaikan permasalahan sampah nasional. Pengembangan dan penerapan teknologi spesifik lokal yang berkembang di masyarakat juga ditekankan oleh Undang-Undang Pengelolaan Sampah.

14.2 PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PERSAMPAHAN

Teknologi pengolahan sampah skala menengah untuk diterapkan di suatu institusi pendidikan memiliki tantangan tersendiri. Tantangan dapat berupa

reaksi dari lingkungan sekitar yang tidak ingin menerima kemungkinan dampak seperti polusi udara, bau, dan kebisingan. Kemudian masalah ketersediaan lahan akan menuntut penerapan teknologi yang kompak. Pada umumnya ciri-ciri teknologi yang dapat diandalkan untuk kasus seperti ini adalah sebagai berikut:

- a. dapat memproses sampah yang dihasilkan per hari dengan cepat;
- b. minim bau, asap dan debu;
- c. tidak membutuhkan lahan yang luas; dan
- d. tidak membutuhkan biaya operasi yang tinggi.

Dari *constraint* peralatan di atas, maka pada bab ini akan diulas beberapa alternatif teknologi yang sesuai untuk diterapkan pada sebuah institusi pendidikan atau sejenisnya.

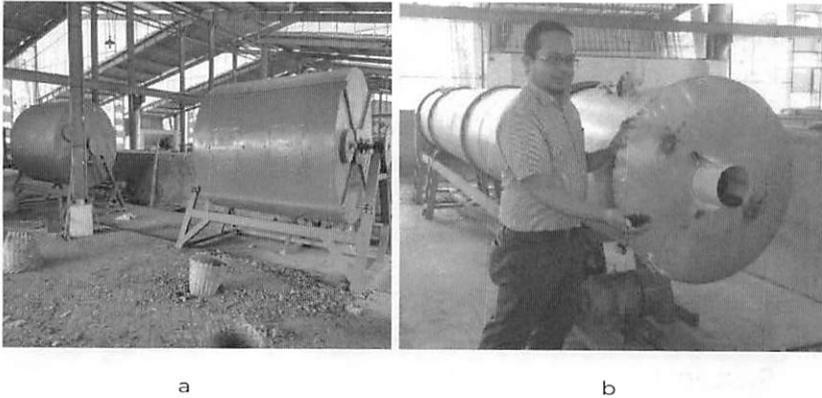
14.2.1 Komposting Sistem Tertutup (*In-vessel Composting System*)

Metode komposting tertutup cukup efektif untuk mengatasi sampah organik yang mudah busuk dan berbau. Umumnya sistem yang diterapkan memiliki kontainer pengomposan yang tertutup dan tidak berkontak langsung dengan udara luar. Sampah organik setelah dicacah dimasukkan ke dalam kontainer (tabung tertutup) yang dilengkapi dengan sistem pencampuran, aerasi dan pengatur kandungan air. Drum dan tangki adalah contoh umum tipe *in vessel*.

Kelebihan utama dari sistem di dalam tangki ini adalah semua kondisi operasi dapat dikontrol dengan baik sehingga memungkinkan untuk terjadinya pengomposan dengan cepat. Material yang dikomposkan mengalami pengadukan dan pembalikan yang cukup intensif sehingga memastikan pencampurannya secara homogen dan mendorong transfer oksigen dengan cepat. Waktu tinggal limbah organik di dalam tangki bisa sekitar dua minggu sampai paling lama empat minggu. Sistem ini jika dijalankan dengan benar akan meminimalkan bau dan air lindi yang terbentuk.

Reaktor drum berputar (Gambar 14.2) juga disebut *rotary composter* yang membutuhkan waktu pemrosesan hanya beberapa jam sampai beberapa hari saja. Ada dua tipe *rotary composter*, yaitu sistem *batch* dengan mekanisme

pemasukan sampah kemudian pemrosesan selama beberapa hari kemudian pemanenan atau pengosongan dan sistem kontinu, yaitu dengan memasukkan sampah baru setiap hari dari ujung *input* kemudian keluar kompos di ujung lainnya.



Gambar 14.2. *Rotary composter*, a. sistem *batch*; b. sistem semikontinu

Sistem ini sangat cocok untuk mengomposkan sampah yang umumnya dilanjutkan dengan pemrosesan tahap berikutnya berupa pematangan sampah yang dapat dilakukan dengan cara *invessel*, tumpukan statis atau *windrow*.

Untuk *rotary composter* sistem *batch* (Gambar 12.2.a), kapasitas maksimal adalah 1.000 liter dan harus diputar selama 15–30 menit dalam waktu sehari. Pemutaran drum bergantung pada kapasitas. Jika kapasitas di bawah 500 liter maka dapat digunakan sepeda untuk alat pemutarnya sehingga tidak membutuhkan listrik.

