

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Tahap 1

Penelitian sistem pengelolaan sampah di TPA Segawe Tulungagung dilaksanakan mulai bulan Januari-Maret 2020. Penelitian ini difokuskan pada kinerja olah sampah dari Kabupaten Tulungagung yang dilakukan di TPA Segawe. Dari penelitian tersebut menghasilkan data sebagai berikut:

1. Sistem Pengelolaan Sampah

a. TPA Segawe

Kabupaten Tulungagung memiliki satu TPA yaitu TPA Segawe yang berlokasi di Dusun Suwaru, Desa Segawe, Kecamatan Pagerwojo. Hasil wawancara yang telah dilakukan oleh peneliti dengan pihak pengelola, Bapak Saroji menuturkan bahwa TPA Segawe merupakan TPA tunggal yang memiliki luas 5,5 hektare. TPA Segawe bertanggungjawab atas sampah di Kabupaten Tulungagung sehingga memiliki sejumlah alat berat meliputi 6 *dump truck*, 11 *arm roll*, 4 *pick up*, dan motor roda 3. TPA Segawe mampu menampung sampah dari 6 kecamatan dari total keseluruhan 19 kecamatan yang

ada di Kabupaten Tulungagung.⁴⁶ TPA Segawe beroperasi sejak tahun 1992 hingga saat ini. Pada lokasi TPA bukan hanya dilakukan proses penimbunan sampah, akan tetapi harus memiliki empat aktivitas utama penanganan sampah antara lain⁴⁷:

1. Adanya pemilahan sampah yang dilakukan oleh para pemilah
2. Kegiatan daur ulang sampah non organik
3. Adanya pengomposan untuk sampah organik
4. Pengurugan sampah residu di lokasi lahan urug.

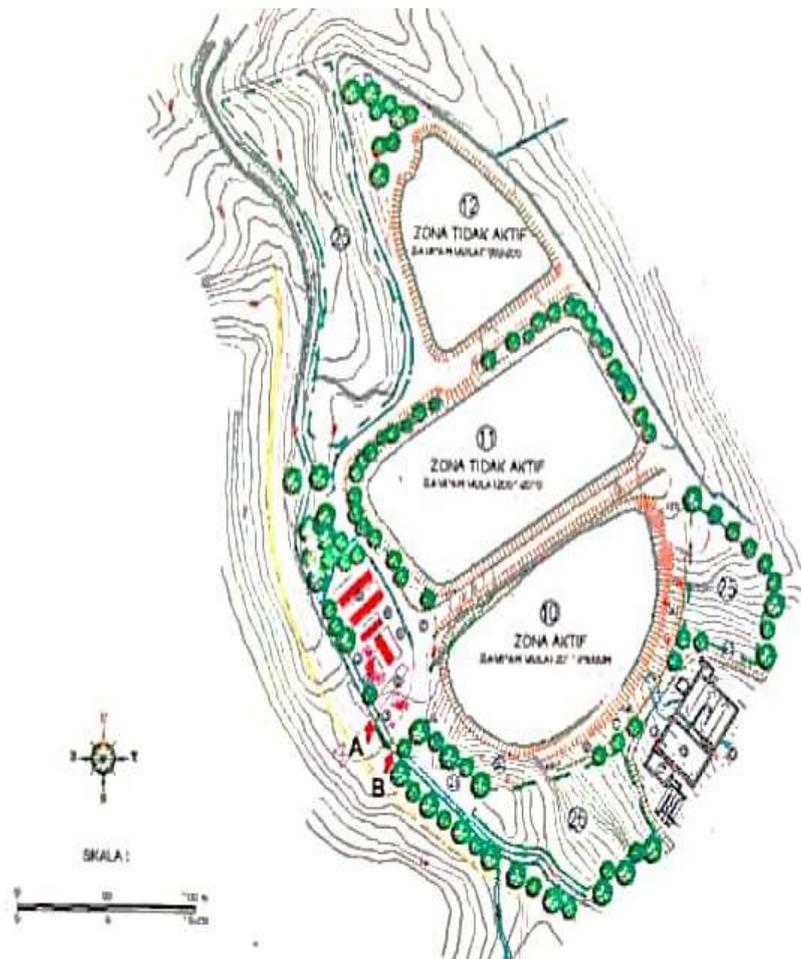
Berikut alur pengangkutan sampah di TPA Segawe antara lain:

- a) Truk pengangkut sampah masuk ke TPA.
- b) Mengarahkan sopir untuk menuangkan sampah di lokasi yang ditentukan dan truk menuangkan sampah di lokasi tersebut
- c) Pemilihan sampah oleh pemulung yaitu sampah layak jual (plastik, botol, kardus, kaleng, dll) sampah B3 dimasukkan ke wadah khusus dan sampah residu ditimbun di lokasi penimbunan
- d) Penyebaran dan pengurugan sampah oleh operator *dozer*.
- e) Penarikan drum bekas pelindung pipa gas dan pengisian dengan media kerikil.
- f) Pemadatan sampah oleh operator *dozer*.

⁴⁶ Bappeda.tulungagung.go.id/detailpost/, Rencana Pembangunan Tempat Pemrosesan Akhir TPA Sampah Kawasan Selatan Tulungagung, diakses tanggal 9 Juni 2020 pukul 18.44.

⁴⁷ PT. Yusta Margaraya, *Laporan Akhir DED Pembangunan TPA Sanitary Landfill Muara Badak*, Kutaikertanegara, 2013, hlm. 43.

- g) Penyebaran tanah penutup oleh operator *dozer* dan pemadatan sel sampah oleh operator. Sel merupakan sampah yang dipadatkan oleh tanah penutup harian.
- h) Munculnya lindi yang kemudian ditampung oleh IPL



Gambar-Gambar 4.1.1 Site Plan TPA Segawe

KETERANGAN:

1. POS JAGA
 2. JEMBATAN TIMBANG
 3. MENARA AIR
 4. KANTOR TPA
 5. GARASI EXCAVATOR
 6. GARASI ALAT BERAT
 7. JALAN UTAMA
 8. JALAN OPERASI
 9. HANGGAR DAUR ULANG & PENGOMPOSAN
 10. ZONA AKTIF
 11. ZONA TIDAK AKTIF 2 (SAMPAH MULAI TH. 2001-2010)
 12. ZONA TIDAK AKTIF 1 (SAMPAH MULAI TH. 1992-2000)
 13. AREAL IPAL
 14. KOLAM ANAEROB
 15. KOLAM FAKULTATIF
 16. KOLAM MATURASI
 17. KOLAM BIO
 18. PIPA LINDI UTAMA dia 300 mm
 19. PIPA LINDI SEKUNDER dia 200 mm
 20. PIPA GAS 200 mm
 21. GREEN BELT
 22. DINDING PENAHAN
 23. RETANING WOL EKSISTING
 24. TEMPAT CUCI TRUK SAMPAH
 25. AREA STOK TANAH PENUTUP
 26. GARASI ALAT BERAT
 27. SUMUR MONITORING
 28. BANGUNAN GENSET
- A: MASUK KE JEMBATAN TIMBANG
B: KELUAR MASUK KENDARAAN

Sumber: Data TPA Segawe

Tabel 4.3 Keterangan *Site Plan* TPA Segawe

b. *Sanitary Landfill*

Sanitary landfill merupakan metode pengolahan sampah yang banyak diterapkan dan digunakan di tempat pembuangan akhir sampah di Indonesia. Berdasarkan UU Nomor 18 Tahun 2008, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3 Tahun 2013, Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005 dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 21 Tahun 2006, dinyatakan bahwa TPA di kota besar dan metropolitan harus direncanakan sesuai metode lahan urug saniter (*sanitary landfill*).⁴⁸ Metode ini juga diterapkan pada pengendalian sampah di Kabupaten Tulungagung melalui TPA Segawe. *Sanitary landfill* dilakukan dengan cara menutup sampah menggunakan lapisan tanah (sistem urug) dan sampah akan dipadatkan saat volume sampah mencapai periode tertentu. Data yang diperoleh dari TPA Segawe mengenai standar operasional *sanitary landfill* adalah sebagai berikut.

1. Beberapa hal penting yang harus dilakukan dalam proses ini adalah:
 - Cek sampah yang masuk bukan termasuk barang beracun dan berbahaya (B3)/ Limbah Medis/ Limbah Industri Atau Bahan Radioaktif.

⁴⁸ Samin dkk, *Perencanaan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah Dengan Menggunakan Metode Sanitary Landfill (Studi Kasus: TPA Randuagung Kabupaten Malang)*, Malang: Skripsi Tidak Diterbitkan, 2017, hlm. 119.

- Catat jumlah sampah yang masuk dalam bentuk berat (kg), maupun volume (m^3), sumber sampah, asal sampah (area pelayanan), nomor truk dan tanggal serta waktu kedatangan.
 - Cek kondisi timbangan. Lakukan perawatan berkala, seperti pembersihan timbangan dan kalibrasi timbangan.
2. Pada tahap ini hal yang harus dilakukan:
 - Arahkan sampah ke lokasi tempat pembongkaran sampah untuk dipilah
 - Sampah dipilah sesuai jenis sampah, meliputi: sampah organik; sampah anorganik yang dapat didaur ulang; sampah dari bahan beracun dan berbahaya (B3); dan sampah anorganik yang tidak dapat didaur ulang (residu). Untuk pengolahan sampah organik dilakukan oleh petugas 3R dan petugas kompos
 3. Sampah layak jual yang telah dipilah dikumpulkan dalam wadah dan disimpan dalam area untuk dijual
 4. Sampah dari jenis B3 harus dikumpulkan dalam wadah khusus untuk selanjutnya ditangani secara khusus pula sesuai dengan ketentuan penanganan sampah B3
 5. Adapun tahapan dalam hal ini adalah:
 - Sampah residu yang tidak dapat didaur ulang/ dijual ditimbun dalam area penimbunan (*landfill*)

- Truk sampah setelah menurunkan muatannya diarahkan menuju tempat cuci kendaraan sebelum meninggalkan lokasi TPA. Segera bersihkan truk sampah
6. Hal yang harus dilakukan pada tahap ini adalah:
- Penimbunan sampah pada area *landfill* sesuai dengan petunjuk yang ada dimulai dari sel I lift I sampai sel sampah penuh
 - Padatkan sampah setiap ketinggian ± 60 cm dengan menggunakan loader dan bulldozer sebanyak 4-6 kali
 - Tutup sampah dengan tanah penutup harian, ketebalan ± 15 cm
 - Isi kembali lift I dengan sampah secara berurutan, agar memudahkan pengangkutan sampah berikutnya
7. Sebarkan sampah secara merata hingga ketinggian 60 cm
8. Tarik ke atas tong bekas pelindung pipa gas apabila hampir tertutup sampah dan isi kembali dengan media kerikil. Sambung pipa gas apabila kurang panjang
9. Padatkan sampah setiap ketinggian ± 60 cm dengan menggunakan loader dan bulldozer sebanyak 4-6 kali
10. Beberapa tahapan dalam proses ini adalah:
- Tutup sampah dengan tanah penutup harian, ketebalan ± 15 cm
 - Tutup sampah dengan tanah penutup antara setelah ketinggian 2 m dengan ketebalan ± 30 cm

- Isi lift II dengan sampah secara berurutan, agar memudahkan pengangkutan sampah berikutnya
- Sebarkan sampah secara merata hingga ketinggian 60 cm
- Padatkan sampah setiap ketinggian \pm 60 cm dengan menggunakan loader dan bulldozer sebanyak 4-6 kali
- Selama pelaksanaan pengolahan sampah di TPA Segawe, Tulungagung, semua tenaga kerja yang terlibat dalam pengolahan sampah wajib memperhatikan dan menggunakan kelengkapan keselamatan kerja.

TPA dengan metode ini merupakan TPA yang mana sampah atau limbah padat diisolasi dari lingkungan bertujuan untuk membuat kondisi lingkungan aman, tidak menimbulkan degradasi baik secara biologis, kimiawi maupun fisik. Metode ini dinilai sangat baik untuk saat ini, akan tetapi belum tentu menjadi pilihan yang tepat bagi suatu daerah karena biaya investasi, pengoperasian dan pemeliharaan cukup tinggi. Perubahan biologi, fisika dan kimia terjadi pada lapisan-lapisan saniter yang berperan penting dalam proses transformasi dan stabilisasi dari sampah yang ditimbun. Limbah yang berasal dari rumah tangga atau kota terbagi menjadi dua kategori yaitu sampah organik dan sampah anorganik.⁴⁹ TPA dengan metode saniter diharapkan bukan hanya sebagai lokasi

⁴⁹ Ministry of housing and Local Government, *The Study on The Safe Closure and Rehabilitation of Landfill Sites in Malaysia*, Vol. 5, Japan International Cooperation Agency: Malaysia, 2004, hlm. 4.

pembuangan akhir sampah, melainkan sebagai tempat pemrosesan sampah sehingga kinerja TPA dapat beroperasi cukup lama (lebih dari 10 tahun).⁵⁰ Adapun bagian-bagian utama yang menunjang kegiatan saniter antara lain:⁵¹

- a) *Cell*: sampah yang dipadatkan oleh tanah penutup harian.
 - b) *Lift*: lapisan cell pada area saniter > 1.5 – 2.25.
 - c) Tanah penutup harian ditimbunkan untuk setiap kali operasi (harian).
 - d) Gas *landfill*: gas yang terbentuk akibat proses dekomposisi anaerobik dari fraksi sampah organik yang biodegradable.
 - e) *Liner*: bahan alam atau sintetis yang digunakan untuk mencegah terjadinya cemaran lindi dan gas metan.
 - f) *Liner* alam: tanah liat yang dipadatkan.
 - g) *Liner* sintetis: geomembran, PVC, PET.
 - h) Fasilitas pengendali pencemaran akibat kegiatan saniter berupa liner, sistem pengumpulan lindi, dan lapisan tanah penutup harian dan akhir.
- c. IPAL (Instalasi Pengelolaan Air Lindi)

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan salah satu teknologi pengolahan limbah cair dengan tujuan untuk memisahkan/ menghilangkan cemaran dalam air limbah sebelum

⁵⁰ PT. Yusta Margaraya, *Laporan Akhir DED Pembangunan TPA Sanitary Landfill Muara Badak*, Kutaikertanegara, 2013. Hlm. 12.

⁵¹ *Ibid.*, hlm. 16.

dibuang ke lingkungan sampai memenuhi baku mutu lingkungan. IPAL memiliki beberapa macam tempat pengelolaan yang berbeda-beda yaitu IPAL berskala domestik/ pemukiman, IPAL untuk industri, IPAL rumah sakit, IPAL untuk tempat pembuangan akhir (TPA) dan instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT). Keberadaan IPAL pada TPA merupakan sesuatu yang wajib karena pengolahan sampah dengan metode *sanitary landfill* memiliki hasil akhir berupa air lindi yang apabila pengolahannya tidak tepat akan mencemari lingkungan sekitar. Misalnya pencemaran air baku tanah atau pencemaran ekosistem sungai yang ada di dekat lokasi TPA. Sehingga teknologi pengolahan air limbah menjadi kunci utama memelihara kelestarian lingkungan. Kriteria IPAL yang baik adalah sebagai berikut:

- Sedikit memerlukan perawatan
- Aman dalam pengoperasiannya
- Memiliki biaya energi yang relatif rendah
- *Less product excess* (produk sampingan) seperti lumpur atau *sludge* IPAL

Lindi (*leachate*) merupakan limbah cair yang dihasilkan ketika air hujan jatuh, mengalir dan meresap ke dalam sampah. Air limbah ini membawa material terlarut yang didapat dari sampah yang dilewatinya. Umumnya, lindi bersifat asam, kaya akan bahan organik bersifat asam, mengandung ion sulfat dan memiliki

konsentrasi logam yang tinggi. Lindi memiliki aroma khas yang tidak sedap. Apabila lindi meresap ke dalam tanah dan mencemari air tanah maka sumber air di sekeliling *landfill* akan tercemar.



Gambar 4.1.2 Air Lindi TPA Segawe

Berikut parameter kualitas air limbah⁵²:

1. Parameter organik, adalah ukuran jumlah zat organik yang terdapat dalam limbah. Terdiri dari *total organic carbon* (TOC), *chemical oxygen demand* (COD), *biochemical oxygen demand* (BOD), minyak dan lemak (O&G) dan *total petroleum hydrocarbons* (TPH).
2. Karakteristik fisik, dapat dilihat dari parameter *total suspended solids* (TSS), pH, temperatur, warna, bau dan potensial reduksi.
3. Kontaminan spesifik, dihasilkan dari sisa bahan baku, sisa pelarut atau bahan aditif maupun pencucian dan pembilasan peralatan.

⁵² Arif Zulkifli, *Dasar-Dasar Ilmu Lingkungan*, Jakarta Selatan: Salemba Teknik 2014, hlm. 94.