14.2.2 *Black Soldie Fly Maggots*

Salah satu upaya untuk pengolahan limbah organik sisa makanan adalah dengan menggunakan bantuan larva lalat hitam atau *black soldier fly* (*Hermetia illucens*) *maggots*. Larva bisa dijadikan sebagai sumber protein hewani dan lemak hewani yang dibutuhkan untuk budidaya ikan. Budidaya larva dapat dilakukan dengan menggunakan bahan organik dan berbasis limbah ataupun hasil samping kegiatan agroindustri. Proses ini dikatakan sebagai bentuk

degradasi limbah. Hasil degradasi dapat menghasilkan beberapa nilai tambah dengan menjadikannya sebagai pakan ternak, larva kompos, dan biofuel. Larva BSF mengandung protein kasar/mentah sebesar 50% dan sekitar 25% lemak. Kandungan yang baik inilah maka beberapa produksi pakan menjadikannya sebagai pengganti pakan ikan (Rambet *et al.*, 2016). Hal menarik lainnya adalah alat ini sangat mudah untuk dikembangkan serta relatif cepat mengonversi limbah sisa makanan.

Fasilitas budidaya BSF yang terdapat di PIAT UGM telah menjadi wahana penelitian sekaligus pembelajaran bagi masyarakat (Gambar 14.3.). Saat ini teknologi yang dikembangkan sudah diduplikasi di dua tempat yaitu di Taman Pintar Yogyakarta dan Dusun Kronggahan Sleman Yogyakarta.



Gambar 14.3. Kelompok tani mengikuti workshop budidaya BSF dengan limbah makanan di RINDU PIAT

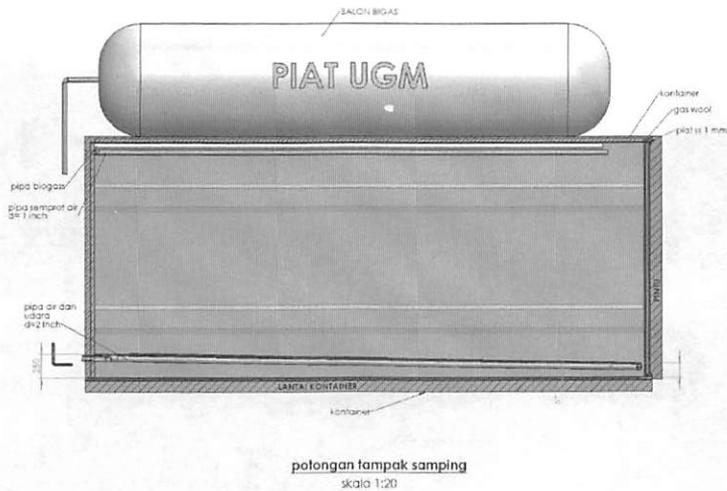
14.2.3 Teknologi fermentasi limbah (biogasifikasi)

Teknologi fermentasi sampah dan limbah organik belum banyak dikembangkan. Teknologi ini sangat menjanjikan karena selain menghasilkan

bahan bakar terbarukan biogas, teknologi ini juga menghasilkan pupuk organik berkualitas tinggi. Pada produksi biogas, limbah organik akan dikonversi menjadi gas dan produk padat yang dapat digunakan sebagai pupuk kompos. Namun demikian, unit pengolahan biogas yang banyak ditemui saat ini memiliki konstruksi yang kurang fleksibel. Pada umumnya, *existing* fasilitas pengolahan biogas terdiri atas digester yang dibangun di dalam atau di atas tanah dengan struktur permanen.

Peneliti di RINDU mengembangkan teknologi pengolahan limbah organik menjadi biogas yang relatif *compact* dan fleksibel dalam sebuah peti kemas. Proses produksi biogas dijalankan dalam kontainer yang telah dilengkapi dengan sistem pemipaan, penyimpanan biogas, dan kontrol operasi yang terpusat. Untuk pengoperasian, bahan baku berupa limbah organik dimasukkan ke dalam kontainer yang telah dimodifikasi, yang selanjutnya akan diatur kondisi prosesnya dengan optimum. Biogas yang dihasilkan ditampung dalam *storage* yang berada di bagian atas kontainer, dan dapat langsung dimanfaatkan sesuai keperluan seperti menyalakan listrik. Sehingga, kebutuhan listrik untuk pengoperasian alat akan dipenuhi dari sebagian biogas yang dihasilkan. Proses ini dapat mengolah limbah organik dengan kandungan solid 20–40%, artinya sampah tidak perlu dicacah dan ditambah air langsung bisa dimasukkan dan diproses dalam kontainer.

Setelah dimasukkan ke dalam kontainer, limbah akan dialiri udara agar terjadi proses aerob guna mensterilisasi dan memanaskan limbah. Kemudian cairan perkolat akan disirkulasikan dari bagian bawah kontainer dan disemprotkan secara merata pada limbah. Limbah kemudian dibiarkan terfermentasi selama 30 hari. Setelah proses fermentasi selesai dilanjutkan selama 30 hari, kontainer di-*flushing* dengan udara sampai kondisinya aman untuk dibuka kemudian digestat yang dihasilkan dapat diambil sebagai pupuk organik. Gambar unit kontainer pengolah sampah menjadi biogas disajikan pada Gambar 14.4.



Gambar 14.4. Reaktor fermentasi limbah organik sistem kompak dengan kontainer

14.3 PENGEMBANGAN SISTEM PENGELOLAAN SAMPAH BERBASIS KAMPUS

Institusi pendidikan tinggi secara umum seharusnya mampu untuk dapat menciptakan sistem swakelola sampah. Beberapa alasan yang mendasari pentingnya perguruan tinggi untuk dapat menciptakan pengelolaan sampah mandiri adalah:

- Memiliki ahli-ahli lingkungan, sipil dan bidang lain yang terkait;
- memiliki mahasiswa yang biasanya memiliki kepedulian terhadap lingkungan dan siap dilibatkan dalam kegiatan yang mendukung;
- membutuhkan lokasi penelitian dan praktikum yang dapat memanfaatkan fasilitas pengolahan sampah;
- bentuk tanggung jawab moral institusi;
- memiliki mahasiswa sebagai generasi penerus dan agen perubahan; dan
- memerlukan sarana *image building*.



Gambar 14.5. Kampanye swakelola sampah di hari bumi oleh mahasiswa, karyawan, dan dosen UGM

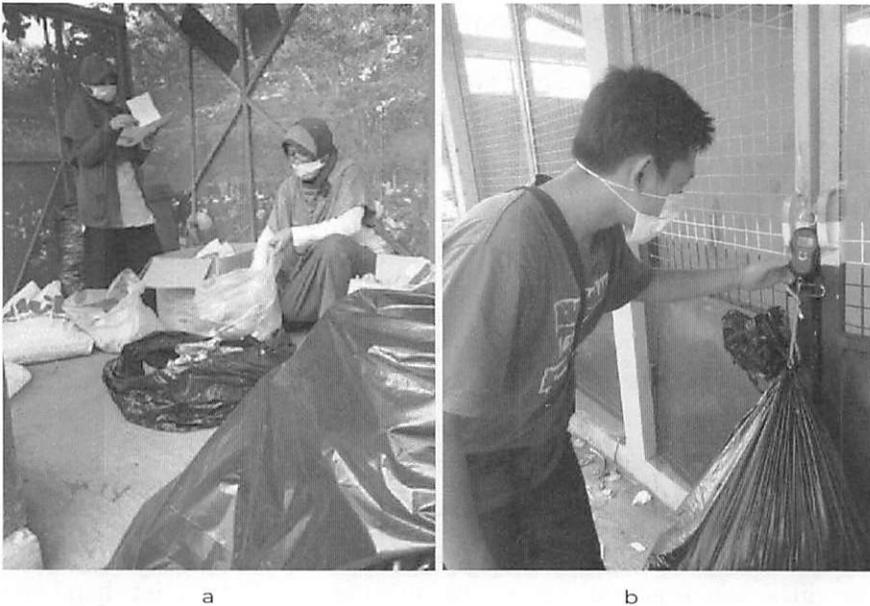
Dengan alasan tersebut tentunya sangat penting untuk setiap institusi pendidikan mencoba dan mengupayakan memiliki sebuah fasilitas pengelolaan sampahnya sendiri. Untuk memicu kepedulian seluruh sivitas akademika terhadap pengelolaan sampah dapat dilakukan dengan cara sosialisasi dan kampanye (Gambar 14.5.) Selanjutnya, perlu diambil langkah-langkah sistematis untuk mewujudkan sistem dan fasilitas pengelolaan sampah dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Survei potensi sampah
 - b. *Focus Group Discussion* (FGD) para *stakeholder*
 - c. Pembuatan sistem, fasilitas, alat dan teknologi
 - d. Pengembangan keilmuan dengan publikasi, *workshop* dan simposium
- Dari beberapa tahapan di atas akan dibahas lebih mendetail di bawah ini.

14.3.1 Survei potensi sampah

Tahapan paling awal yaitu survei potensi sampah menjadi fondasi tahap berikutnya. Survei timbulan sampah akan dapat mengukur seberapa banyak sampah yang bisa dihasilkan oleh sebuah institusi sekaligus mengetahui komposisi sampah yang dihasilkan. Penentuan kuantitas dan komposisi sampah akan sangat membantu dalam tahap pembangunan fasilitas dan pemilihan teknologi berikutnya.

Teknis pelaksanaan survei sampah perlu dirancang sesuai dengan kondisi persampaan yang ada. Misalnya dalam sebuah perguruan tinggi terdapat berapa depo atau TPS yang ada. Kemudian juga perlu dipastikan jadwal pengambilan sampah di setiap depo. Jangan sampai survei dilakukan saat atau setelah sampah diangkut menuju fasilitas berikutnya misalnya TPA. Kemudian frekuensi *sampling* atau pengambilan contoh komposisi sampah dapat dilakukan dalam satu rentang waktu tertentu. Misalnya lima hari kerja berturut-turut pada lokasi yang sama untuk melihat fluktuasi per hari dan sesuai dengan prosedur dalam SNI 19-3964-1995. Secara umum prosedurnya cukup sederhana yaitu setiap sampah masuk dipilah sesuai dengan jenis yang disepakati, misal organik, kertas (utuh atau bersih), plastik, dan sampah lainnya (*styrofoam*, lampu, kaca, dan baterai). Setelah dipilah kemudian ditimbang dan/atau diukur volumenya dan dicatat dalam lembar pencatatan yang sudah disiapkan sebelumnya (Gambar 14.6).