TPA yang masih beroperasi, BOD *leachate* dapat mencapai antara 2000-3000 mg/l, COD antara 3000-6000 mg/l, TOC antara 1500-2000 mg/l dan pH antara 4,5-7,5. Berbeda dengan TPA yang sudah beroperasi lebih dari 15 tahun, umumnya akan terjadi penurunan kandungan BOD, COD, TOC, bahkan pH dari *leachate* yang cenderung mendekati netral dan kandungan karbon organik serta mineralnya relatif menurun. TPA Segawe telah beroperasi sejak tahun 1992, sehingga sudah berusia \pm 28 tahun. Hal ini membuat *leachate* tidak bisa langsung dibuang ke badan air, karena dapat mencemari air dan mengganggu kesehatan manusia serta keseimbangan ekosistem badan air.

Proses pengolahan air limbah dilakukan melalui 5 tahap antara lain⁵³:

a) Pengolahan awal atau *pretreatment*

Pada tahap pengolahan ini tersuspensi dan minyak dalam aliran air limbah. Perataan dan penyimpanan serta pemisahan minyak.

b) Pengolahan tahap pertama atau *primary treatment*

Pada tahap ini bertujuan yang sama dengan pengolahan awal. Proses ini yaitu pada proses yang berlangsung. Proses yang terjadi pada pengolahan tahap pertama ialah naturalisasi

⁵³ Arif Zulkifli, *Dasar-Dasar Ilmu Lingkungan*, Jakarta Selatan: Salemba Teknika 2014, hlm. 97-98.

penambahan zat kimia dan penggumpalan flotasi sedimentasi serta filtrasi.

c) Pengolahan tahap kedua atau *secondary treatment*

Pengolahan pada tahap ini dirancang untuk menghilangkan zat terlarut dari air limbah yang tidak dapat dihilangkan dengan proses fisik biasa. Peralatan pengolahan yang digunakan pada tahap ini adalah aktivitas anaerobik *tracking filter stabilization*, *rotating biological contactor* serta anaerobik *contactor* dan filter.

d) Pengolahan tahap ke-3 atau *tertiary treatment*

Proses-proses yang terlibat dalam pengolahan air limbah tahap ketiga adalah penggumpalan dan sedimentasi filtrasi adsorpsi karbon pertukaran ion pemisahan Membran serta gravitasi penebalan atau flotasi.

e) Pengolahan lumpur atau *sludge treatment*

Lumpur yang terbentuk adalah hasil ke-4 tahap pengolahan sebelumnya lalu diolah kembali melalui proses *digestion* atau *wet combustion*, *pressure filtration*, *vacuum filtration*, *centrifugation*, *lagooning* atau *drying bed*, *incineration* atau *landfill*.



Gambar 4.1.3 Kolam IPAL TPA Segawe

Standar operasional Instalasi Pengelolaan Air Lindi (IPAL) sesuai data dari TPA Segawe adalah sebagai berikut.

1. Beberapa hal yang harus diperhatikan:

- Air lindi dari sampah dari sampah dialirkan menuju unit pengolahan lindi untuk melindungi kondisi lingkungan di sekitar TPA.
- Unit pengolahan lindi harus dilindungi dari bahan-bahan kimia/ limbah industri, zat air. Bahan Berbahaya dan Beracun (B-3), sampah padat, urugan tanah dan aktivitas yang tidak bertanggung-jawab agar efektivitas pengolahan lindi dapat maksimal.
- Selama pelaksanaan pengolahan sampah di TPA Segawe Kabupaten Tulungagung, semua tenaga kerja yang terlibat dalam pengolahan sampah wajib memperhatikan dan menggunakan kelengkapan keselamatan kerja.

2. Alirkan lindi ke kolam stabilisasi melalui bak kontrol dan alat ukur. Ukur debit lindi. Cek kondisi bak kontrol secara rutin untuk memastikan aliran lindi berjalan sempurna.
3. Pada saat tidak hujan, sebagian lindi dialirkan ke lahan *landfill* dengan menggunakan pompa resirkulasi. Cek secara rutin kondisi pompa dan segera bersihkan setelah digunakan.
4. Alirkan lindi dari kolam stabilisasi menuju kolam kolam fakultatif.
5. Beberapa hal penting yang harus diperhatikan:
 - Cek kondisi kolam stabilisasi dan segera lakukan pengurasan apabila lumpur di dasar kolam sudah cukup tinggi dengan menggunakan pompa lumpur. Masukkan lumpur ke SBD. Pengurasan lumpur dilakukan 3 bulan sekali.
 - Lumpur dari kolam SBD apabila sudah mengering segera dikeluarkan dan dapat dijadikan tanah penutup sampah pada lahan *landfill*.
 - Air yang tersaring dari SBD, dialirkan ke kolam fakultatif.
6. Alirkan lindi yang sudah terolah dari kolam fakultatif menuju kolam maturasi. Cek kondisi ikan-ikan pada kolam maturasi apakah dapat bertahan hidup.
7. Alirkan air dari kolam maturasi menuju *wetland*. Cek tanaman pada kolam *wetland* secara rutin dan lakukan perawatan tanaman

setiap 3 bulan sekali dengan membuang tanaman yang sudah mulai mati.

8. Alirkan air dari *wetland* menuju saluran drainase ke badan air terdekat.

d. Penangkapan Gas Metan

TPA yang menerapkan metode *sanitary landfill* dapat menampung 60% sampah dari kota. Sampah yang ditimbun akan mengalami proses degradasi secara aerob, yaitu dengan oksigen yang cukup. Keuntungan dari penerapan pengolahan dengan kondisi aerob antara lain⁵⁴:

1. Relatif tidak menimbulkan bau.
2. Proses degradasi lebih cepat.
3. Lindi yang dihasilkan lebih ringan.
4. Memungkinkan kondisi eksotermis (reaksi kimia yang mengeluarkan energi berupa kalor mengakibatkan suhu lingkungan meningkat).

⁵⁴ Kepala Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Pemukiman dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah, *Modul Teknologi Berbasis Proses Biologi- Landfill Gas (Modul ke-5 dari 144 modul)*. Bandung: Modul Tidak Diterbitkan, 2018, hlm. 6.



Gambar 4.1.4 Pipa Penangkap Gas Metana

Sanitary landfill menggunakan tanah urug untuk memusnahkan sampah, dengan cara sampah ditimbun lapis per lapis dan setiap periode tertentu ditutup dengan tanah penutup. Akibatnya kondisi aerob tidak bisa bertahan lama dan *landfill* berubah menjadi *landfill* anaerob. Sehingga kondisi anaerob memicu timbulnya biogas, khususnya gas metana (CH_4) dan CO_2 . Gas yang dihasilkan dari *landfill* ini tidak hanya gas metana dan karbon dioksida, namun terdapat gas-gas lainnya dengan presentase yang lebih kecil.

Tabel 4.4 Komposisi Gas *Landfill*

Komponen	Persen (volume kering)
Metan	45 – 60
Karbon dioksida	40 – 60
Nitrogen	2 – 5

Oksigen	0.1 – 1.0
Sulfida, disulfida, merchaptan, dll	0 – 1.0
Amonia	0.– 1.0
Hidrogen	0 – 0.2
Karbon monoksida	0 – 0.2
Unsur-unsur lain	0.01 – 0.6
Karakteristik	Nilai
Temperatur, ° F	100 – 120
Spesifik gravitasi	1.02 – 1.06
Kelembaban	Jenuh (<i>saturated</i>)
Angka pembakaran, Btu / sft ³	500 – 550

Sumber: Tchobanoglous, 1993

Gas metana adalah gas yang bermassa jenis ringan sehingga mudah naik ke atas karena lebih ringan dari udara dan mencari celah untuk terlepas ke udara melalui rongga-rongga pada sampah. Gas dapat dikontrol dengan memasang pipa ventilasi supaya gas dapat keluar ke atmosfer dari timbunan sampah di titik-titik tertentu. Gas metana bersifat mudah terbakar sehingga dapat dimanfaatkan sebagai energi atau gas pembakar pembantu. Gas tersebut dapat dihasilkan secara maksimal apabila timbunan sampah sebesar 200 ton sampah per hari.



Gambar 4.1.5 Pembuktian Gas Metan Mudah Terbakar

Tabel 4.5 Fase Pembentukan Gas

Fase	Kondisi	Waktu
I	Aerobik	7 – 30 hari
II	Anoksik	1 – 6 bulan
III	Anerobik, methanogenesis, gas tidak stabil	3 bulan – 3 tahun
IV	Anerobik, methanogenesis, gas stabil	5 – 50 tahun
V	Anerobik, methanogenesis, gas berkurang	10 – 40 tahun

Sumber: Krakow, 2010

Keberadaan gas yang timbul karena penerapan metode *sanitary landfill* pada TPA adalah sebagai berikut.

- Metana pada konsentrasi 5-15% volume udara mudah terbakar atau meledak (kontributor pemanasan global).
- Keselamatan dan kesehatan operator dan pemilah sampah.