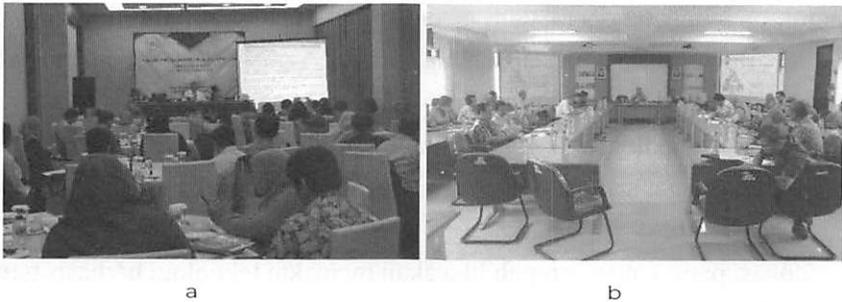
Gambar 14.6. Suasana mahasiswa membantu survei potensi sampah di UGM, a. Pemilahan sampah, b. Penimbangan masing-masing jenis sampah.

Pemilahan sampah berdasarkan komposisinya ini dibagi menjadi empat jenis yaitu sampah organik, sampah plastik, sampah kertas/kardus, dan sampah lainnya.

Dari hasil survei yang sudah dipublikasikan (Rahmada, 2019), didapatkan data bahwa sampah organik merupakan komposisi terbesar dibandingkan dengan jenis sampah lainnya. Hal ini dapat terjadi mengingat kawasan UGM yang masih banyak terdapat pepohonan sehingga sampah dari daun yang jatuh mendominasi jenis sampah yang ada. Selain dari sampah dedaunan, sampah sisa makanan juga memberikan peran dalam besarnya komposisi sampah organik di UGM. Sampah yang menempati urutan kedua dalam komposisi timbulan sampah adalah sampah lain-lain yang biasanya terdiri dari botol kaca, lampu yang sudah tidak terpakai, triplek, dan lain sebagainya. Sampah kertas yang menempati posisi ketiga dalam komposisi timbulan sampah didominasi oleh kardus makanan. Sedangkan sampah plastik dalam komposisi timbulan sampah di UGM didominasi oleh botol maupun gelas plastik bekas.

14.3.2 Focus Group Discussion Stakeholder

Permasalahan sampah di perguruan tinggi ataupun institusi tidak bisa hanya diselesaikan oleh satu pihak saja, tapi perlu diselesaikan bersama. Biasanya dalam sebuah institusi pihak yang akan terlibat adalah mulai dari unsur pimpinan perguruan tinggi atau institusi sendiri karena hanya pimpinan yang memiliki komitmen tinggi dapat mewujudkan institusi swakelola sampah. Selanjutnya adalah bagian yang mengurus perencanaan, kemudian bagian aset dan angkutan, serta dari bagian yang mengurus penelitian dan pengembangan. Tentunya mahasiswa juga perlu dilibatkan sebagai agen perubahan mereka bisa diberdayakan untuk kampanye pemilahan sampah, survei potensi sampah dan juga sebagai peneliti. Suasana FGD pengelolaan sampah berbasis kampus disajikan pada Gambar 14.7.



Gambar 14.7. (a) Suasana FGD persampahan dengan partisipan berbagai kampus, dan (b) di PIAT UGM dengan peserta internal UGM.

Dalam FGD yang diselenggarakan ini diharapkan dapat menghasilkan beberapa keputusan penting seperti:

- a. Konsep pengelolaan sampah institusi secara umum;
- b. Pembagian tugas antarbagian dalam perencanaan, misalnya bagian perencanaan dan pengembangan (Renbang) mendesain fasilitas dan bangunan pengolahan sampah, bagian aset menyiapkan armada pengangkutan sampah, bagian penelitian menentukan teknologi dan peralatan pengolahan sampah;

- c. Pembagian tugas saat operasional pengelolaan sampah terdiri dari pemilahan, pengangkutan, pengolahan dan pemasaran produk.

Semua keputusan tersebut tentunya berdasar pada hasil survei timbulan sampah yang telah dilakukan sebelumnya. Sehingga keakuratan survei sangat menentukan keberhasilan pengelolaan sampah yang akan dirancang ke depan.