- Metana dan CO₂ memang tidak berbau, akan tetapi ada gas-gas yang menimbulkan bau seperti H₂S, mercaptane dan gas organik lainnya.
- CO₂ dapat meningkatkan kesadahan air dan menjadi penyebab peningkatan mineral pada air tanah serta membentuk asam karbonik dan memperbesar beban untuk pengolahan air lindi.
- Gangguan pada tanaman di lokasi sekitar *landfill* atau sekitarnya karena meningkatkan suhu tanah, mengurangi oksigen pada zona akar dan efek racun (*toxic*) pada fisiologi tanaman.

e. Pengomposan

Salah satu cara untuk dapat mengurangi sampah adalah dengan melakukan daur ulang. Sekitar 80% sampah yang dihasilkan dan dibuang ke TPA adalah sampah organik, sehingga cara daur ulang yang tepat adalah dengan melakukan pengomposan. Hasil pengomposan yang sering disebut dengan pupuk kompos merupakan pupuk yang ramah lingkungan dan dapat menyuburkan tanaman sehingga sangat aman untuk digunakan. Sampah organik yang berasal dari buangan sampah kota mengandung kadar air sebanyak 40-60%, sehingga sangat cocok untuk dijadikan bahan kompos. Umumnya, TPA yang ada di Indonesia menggunakan teknik pengomposan secara *open windrow*. *Open windrow* adalah proses pengomposan secara aerob atau menggunakan bantuan O₂. Konsentrasi kadar O₂ dalam proses pengomposan *open windrow* ini harus dapat mencapai seluruh

bagian dari bahan organik yakni sekitar 50% agar pengomposan berjalan secara maksimal.⁵⁵ Pengomposan sistem *open windrow* adalah pengomposan sampah yang dikomposkan dengan cara ditumpuk memanjang dengan ukuran tertentu. Sistem ini bisa digunakan untuk pengomposan skala sedang sampai skala besar.



Gambar 4.1.6 Proses Pembuatan Kompos TPA Segawe

Pengomposan di TPA Segawe menggunakan aktivator EM4 (dengan bantuan dari *effective microorganism*) bertujuan untuk mempercepat proses pengomposan. Teknik ini menimbulkan bau karena dilakukan secara aerob, oleh karena itu ditambahkan EM4 yang efektif untuk menghilangkan bau selama pengomposan berlangsung. Larutan EM4 berisi mikroorganisme fermentasi yang sangat banyak, ada sekitar 80 genus.⁵⁶ Kondisi fisik kompos dapat dilihat langsung di lokasi pengomposan dan menjadi tanda apakah

⁵⁵ Cecep Dani Sucipto, *Teknologi Pengolahan Daur Ulang Sampah*, Yogyakarta: Gosyen Publishing, 2012, hlm. 45-46.

⁵⁶ *Ibid.*, hlm. 59.

kompos sudah matang atau belum. Kompos yang telah matang memiliki ciri fisik yang meliputi bentuk, bau dan warna kompos matang. Kompos matang berbentuk hancur dan berupa remahan tidak menyerupai wujud sebelum matang, tidak berbau dan berwarna coklat kehitaman.⁵⁷



Gambar 4.1.7 Proses Penghancuran Dedaunan Untuk *Composting*

Secara umum dalam sistem pengomposan *open windrow*, sampah ditumpuk memanjang dengan dimensi lebar dan tinggi tertentu dan panjangnya tergantung dari jumlah sampah dan kapasitas ruang pengomposan. Waktu pengomposan sampah bervariasi antara 5-7 minggu. Akan tetapi, pada perencanaan ini membutuhkan waktu pengomposan selama 28 hari pengayakan dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh ukuran partikel kompos yang diinginkan dan untuk memisahkan bahan-bahan yang belum terkomposkan dengan

⁵⁷ Mochamad Arief Budihardjo, *Studi Potensi Pengomposan Sampah Kota Sebagai Salah Satu Alternatif Pengelolaan Sampah di TPA Dengan Menggunakan Aktivator EM4 (Effective Microorganism)*, t.pn, t.t., hlm. 25.

sempurna serta sebagai tahap akhir pemisahan bahan yang tidak dapat dikomposkan. Lalu kompos yang sudah diayak dapat dikemas ke dalam kantong plastik atau karung, dan siap untuk dipasarkan.⁵⁸ Pupuk kompos tergolong pupuk organik, selain itu kompos juga memiliki banyak fungsi yaitu dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap air dan menahan air serta zat hara lainnya.

f. Uji Percobaan Maggot

Maggot merupakan terobosan baru bagi TPA Segawe Tulungagung dalam mengurangi sampah yakni sampah organik, selain dengan cara pengomposan. Sampah organik yang dibuang ke TPA Segawe dimanfaatkan sebagai salah satu makanan pokok bagi maggot.⁵⁹ Maggot adalah organisme pada fase kedua dari siklus hidup lalat *black soldier*. Budidaya untuk menghasilkan maggot dapat dilakukan dengan mudah dan membutuhkan waktu yang singkat yaitu 2 minggu. Keunggulan maggot sebagai pengganti pakan ikan yaitu mudah dibudidayakan baik dalam kapasitas kecil maupun besar, mengandung nutrisi yang tinggi, mengandung anti mikroba, anti jamur, dan tidak membawa penyakit. *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* termasuk dalam Ordo Diptera, Famili Stratiomyidae. Jenis

⁵⁸ August Sinaga, dkk. *Perencanaan Pengomposan Sebagai Alternatif Pengolahan Sampah Organik (Studi Kasus: TPA Putri Cempo-Mojosongo)*, Semarang, t.pn, t.t, hlm. 19-20.

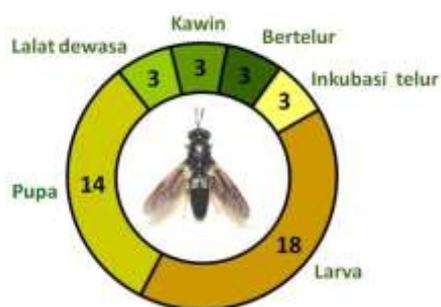
⁵⁹ Rizal Ula Ananta Fauzi dan Eka Resty Novieta Sari, *Analisis Usaha Budidaya Maggot sebagai Alternatif Pakan Lele*, Madiun: Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas PGRI Madiun, 2018, hlm.2-3.

serangga ini dapat ditemui di seluruh dunia yang wilayahnya beriklim tropis dan subtropis pada garis lintang 40°S dan 45°U.



Gambar 4.1.8 Persebaran Maggot di Dunia

Pertumbuhan larva berlangsung selama 14-16 hari, apabila lingkungannya dalam kondisi yang optimal dengan kualitas dan kuantitas makanan yang ideal. Larva merupakan serangga yang memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi, sehingga mampu memperpanjang siklus hidupnya dalam kondisi yang kurang menguntungkan sekalipun.⁶⁰



Gambar 4.1.9 Siklus hidup lalat *black soldier*

⁶⁰ Leanza Mediaproduktion GmbH, *Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF)*, Swiss: Departemen Pengembangan Sanitasi, Air dan Limbah Padat Eawag, 2017, hlm. 6.

Maggot pada saat fase larva akan menjadi fase dimana ia suka makan. Pada tahap perkembangan larva, maggot akan menyimpan cadangan protein dan lemak agar cukup untuk berpupa sampai berubah jadi lalat. Setelah melalui lima fase larva (lima instar), larva tersebut masuk ke fase prapupa. Fase prapupa mengubah struktur mulut larva berbentuk kait dan berwarna coklat tua hingga abu-abu arang. Bentuk mulut seperti kait ini mempermudah untuk keluar dan berpindah dari sumber makanan ke lingkungan baru yang kering dengan tekstur teduh, humus, dan terlindungi dari predator. Pupa berubah menjadi imago dan kemudian terbang. Pupasi adalah proses dimana pupa bertransformasi menjadi lalat. Pupasi dilakukan di tempat yang memiliki kondisi selalu hangat, kering dan teduh dengan memakan waktu sekitar 2-3 minggu. Keluarnya lalat dari dalam pupa merupakan masa berakhirnya pupasi. Setelah keluar, lalat dapat hidup sekitar satu minggu. Dalam masa hidupnya yang singkat, lalat akan mencari pasangan, kawin, dan bertelur (bagi para betina). Saat menjadi lalat, *black soldier fly* tidak makan dan hanya membutuhkan sumber air dan permukaan yang lembab untuk menjaga tubuhnya agar tetap terhidrasi. Lingkungan yang lembab dengan suhu 25-32°C dapat memperpanjang lama hidup lalat sehingga dapat meningkatkan jumlah telur yang diproduksi.⁶¹

⁶¹ Leanza Mediaproduktion GmbH, *Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF)*, Swiss: Departemen Pengembangan Sanitasi, Air dan Limbah Padat Eawag, 2017, hlm. 7-8.



Gambar 4.1.10 Morfologi larva, pupa dan lalat dewasa *black soldier*
(*Hermetia illucens*)

Kondisi lingkungan dan sumber makanan yang optimal bagi larva adalah sebagai berikut:

a. Lingkungan yang teduh

Larva menyukai lingkungan yang teduh dan jauh dari sinar matahari, sehingga jika sumber makanannya terpapar sinar maka larva akan menghindari sinar tersebut dan masuk lebih dalam ke sumber makanan.

b. Iklim hangat

Larva maggot cocok hidup pada suhu sekitar 24-30°C. Suhu ini adalah suhu ideal karena jika terlalu dingin akan menghambat pertumbuhan larva dan jika terlalu panas akan membuat larva mencari tempat yang lebih dingin.

c. Kandungan air dalam makanan

Sumber makanan bagi larva harus memiliki kandungan air antara 60-90% agar dapat dicerna dengan mudah.

d. Kebutuhan nutrisi

Umumnya, makanan bagi larva ini berasal dari sampah organik yang kaya akan protein dan karbohidrat sehingga sangat ideal untuk pertumbuhannya.

e. Ukuran partikel makanan

Bentuk makanan seperti bubur atau cair merupakan bentuk makanan yang cocok untuk larva menyerap nutrisi karena larva tidak memiliki mulut untuk mengunyah.

Sampah organik yang ditampung oleh TPA Segawe berhasil dimanfaatkan sebagai pakan maggot. Namun, penting untuk memastikan apakah semua sampah organik dapat dijadikan sumber makanan bagi maggot atau harus dipilih terlebih dahulu sehingga sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh maggot. Sebagian besar sampah organik harus memiliki kandungan air antara 60-90% dengan ukuran partikel yang mudah dicerna oleh maggot. Apabila kualitas pakan di bawah standar optimal, maka waktu perkembangan larva akan semakin lambat dan berat tubuh akhir akan lebih rendah.⁶²

⁶² Leanza Mediaproduktion GmbH, *Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF)*, Swiss: Departemen Pengembangan Sanitasi, Air dan Limbah Padat Eawag, 2017, hlm. 14.

Tabel 4.6 Tipe sampah organik yang sesuai untuk pengolahan dengan BSF

Sampah Industri	Agro-	Sampah Perkotaan	Pupuk dan Feses
Biji-bijian tumbuhan		Sampah organik rumah tangga	Kotoran hewan seperti unggas, kambing, sapi dan sebagainya
Sampah pengolahan makanan		Sampah makanan dari restoran	Kotoran manusia
Sampah dari rumah potong hewan misalnya unggas, kambing, sapi dan sebagainya		Sampah yang berasal dari pasar	Lumpur tinja

Jika sampah dengan kadar air di atas 80% (sampah dengan tekstur seperti bubur atau hasil blenderan campuran buah), maka sampah ini harus dikurangi kadar airnya dengan cara menambahkan sampah organik lain yang lebih kering. Jika kadar air sampah di bawah 70%, maka perlu menambahkan air. Kadar air ini dapat ditentukan dengan cara meremas segenggam sampah. Jika hanya ada beberapa tetes air yang muncul di sela-sela jari, maka sampah tersebut terlalu kering.⁶³

Tempat budidaya maggot harus dapat menjaga kondisi agar media budidaya tetap lembab dan terlindung dari hujan dan sinar matahari langsung. Media yang berada pada tempat yang minim cahaya, teduh dan lembab diharapkan dapat memberikan dampak

⁶³ Leanza Mediaproduktion GmbH, *Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF)*, Swiss: Departemen Pengembangan Sanitasi, Air dan Limbah Padat Eawag, 2017., hlm. 16.

positif terhadap proses bertelurnya lalat *black soldier* serta perkembangan maggot setelah menetas. Lalat *black soldier* yang berperan sebagai indukan dimasukkan ke dalam tempat media budidaya yang telah dikelilingi kelambu. Proses budidaya maggot dilakukan selama dua minggu.



Gambar 4.1.11 Uji Pengembangan Maggot TPA Segawe

Proses pemanenan maggot dapat dimulai setelah 2 minggu. Maggot perlu dipisahkan dan dibersihkan dari sisa media tumbuhnya. Tahapannya yaitu mencampur media tumbuh dengan air, kemudian maggot diambil menggunakan saringan. Maggot yang didapatkan kemudian ditimbang untuk mengetahui hasil yang didapatkan dalam satu kali budidaya maggot.⁶⁴

g. Pemilahan Sampah

Perilaku masyarakat yang seringkali beranggapan bahwa sampah hanya sebuah hal yang tidak berguna atau tidak memiliki nilai

⁶⁴ Leanza Mediaproduktion GmbH, *Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF)*, Swiss: Departemen Pengembangan Sanitasi, Air dan Limbah Padat Eawag, 2017, hlm. 17-18.

ekonomis menciptakan pola pikir dan budaya “*end of pipe*” atau sampah diperlakukan sebatas dikumpulkan, diangkut dan dibuang. Hal ini yang memicu tingginya timbulan sampah di lokasi TPA dengan waktu yang sangat singkat. Umumnya, TPA yang ada di Indonesia menggunakan metode saniter untuk dapat menghancurkan sampah dengan membutuhkan waktu cukup lama. Oleh karena itu, perilaku masyarakat yang demikian harus diubah pada kebiasaan memilah sampah sejak dari rumah. TPA Segawe terbantu oleh kehadiran para pemilah dalam memilah sampah yang masih layak jual. Hasil dari pemilahan sampah tersebut nantinya akan ditimbang setiap dua minggu sekali dan hasil penjualan menjadi hak milik pemilah.



Gambar 4.1.12 Hasil Sampah Dari Hasil Memilah

Ada banyak cara yang dapat diterapkan oleh masyarakat untuk dapat mengurangi sampah, antara lain:

1. Membuat bank sampah pada setiap desa

Bank sampah adalah tempat pengumpulan sampah yang dapat bernilai ekonomis. Konsep dari bank sampah yaitu masyarakat menjadi nasabah dengan menabung sampah yang layak jual sebagai uang tabungannya. Tabungan ini dapat diuangkan pada jumlah dan waktu tertentu. Cara ini bertujuan untuk mengubah budaya masyarakat supaya tidak membuang sampah ke sungai, selokan dan membakar sampah.⁶⁵

2. Menerapkan pola hidup 6R (reduce, reuse, recycle and replace)

Berikut penjelasan mengenai 6R yang dapat diterapkan oleh masyarakat.

- a) *Reduce* (mengurangi pemakaian), menggunakan tas belanja yang bisa dipakai berulang kali, mengurangi pembelian produk-produk dengan kemasan plastik dan mengganti undangan kertas dengan email atau undangan online.
- b) *Reuse* (pemakaian kembali), berpindah memakai *tumbler* atau peralatan makan sendiri daripada *styrofoam*.
- c) *Recycle* (mendaur ulang), memanfaatkan atau mendaur ulang kembali barang-barang bekas yang tidak terpakai sebagai sesuatu

⁶⁵ Cecep Dani Sucipto, *Teknologi Pengolahan Daur Ulang Sampah*, Yogyakarta: Gosyen Publishing 2012, hlm. 204.

yang berguna. Misalnya membuat taplak meja dari kemasan deterjen.

d) *Repair* (memperbaiki barang yang rusak), misalnya memperbaiki sepatu yang rusak yang masih layak pakai.

e) *Refuse* (menolak membeli/mengonsumsi), menghindari barang-barang dengan kemasan plastik dan lebih memilih bahan yang alami.

f) *Rethink* (memikirkan kembali), berpikir berulang kali untuk membeli sesuatu apakah itu benar-benar diperlukan atau tidak.

3. Membatasi pemakaian kemasan plastik

Pembatasan penggunaan sampah plastik di era sekarang merupakan gaya hidup baru yang membawa perubahan untuk menerapkan perilaku minim sampah dengan membawa *tumbler* sebagai tempat minum, menggunakan sedotan *stainless*, penggunaan tas ramah lingkungan dan mengganti pembalut sekali pakai dengan pembalut kain atau *menstrual cup*.