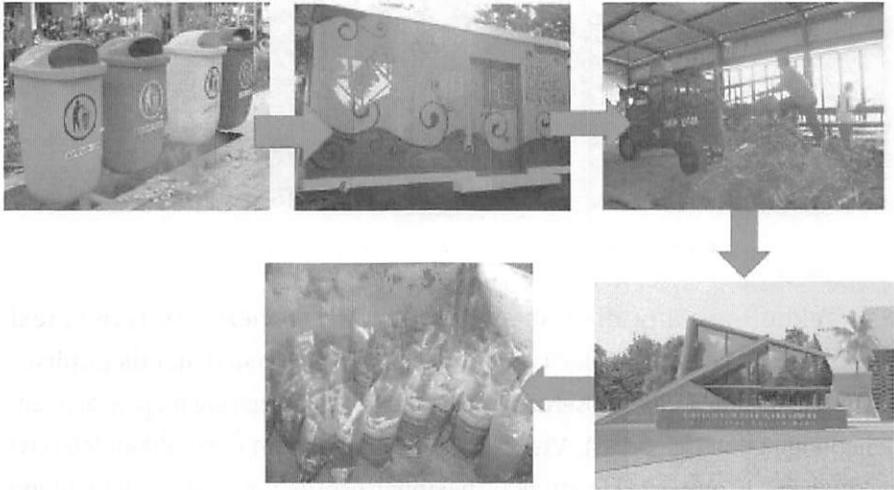
14.3.3 Pembuatan sistem, fasilitas, alat dan teknologi

Hasil dari FGD persampahan perlu untuk direalisasikan dengan membuat sistem dan fasilitas yang sudah dirancang. Umumnya struktur bangunan fasilitas untuk pengolahan sampah tidak memerlukan dinding penuh. Justru bangunan dengan banyak lubang angin akan dapat mengurangi bau dan juga akumulasi gas akibat dari tumpukan dan pemrosesan sampah. Untuk fasilitas di dalamnya pun tidak memerlukan banyak ruangan cukup dengan satu ruang kantor, penyimpanan peralatan, laboratorium kecil, dan toilet. Bengkel jika dirasa perlu juga bisa dipersiapkan ruangnya. Yang perlu diperhatikan dalam mendesain luasan bangunan fasilitas adalah sebagai berikut:

- a. Jumlah sampah yang akan masuk perhari (kapasitas)
- b. Waktu tinggal sampah pengolahan sampah tergantung dengan teknologi yang dipilih
- c. Zonasi pengolahan sampah jika akan memakai teknologi berbasis termal dan biologis.
- d. Alur sampah dari masuk, *processing*, dan pengeluaran produk
- e. Luasan perlu mempertimbangkan proyeksi peningkatan jumlah sampah di masa depan

Dari empat poin diatas, teknologi yang dipilih sangat menentukan luasan dan juga alur pemrosesan sampah. Jika dipilih teknologi termal saja seperti insinerator misalnya, maka luasan bangunan tidak memerlukan lahan yang luas dikarenakan waktu tinggal sampah yang singkat. Yang perlu dipastikan tentunya dimensi alat, bak pengumpulan sementara dan juga tinggi cerobongnya. Namun jika dipilih proses biologis seperti *composting* maka

perlu disediakan luasan yang cukup besar menyesuaikan waktu pemrosesan kompos yang cukup lama.



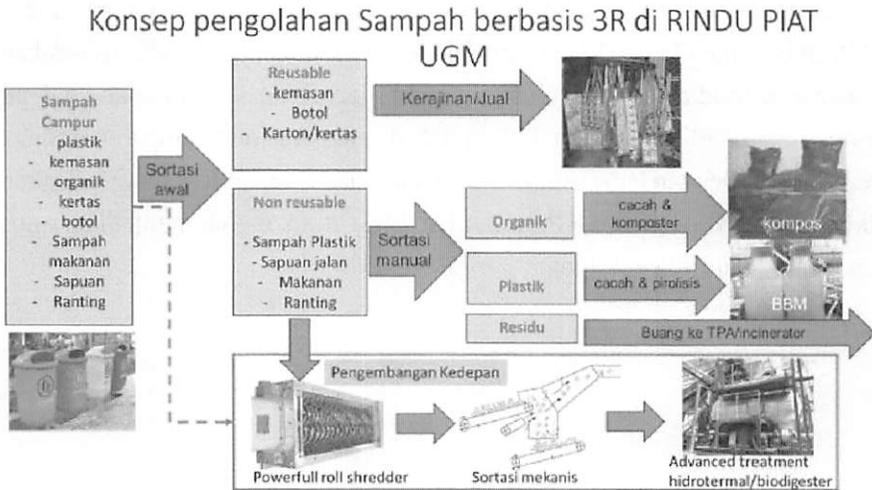
Gambar 14.8. Sistem pengelolaan sampah UGM. Sumber bak sampah terpilah, depo sementara, RINDU PIAT dan produk kompos.

Sistem pengelolaan sampah UGM secara umum disajikan pada Gambar 14.8. Universitas Gadjah Mada memiliki tempat sampah yang sudah dibedakan jenisnya, kemudian sampah akan diangkut oleh petugas kebersihan ke depo sampah atau TPS. Di dalam TPS sudah disediakan tong sampah beraneka warna sesuai dengan jenis sampahnya. Kemudian sampah fraksi organik akan dikirim ke RINDU PIAT UGM (Gambar 14.9) untuk diolah menjadi kompos dan produk daur ulang lainnya.