4. Melakukan gerakan *slow fashion*

Salah satu penyumbang sampah adalah pakaian dan adanya gerakan *slow fashion* bertujuan untuk mencegah tingginya minat konsumsi masyarakat terhadap budaya mode pakaian yang terus berganti setiap waktu.

h. Data Sampah Tahunan TPA Segawe 2014-2019

Truk sampah yang datang ke TPA Segawe akan ditimbang dua kali dengan timbangan yang berada di pintu utama dan dibantu oleh petugas yang ada dalam kantor untuk mencatat berat sampah yang dibawa oleh truk. Penimbangan dilakukan: untuk mengetahui berat sebelum dan sesudah sampah diturunkan ke TPA Segawe. Hasil wawancara peneliti dengan petugas yang bertanggungjawab untuk menulis rekapan sampah antara lain:

1. Rekapan sampah harian
2. Rekapan sampah mingguan
3. Rekapan sampah bulanan
4. Rekapan sampah tahunan

Rekapan sampah yang dilakukan setiap hari bertujuan untuk mengetahui netto sampah dari semua wilayah di Kabupaten Tulungagung. Petugas TPA Segawe juga menuturkan bahwa “kapasitas sampah jarang sekali mengalami penurunan, apalagi ketika ada suatu acara perayaan maka timbulan sampah akan meningkat”. Satu truk sampah dalam satu hari bisa mengangkut 4-5 rit (1 rit \pm dapat mencapai 4,9 ton).

Tabel 4.7 Timbulan Sampah TPA Segawe (Ton)

TAHUN	JAN-APR	MEI-AGT	SEP-DES
2014	8.867,22	7.534,31	6.958,99
2015	8.138,69	7.966,72	8.292,32
2016	9.303,67	7.626,37	10.031,48
2017	10.694,57	10.128,51	11.110,39
2018	11.690,22	10.303,15	11.057,92
2019	12.063,09	9.963,44	11.280,19

Berdasarkan rekapitulasi selama 6 tahun terakhir dapat ditarik kesimpulan jika kapasitas sampah meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang ada di masyarakat, sebagai berikut:

- a. Rendahnya kesadaran dan pendidikan masyarakat, sehingga berimbas pada perlakuan masyarakat yang membuang sampah sembarangan.
- b. Lemahnya peraturan, menjadi penyebab buangan sampah yang semakin besar karena tidak ada kebijakan atau hukum yang tegas.
- c. Jumlah penduduk yang meningkat, merupakan faktor yang begitu berpengaruh akan tingginya kapasitas sampah karena tingkat konsumtif dari penduduk di suatu wilayah.

2. Dampak dan Manfaat Keberadaan TPA Segawe

Keberadaan TPA Segawe tentu membawa sejumlah dampak positif dan negatif bagi pemukiman yang berada di sekitarnya. Dampak dan manfaat dari adanya TPA Segawe tentu meliputi banyak aspek. Salah

satu contohnya adalah penangkapan gas metana dari penerapan metode saniter yang dapat dijadikan alternatif pengganti bahan bakar elpiji. TPA Segawe mengalirkan gas metana ke sisi lerengnya yaitu Desa Suko sebanyak 232 KK dengan jarak pipa gas sekitar 4 km. Mengapa hanya Desa Suko saja yang mendapat gas metana? Karena aroma sampah yang diurug meninggi ini terbawa oleh hembusan angin dan terdampak bagi warga Desa Suko. Sehingga hal ini juga dapat membantu warga dari segi konsumsi bahan bakar pengganti elpiji.⁶⁶

Beberapa dampak dalam berbagai aspek yang timbul akibat pembangunan TPA yang berdekatan dengan pemukiman masyarakat, antara lain⁶⁷:

- Aspek ekonomi, dapat berupa ketersediaan lapangan pekerjaan bagi masyarakat sekitar TPA sebagai pemilah sampah.
- Aspek sosial, dapat berupa konflik antara masyarakat sekitar dengan pihak pengelola akibat sejumlah dampak negatif yang timbul karena adanya pembangunan TPA yang berdekatan dengan pemukiman.
- Aspek kesehatan, meliputi peningkatan debu akibat truk yang berlalu-lalang, timbulnya bau tidak sedap akibat sampah dan menurunnya kualitas air tanah dan air pemukiman akibat lindi

⁶⁶ Hasil wawancara bersama Bapak Saroji selaku pihak pengelola TPA Segawe, pada tanggal 23 Januari 2020, pukul. 09.00 WIB.

⁶⁷ Wahyu Purnaningrat, Muhammad, *Pengelolaan Sampah di Kabupaten Tulungagung Berdasarkan Peraturan Daerah No. 19 Tahun 2010 Tentang Pengelolaan Persampahan dan Perspektif Fiqih Siyashah*. Tulungagung: Skripsi Tidak Diterbitkan, 2019, hlm. 53-54.

apabila pengolahannya tidak tepat.

- Aspek psikologis, dapat berupa ketidaktenangan masyarakat akibat peningkatan kebisingan oleh aktivitas TPA.
- Aspek lingkungan, dapat berupa gangguan fisik tanah yang digunakan sebagai lokasi penimbunan sampah.

B. Hasil Penelitian Tahap 2

Penelitian tahap 2 merupakan tahap pengembangan produk berupa katalog.

1. Desain Awal Produk

Katalog ini terdiri dari halaman sampul, kata pengantar, daftar isi, ayat Al Qur'an, materi, daftar pustaka dan biografi penulis. Berikut penjabaran bagian-bagian pada katalog.

a. Halaman Sampul Cover

Halaman sampul memuat judul katalog, *background* katalog menggunakan objek penelitian, nama penyusun, logo IAIN Tulungagung beserta identitas jurusan dan fakultas penyusun katalog. Tulisan "KATALOG" ditulis dengan menggunakan *font Segoe UI Black, bold*, ukuran huruf 44 pt dan menggunakan huruf kapital. Bagian judul "SISTEM PENGELOLAAN SAMPAH TPA SEGAWA KABUPATEN TULUNGAGUNG" ditulis dengan menggunakan font *Cambria, bold*, ukuran huruf 32 pt dan menggunakan huruf kapital. Bagian nama penyusun ditulis dengan menggunakan *capital each*

word, font *Lucida Sans Unicode*, *bold*, ukuran huruf 18 pt dan menggunakan huruf kapital serta penulisannya diletakkan di pojok kanan atas. Sementara, bagian pojok kiri bawah diletakkan logo kampus dilengkapi dengan identitas jurusan, fakultas dan institut menggunakan font *Calibri (Body)*, ukuran huruf 12 pt dengan warna kuning sehingga terlihat lebih jelas. Lihat pada gambar 4.2.1.



Gambar 4.2.1 Halaman Sampul Katalog

b. Halaman Kata Pengantar

Bagian kata pengantar menggunakan latar belakang putih tanpa *background*. Penulisan “KATA PENGANTAR” menggunakan font *Book Antiqua*, ukuran huruf 35 pt, *uppercase*, warna huruf hitam. Untuk bagian isi kata pengantar menggunakan font *Calibri (Body)*, ukuran huruf 18 pt dan warna huruf hitam. Lihat pada gambar 4.2.2.

KATA PENGANTAR

Segala Puji Bagi Allah SWT, Rabb semesta alam. Shalawat dan salam kami ucapkan kepada junjungan Rasulullah SAW. Atas rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan katalog berjudul "Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe Kabupaten Tulungagung".

Katalog ini disusun sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan di Jurusan Tadris Biologi IAIN Tulungagung. Selain itu, katalog ini bertujuan menambah edukasi para pembaca tentang bagaimana sistem olah sampah yang digunakan pada TPA. Adanya katalog ini diharapkan para pembaca lebih sadar lingkungan terutama sampah.

Gambar 4.2.2 Halaman Kata Pengantar

c. Halaman Daftar Isi

Halaman daftar isi ditulis menggunakan latar belakang putih, *font Book Antiqua*, ukuran huruf 44 pt, *uppercase* dan menggunakan warna hitam. Pada bagian isi menggunakan *font Calibri (Body)*, ukuran huruf 20 pt, *capital each word* dan menggunakan warna hitam. Penulisan angka halaman menggunakan *font Calibri (Body)*, ukuran huruf 44 pt, *bold* dan pada bagian pojok kanan bawah terdapat hiasan berupa garis yang dibuat melalui kolom *insert* kemudian *shapes rectangle*. Halaman kedua pada bagian pojok kiri bawah terdapat hiasan berupa garis yang dibuat melalui kolom *insert* kemudian *shapes rectangle* serta hiasan empat lingkaran berwarna-warni yang dibuat melalui kolom *insert* kemudian *shapes oval*. Lihat pada gambar 4.2.3.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	
Datar Isi	
Ayat Al Qur'an	1
TPA Segawe	2
Sistem Pengelolaan Sampah	9
Composting	11
Uji Biakan Magot	21
<hr style="border: 1px solid black;"/>	
Instalasi Pembuangan Air Lindi (IPAL)	31
Gas Metana	38
Pahlawan TPA Segawe	46
Data Sampah Tahunan TPA Segawe 2014-2019	53
Daftar Pustaka	61
Selaku Penulis	62
<hr style="border: 1px solid black;"/>	



Gambar 4.2.3 Halaman Daftar Isi

d. Halaman Ayat Alquran

Penulisan bagian ayat Al-Qur'an menggunakan *background* warna putih, *font Monotype Corsiva*, *sentence case*, ukuran huruf 20 pt dan menggunakan warna hitam pada bagian isi ayat serta bagian judul menggunakan *font Book Antiqua*, ukuran huruf 36 pt, *uppercase* dan menggunakan warna hitam. Bagian kiri pada tulisan judul ayat Al-Qur'an terdapat hiasan berupa garis yang dibuat melalui kolom *insert* kemudian *shapes rectangle*. Lihat pada gambar 4.2.4.