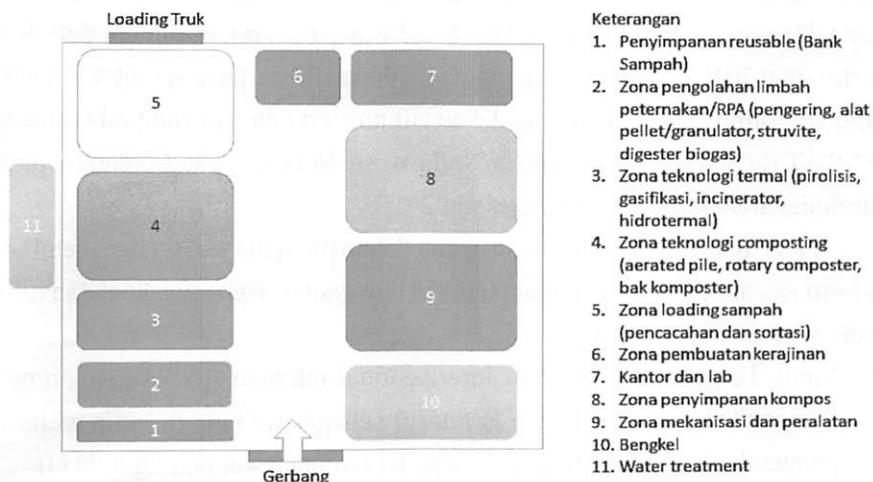
Gambar 14.9. Rumah Inovasi Daur Ulang (RINDU)

Teknologi yang dikembangkan di RINDU berbasis fermentasi (komposting, dan biogasifikasi) kemudian berbasis termal (katalitik pirolisis, gasifikasi dan hidrotermal) serta berbasis mekanik (pengeringan, pencacahan, penempungan dan peletisasi). Visi dari PIAT adalah ingin menjadikan RINDU sebagai pusat inovasi dan rujukan nasional proses dan sistem daur ulang sampah dan limbah.



Gambar 14.10. Konsep pengolahan sampah di RINDU PIAT UGM

Pada Gambar 14.10 disajikan alur pemrosesan sampah yang dilakukan di RINDU. Sampah dari UGM meski sudah terpilah akan disortir ulang untuk memastikan sudah terpilah dengan baik. Sampah yang bisa dipakai kembali akan dibuat menjadi kerajinan dan dipasarkan. Kemudian fraksi organik dikomposkan serta untuk budidaya BSF dan plastik yang tidak dapat digunakan akan dipirolisis menjadi minyak bakar yang dapat digunakan untuk menjalankan mesin. Residu yang tidak dapat dipirolisis dan dikomposkan akan dibakar di insinerator atau ditampung dan dibuang ke TPA Piyugan. Pada Gambar 14.11. disajikan zonasi di dalam RINDU agar proses termal tidak tercampur dengan proses pengolahan secara *composting* (biologis).



Gambar 14.11. Pembagian zonasi di dalam RINDU.

14.3.4 Pengembangan keilmuan dengan publikasi, *workshop* dan simposium

Setelah fasilitas dibangun dan dioperasikan tentunya perlu pemeliharaan dan pengembangan. Kapasitas pengolahan sampah dapat ditingkatkan secara bertahap tergantung dari ketersediaan anggaran. Misalkan jika dipilih teknologi pengomposan dan juga termal. Jika dana terbatas, maka bisa dimulai dengan

pengadaan dan pengoperasian unit pengomposan terlebih dahulu. Selanjutnya dikembangkan untuk mengolah sampah anorganik dengan proses termal.

Pengembangan metode dan teknologi di fasilitas ini diharapkan dapat mengakomodasi penelitian dan inovasi dari dalam kampus. Sangat disayangkan jika fasilitas yang dibangun hanya dipakai untuk pengolahan sampah seharusnya juga bisa berperan untuk menghasilkan penelitian, publikasi dan bahkan paten dari sivitas akademika yang terlibat pengembangan teknologi di dalamnya.

Selanjutnya, dengan bermodal fasilitas pengolahan sampah dan limbah, maka akan dengan mudah UGM memosisikan diri sebagai pelopor pengelolaan sampah berbasis kampus. Sebagai pelopor, UGM bisa memperluas jejaring kerja sama dan pengaruh ke perguruan tinggi lain dengan membentuk forum yang diberi nama ISWF (*Indonesian Solid Waste Forum*). Forum ini didirikan pada tahun 2017 dan memiliki anggota lebih dari 30 perguruan tinggi. Agenda tahunan forum ini adalah mengadakan simposium tahunan yang diberi nama ANSWER (*Annual Symposium on Solid Waste Refinery*) yang sudah berhasil diselenggarakan pada tahun 2018 dan 2019.

ISWF telah menjadi forum bersama dalam menjalin sinergi dan membagi informasi antarpeneliti dan praktisi lintas universitas. Beberapa kegiatan rutin yang saya inisiasi adalah:

- Menyelenggarakan seminar internasional tahunan ANSWER (*Annual Symposium on Solid Waste Refinery*) sebagai wahana diseminasi hasil pengembangan penelitian limbah padat (web:answer.piat.ugm.ac.id)
- Melakukan promosi tiap kampus untuk bisa membuat instalasi pengolahan sampah disesuaikan dengan kemampuan masing-masing PT yang sudah terinisiasi di Unila, Untirta, dan UP 45.

Suasana kegiatan ANSWER pada tahun 2018 dan 2019 disajikan pada Gambar 14.12.



Gambar 14.12. (a) *Keynote 1st ANSWER 2018*, (b) *Peserta 2st ANSWER 2019*

Kemanfaatan yang penting berdampak nasional yaitu mendorong semua perguruan tinggi untuk bertanggung jawab terhadap sampahnya. ISWF selalu aktif mempromosikan kepada anggotanya untuk memiliki fasilitas pengolahan sampah sesuai dengan kondisi dan kemampuannya.

Sementara itu, publikasi dan KI yang dihasilkan dari fasilitas ini sudah cukup banyak dan cenderung meningkat tiap tahunnya. Berikut beberapa publikasi utama (jurnal dan paten) yang disajikan pada Tabel 14.1. berikut:

Tabel 14.1. Beberapa judul pblikasi utama dari penelitian di Rindu PIAT UGM

No	Judul publikasi/KI	Tahun	Media dan nomor penerbitan
Jurnal			
1	Slow release fertilizer production from poultry manure	2017	Chemical Engineering Transactions
2	Simulation and Experimental Study on Iron Impregnated Microbial Immobilization in Zeolite for Production of Biogas	2017	Waste and Biomass Valorization
3	The effects of binder on the release of nutrient from matrix-based slow release fertilizer	2017	Materials Science Forum
4	Slow release fertilizer preparation from sugar cane industrial waste	2018	Environmental Technology & Innovation

No.	Judul publikasi/KI	Tahun	Media dan nomor penerbitan
5	Natural Zeolite Effect on Liquid Product Characteristics of Hydrothermal Treatment	2018	Key Engineering Materials
6	The Efficiency of Phosphorus Removal of Synthetic Wastewater through Struvite Crystallization in an Aerated Fluidized Bed Reactor	2018	Key Engineering Materials
7	The Effect of Botanical Pesticide Extract Addition on the Nutrient Release of Fertilizer from Poultry Manure	2018	Key Engineering Materials
8	Slow Release NPK Fertilizer Preparation from Natural Resources	2019	Material Science Forum
9	Chitosan-Based Polyion Multilayer Coating on NPK Fertilizer as Controlled Released Fertilizer	2019	Advances in Materials Science and Engineering
10	Kinetics modeling of waste plastic mixture pyrolysis for liquid fuel production	2019	International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering
11	Preliminary Study of Anaerobic Digestion Improvement by Bacterial Immobilization Media from Activated Carbon and Natural Zeolite	2019	International Journal of Chemical Engineering Applications
12	The Study of Immobilized Media and Ni Ion Addition Effects on COD Removal of POME Using Anaerobic Filter Reactor	2020	Waste and Biomass Valorization
Paten terdaftar			
1	Alat pengolah sampah plastik menjadi adonan batako	2018	P00201810050
2	Alat pemurnian minyak plastik	2019	S00201908871
3	Alat pengurai limbah palm oil mill effluent(pome) dua tahap yang bekerja Secara anaerobik dengan media imobilisasi terfluidisasi	2019	P00201909188

14.4 PENGEMBANGAN KERJASAMA DENGAN MITRA

Kerjasama dengan pihak industri dan pemda menjadi penting untuk mengaplikasikan teknologi dan ilmu yang dikembangkan serta untuk mendapatkan pengakuan dari pihak luar. Khususnya dengan pihak industri kerjasama juga dimaksudkan untuk mendapatkan dana untuk pengembangan teknologi ke depan. Beberapa kerjasama di bidang pengolahan limbah yang saya koordinatori disajikan di Tabel 14.2 dan Gambar 14.13. berikut.

Tabel 14.2. Mitra Industri dan Pemda dalam pengelolaan sampah dan limbah

No	Mitra	Aktivitas	Benefit
1	PT Ciomas/JAPFA	Pengolahan limbah cair rumah potong ayam	Publikasi/trackrecord
2	PT Sari Husada	Pengolahan <i>sludge</i> WWTP	Pendapatan 90 juta/bulan
3	Pemkot Magelang	Masterplan persampahan kota Magelang	Publikasi dan hibah kerjasama
4	Pemda Sleman	Masterplan persampahan kabupaten Sleman	Publikasi dan hibah kerjasama
5	PT MKD	Pemanfaatan limbah peternakan ayam untuk pembuatan pupuk silika	Publikasi dan hibah penelitian
6	PT Solusi Bangun Indonesia (SBI)	Kolaborasi Riset RDF dari sampah kota	Publikasi dan projek



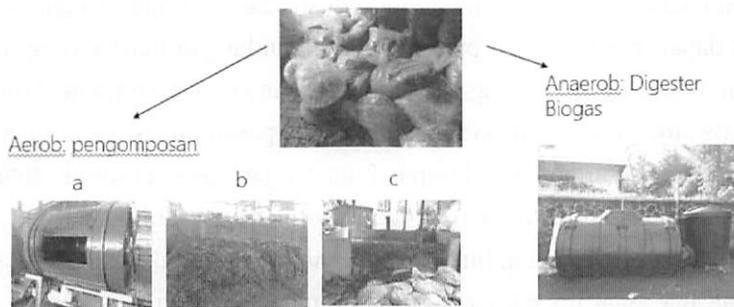
a

b

Gambar 14.13. a. Diskusi dengan Balitbang Magelang di RINDU mengenai *masterplan* persampahan kota; b. RINDU selalu menjadi rujukan pengelolaan sampah.