Gambar 4.2.4 Halaman Ayat Al Qur'an

e. Halaman Materi

Pada halaman materi akan dijabarkan sesuai dengan topik yang tertera pada daftar isi katalog. Berikut penjabaran pada halaman materi:

1. Desain Materi TPA Segawe



Gambar 4.2.5 Halaman Judul TPA Segawe

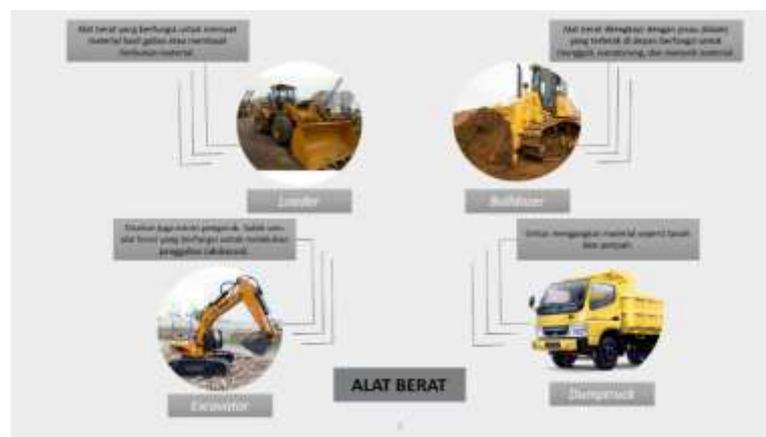
Pada gambar 4.2.5 memuat materi pertama yang berjudul TPA Segawe. Bagian judul menggunakan *background* abu-abu polos, *font Book Antiqua*, ukuran huruf 44 pt, *uppercase* dan huruf

menggunakan pilihan warna hitam. Isi materi menggunakan *background* abu-abu polos, *font Book Antiqua*, ukuran huruf 14 pt dan *sentence case*. Terdapat logo Kabupaten Tulungagung di sebelah kiri atas dengan ukuran 2,58 x 2,21 inci.



Gambar 4.2.6 Halaman *Site Plan* TPA Segawe

Pada gambar 4.2.6 berisi *Site Plan* TPA Segawe. Bagian judul menggunakan *background* abu-abu tua, *font Calibri Light* (*Headings*), ukuran huruf 36 pt, *uppercase* dan huruf menggunakan pilihan warna hitam. Keterangan gambar menggunakan *background* warna putih, *font Calibri* (*Body*), ukuran huruf 11 pt dan *uppercase*. Ukuran gambar 4,76 x 6,18 inci.



Gambar 4.2.7 Halaman Alat Berat

Pada gambar 4.2.7 berisi alat berat TPA Segawe. Bagian judul diletakkan di bawah menggunakan *background* abu-abu tua, *font Calibri Light (Headings)*, ukuran huruf 24 pt, *uppercase* dan huruf menggunakan pilihan warna hitam. Terdapat empat gambar alat berat yang berbentuk lingkaran dengan ukuran masing-masing 2,13 x 2,13 inchi dilengkapi dengan hiasan garis yang dibentuk untuk mempercantik tampilan. Pemilihan *background* polos atau tanpa gambar bertujuan untuk membuat kesan simpel dan tidak mengurangi isi yang ingin disampaikan. Bagian nama alat-alat berat dibuat dengan *shapes rectangle, font Calibri (Body)*, ukuran 18 pt dengan gaya penulisan *Italic*. Bagian penjelasan alat berat ditulis dengan *font Calibri (Body)*, ukuran 18 pt dan warna huruf hitam.

2. Desain Materi Sistem Pengelolaan Sampah



Gambar 4.2.8 Halaman Sistem Pengelolaan Sampah

Pada gambar 4.2.8 berisi materi sistem pengelolaan sampah. *Background* menggunakan objek penelitian dan pada bagian judul diletakkan di atas ditulis dengan *font Book Antiqua*, ukuran huruf 36 pt, *uppercase* dan huruf menggunakan pilihan warna kuning. Bagian isi materi dibuat dengan *shapes rectangle*, *font Calibri (Body)*, ukuran 24 pt dengan *sentence case* dan *transparency 59%*.



Gambar 4.2.9 Halaman Truk Sampah

Pada gambar 4.2.9 berisi gambar truk sampah. *Background* menggunakan warna abu-abu kehitaman, bagian keterangan gambar ditulis dengan *font Calibri Light (Headings)*, ukuran huruf 22 pt, *sentence case* dan warna hitam.

3. Desain Materi *Composting*



Gambar 4.2.10 Halaman *Composting*

Pada gambar 4.2.10 berisi materi composting. *Background* menggunakan warna coklat muda, bagian judul ditulis dengan *uppercase*, *font Book Antiqua* dan ukuran huruf 44 pt. Sedangkan, bagian isi materi menggunakan *font Calibri (Body)* dengan ukuran 16 pt.



Gambar 4.2.11 Halaman Proses Pengomposan

Pada gambar 4.2.11 berisi gambar proses pengomposan. *Background* menggunakan warna coklat muda, pada bagian keterangan ditulis dengan *font Calibri (Body)* dengan ukuran huruf 18 pt.

4. Desain Materi Uji Biakan Maggot



Gambar 4.2.12 Halaman Uji Biakan Maggot

Pada gambar 4.2.12 berisi gambar uji biakan maggot. *Background* menggunakan warna hijau, pada bagian judul ditulis dengan *font Book Antiqua* dengan ukuran huruf 32 pt.



Gambar 4.2.15 Halaman Materi IPAL

Pada gambar 4.2.15 berisi materi IPAL TPA Segawe. *Background* menggunakan objek penelitian dan pada bagian judul diletakkan di atas ditulis dengan *font Book Antiqua*, ukuran huruf 40 pt, dan huruf menggunakan pilihan warna hitam. Bagian isi materi dibuat dengan *shapes rectangle*, *font Calibri (Body)*, ukuran 18 pt dan di *bold* dengan *sentence case* dan *transparency 20%*.

6. Desain Materi Gas Metana



Gambar 4.2.16 Halaman Gas Metana TPA Segawe

Pada gambar 4.2.16 berisi materi *Site Plan* TPA Segawe. *Background* menggunakan warna ungu, bagian judul ditulis dengan *uppercase*, *font Book Antiqua* dan ukuran huruf 28 pt. Sedangkan, bagian isi materi menggunakan *font Calibri (Body)* dengan ukuran 16 pt.



Gambar 4.2.17 Halaman Gas Metana

Pada gambar 4.2.17 berisi materi gas metana TPA Segawe. *Background* menggunakan objek penelitian dan pada bagian isi materi dibuat dengan *shapes rectangle*, *font Calibri (Body)*, ukuran 24 pt dan di *bold* dengan *sentence case* dan *transparency 20%*.

7. Desain Materi Pahlawan TPA Segawe



Gambar 4.2.18 Halaman Pahlawan TPA Segawe

Pada gambar 4.2.18 berisi materi pahlawan TPA Segawe. *Background* menggunakan warna hijau, bagian judul ditulis dengan *uppercase*, font *Book Antiqua* dan ukuran huruf 24 pt. Sedangkan, bagian isi materi menggunakan font *Calibri (Body)* dengan ukuran 18 pt.



Gambar 4.2.19 Halaman Kegiatan Penimbangan Sampah

Pada gambar 4.2.19 berisi gambar kegiatan penimbangan sampah. *Background* menggunakan warna hijau, pada bagian keterangan ditulis dengan font *Book Antiqua* dengan ukuran huruf 18 pt.

8. Desain Materi Data Sampah Tahunan TPA Segawe 2014-2019



Gambar 4.2.20 Halaman Data Sampah TPA Segawe

Pada gambar 4.2.20 berisi materi data sampah TPA Segawe. *Background* menggunakan warna hijau, bagian judul ditulis dengan *sentence case*, *font Book Antiqua* dan ukuran huruf 28 pt. Sedangkan, bagian isi materi menggunakan *font Calibri (Body)* dengan ukuran 16 pt.