Kerjasama dengan mitra yang perlu di-*highlight* adalah kerja sama dengan perusahaan yang memproduksi limbah lumpur IPAL. Kerjasama ini sangat menjanjikan karena perusahaan mitra membayar uang pemrosesan kepada PIAT sehingga bisa menjadi pemasukan yang cukup besar. Kemudian hasil dari pemrosesan juga bisa dijual dalam bentuk pupuk. Sehingga RINDU mendapatkan dua pemasukan sekaligus dari *tipping fee* dan penjualan produk olahan lumpur. Lumpur IPAL mengandung banyak nutrisi sehingga jika diolah dengan baik bisa menghasilkan pupuk organik dengan kualitas yang tinggi.

Aktivitas pengolahan lumpur yang saat ini telah dilakukan di PIAT UGM, antara lain pengolahan dengan pengomposan (*aerob*) memakai *rotary composter*, *static aerated pile* dan Bak fermentasi. Kemudian juga terdapat pengolahan dengan digester biogas (*anaerob*) memakai digester yang disajikan pada Gambar 14.14.



Gambar 14.14. Unit pemrosesan limbah lumpur di RINDU.

14.5 PENGEMBANGAN PRODUK UNTUK Mendukung KETAHANAN PANGAN

Produk dari RINDU dari pengolahan sampah organik umumnya dapat dioptimalkan untuk mendukung pertanian dan peternakan. Maggot BSF ini hingga saat ini sudah dimanfaatkan untuk pakan ikan dan pakan ayam (Gambar 14.15). Maggot ukuran kecil juga dimanfaatkan untuk pakan burung berkicau. Selain itu, media bekas untuk pembesaran maggot atau bekas maggot (kasgot) juga sudah dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Kasgot ini secara langsung dimanfaatkan untuk memupuk tanaman sayur dan buah yang ada di masyarakat.



Gambar 14.15. Pemanfaatan maggot BSF untuk pakan ayam dan pakan ikan.

Sementara itu dari limbah lumpur industri dan dicampur dengan sampah organik dapat menghasilkan pupuk dengan kandungan nutrisi yang unggul (Gambar 14.16.). Formula juga bisa disesuaikan dengan komoditas menjadi pupuk spesifik yang memiliki mekanisme pelepasan nutrisi secara perlahan (*slow release*). Kompos dari lumpur juga sangat fleksibel untuk dicampur bahan lain dan memiliki kemampuan merekatkan sehingga tidak perlu membutuhkan penambahan binder untuk membuat pupuk pellet seperti pati dan tanah liat. Saat ini sekitar 50 ton perbulan pupuk kualitas tinggi dapat diproduksi di RINDU PIAT UGM.



Gambar 14.16. Berbagai jenis pupuk kompos (curah, granul, dan pellet) dari limbah lumpur industri dan campuran bahan organik lainnya

14.6 PENUTUP

Sampah menjadi tanggung jawab semua pihak baik pemerintah sebagai regulator maupun masyarakat sebagai penghasil sampah. Peran aktif dari Perguruan Tinggi tentunya sangat diharapkan dalam menanggulangi permasalahan sampah yang semakin hari semakin berat kondisinya. Untuk itulah sudah sewajarnya jika kampus harus dapat mengembangkan sebuah wahana untuk melakukan pengembangan teknologi penelitian sekaligus mengolah sampah yang tentunya disesuaikan dengan kondisi dan kemampuan tiap kampus. Fasilitas ini jika dikembangkan dapat menjadi fasilitas multiguna yang juga akan meningkatkan capaian Perguruan Tinggi

dibidang pengembangan teknologi dan publikasi di bidang lingkungan sekaligus mengurangi beban pemerintah dalam pengelolaan sampah dan juga sebagai *revenue generation unit* dari kerja sama dengan mitra industri dan pemerintahan daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- Rambet, V., Umboh, J, F., Tulung, Y, L, R., Kowel, Y, H, S., 2016. “Kecernaan Protein dan Energi Ransum Boiler Yang Menggunakan Tepung Maggot (*Hermetia illucens*) Sebagai Pengganti Pakan Ikan”. *Jurnal Zootek*. Nomor 1 Volume 36. Halaman 13 – 22.
- Baqiroh N.F.A.B. 2019. “Timbulan Sampah Nasional Capai 64 juta ton per Tahun”, diakses online 18 mei 2020 <https://ekonomi.bisnis.com/read/20190221/99/891611/timbulan-sampah-nasional-capai-64-juta-ton-per-tahun>
- Rahmada A, Purnomo CW, Cahyono RB, Ariyanto T. 2019. In campus municipal solid waste generation and characterization, case study: Universitas Gadjah Mada, Indonesia, AIP Conference Proceedings 2085 (1), 020002.