The image shows two tables side-by-side, titled 'Rekapian Sampah 2014' and 'Rekapian Sampah 2015'. Both tables are titled 'DATA REKAPAN TUMBUHAN SAMPAH TAHUN 2014' and 'DATA REKAPAN TUMBUHAN SAMPAH TAHUN 2015' respectively. Each table has four columns: 'NO', 'BULAN', 'Jumlah Tumbuhan Sampah per Ton', and 'KETERANGAN'. The tables list months from January to December with corresponding numerical values. The total for 2014 is 21,240,000 and for 2015 is 24,870,000.

Rekapian Sampah 2014			
DATA REKAPAN TUMBUHAN SAMPAH TAHUN 2014			
NO	BULAN	Jumlah Tumbuhan Sampah per Ton	KETERANGAN
1	JANUARI	1.750.000	
2	FEBRUARI	1.750.000	
3	MARCH	1.750.000	
4	APRIL	1.750.000	
5	MAY	1.750.000	
6	JUNE	1.750.000	
7	JULY	1.750.000	
8	AUGUST	1.750.000	
9	SEPTEMBER	1.750.000	
10	OCTOBER	1.750.000	
11	NOVEMBER	1.750.000	
12	DECEMBER	1.750.000	
JUMLAH		21.240.000	

Rekapian Sampah 2015			
DATA REKAPAN TUMBUHAN SAMPAH TAHUN 2015			
NO	BULAN	Jumlah Tumbuhan Sampah per Ton	KETERANGAN
1	JANUARI	2.070.000	
2	FEBRUARI	2.070.000	
3	MARCH	2.070.000	
4	APRIL	2.070.000	
5	MAY	2.070.000	
6	JUNE	2.070.000	
7	JULY	2.070.000	
8	AUGUST	2.070.000	
9	SEPTEMBER	2.070.000	
10	OCTOBER	2.070.000	
11	NOVEMBER	2.070.000	
12	DECEMBER	2.070.000	
JUMLAH		24.870.000	

Gambar 4.2.21 Tabel Data Tahunan Sampah TPA Segawe

Pada gambar 4.2.21 berisi tabel data tahunan sampah TPA Segawe. *Background* menggunakan warna hijau, bagian keterangan ditulis dengan *sentence case*, *font Calibri (Body)* dan ukuran huruf 18 pt.

C. Halaman Daftar Pustaka

Penulisan judul “DAFTAR PUSTAKA” menggunakan *background* warna putih, *font Book Antiqua*, *uppercase*, ukuran huruf 44 pt dan menggunakan warna hitam. Bagian isi daftar pustaka penulisan menggunakan *font Calibri (Body)*, *sentence case*, ukuran huruf 12 pt dan menggunakan warna hitam. Terdapat hiasan berupa empat lingkaran yang dibuat melalui

berwarna-warni yang dibuat melalui kolom *insert* kemudian *shapes oval*.

Lihat pada gambar 4.2.22.



Gambar 4.2.22 Halaman Daftar Pustaka

D. Halaman Sampul Belakang

Pada bagian sampul terdapat biografi penulis dengan judul “SELISIK PENULIS” dengan menggunakan *background* warna putih, *font Book Antiqua, uppercase*, ukuran huruf 24 pt dan menggunakan warna hitam. Penulisan pada bagian isi biografi menggunakan *font Calibri (Body)*, ukuran huruf 16 pt, *sentence case*, dan menggunakan warna hitam dan terdapat foto penulis pada sebelah kiri biografi. Lihat pada gambar 4.2.23.



Gambar 4.2.23 Halaman Biografi Penulis

2. Hasil Validasi Ahli

Hasil validasi pada katalog ini dilakukan oleh para ahli. Terkait dengan desain dari katalog atau media dilakukan oleh ahli media dan untuk isi materi dari katalog divalidasi oleh ahli materi. Berikut penjabaran dari hasil validasi yang telah dilakukan oleh para ahli.

a. Hasil Validasi Ahli Media

Uji kelayakan desain katalog atau media dilakukan oleh ahli media yaitu Muhammad Iqbal Filayani, M. Si. selaku dosen Tadris Biologi IAIN Tulungagung. Uji kelayakan ahli media menggunakan angket skala *likert* dengan alternatif pilihan sangat kurang (skor 1), kurang (skor 2), baik (skor 3), dan sangat baik (skor 4). Hasil penilaian dapat dilihat pada lampiran 4. Berikut analisis data penilaian oleh ahli media yang disajikan pada tabel 4.8, tabel 4.10, dan tabel 4.11.

Tabel 4.8 Instrumen Hasil Validasi Katalog Oleh Ahli Media

NO.	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan			
		SK	K	B	SB
1.	Kesesuaian ukuran katalog dengan standar ISO				√
2.	Kesesuaian ukuran dengan materi isi				√
3.	Penampilan Unsur Tata Letak pada Sampul Muka dan Belakang Secara Harmonis Memiliki Irama dan Kesatuan Serta Konsistensi				√
4.	Menampilkan Pusat Pandang				√
5.	Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi				
6.	Ukuran Huruf Judul Lebih Dominan dan Proporsional Dibandingkan Nama Pengarang				√
7.	Warna Judul Katalog Kontras dengan Warna Latar Belakang				√
8.	Tidak Menggunakan Terlalu Banyak Kombinasi Jenis Huruf				√
9.	Menggambarkan Isi/Materi Ajar dan Mengungkapkan Karakter Objek			√	
10.	Penempatan Unsur Tata Letak Konsisten Berdasarkan Pola				√
11.	Bidang Cetak dan Marjin Proporsional			√	
12.	Marjin Dua Halaman yang Berdampingan Proporsional			√	
13.	Penempatan Hiasan/Illustrasi Sebagai Latar Belakang tidak Mengganggu Judul, Teks, Angka Halaman			√	
14.	Penggunaan Variasi Huruf (<i>bold</i> , <i>italic</i> , <i>all capital</i> , <i>small capital</i>) tidak berlebihan			√	
15.	Kreatif dan Dinamis				√
Jumlah Skor		55			

Tabel 4.9 Kriteria Uji Kelayakan Katalog

No.	Skor	Kriteria Validitas
1.	85,01 – 100,00%	Sangat Valid
2.	70,01 – 85,00%	Cukup Valid
3.	50,00 – 70,00%	Kurang Valid
4.	01,00 – 50,00%	Tidak Valid

Tabel 4.10 Hasil Uji Kelayakan Katalog oleh Ahli Media

Aspek Penilaian	Frekuensi Absolut	Frekuensi Hasil	Presentase
Isi Materi	60	55	$\frac{55}{60} \times 100\% = 91,6\%$
Jumlah	60	55	91,6%

Berdasarkan tabel 4.10 dapat dilihat bahwa hasil uji kelayakan katalog oleh ahli media diketahui skor tertinggi adalah 100% dan skor terendah adalah 25%. Total penilaian maksimal oleh ahli media adalah 60 poin dan penilaian minimal sebesar 10 poin. Sementara, hasil validasi dari ahli media terhadap katalog adalah 55 poin dengan presentase 91,6%. Perolehan presentase sebesar 91,6% apabila dilihat pada tabel 4.9 maka dinyatakan sangat valid. Namun, pada lembar penilaian yang terlampir pada lampiran 6 ada beberapa saran untuk perbaikan di bagian daftar pustaka. Berikut saran perbaikan dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Saran Perbaikan Katalog Oleh Ahli Media

Bagian yang Salah	Jenis Kesalahan	Saran untuk Perbaikan
Daftar Pustaka penulisan salah		Tolong lihat panduan skripsi IAIN TA, atau konsul ke dosen pembimbing

b. Hasil Validasi Ahli Materi

Uji kelayakan materi dari katalog dilakukan oleh ahli materi yaitu Desi Kartikasari, M. Si. selaku dosen Tadris Biologi IAIN Tulungagung. Uji kelayakan ahli materi menggunakan angket skala

likert dengan alternatif pilihan sangat kurang (skor 1), kurang (skor 2), baik (skor 3), dan sangat baik (skor 4). Hasil penilaian dapat dilihat pada lampiran 3. Berikut analisis data penilaian oleh ahli materi yang disajikan pada tabel 4.12 dan tabel 4.13.

Tabel 4.12 Instrumen Hasil Validasi Katalog Oleh Ahli Materi

1. ASPEK KELAYAKAN ISI

NO.	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan			
		SK	K	B	SB
1.	Keakuratan konsep dan definisi			√	
2.	Keakuratan Fakta dan Data				√
3.	Keakuratan Gambar			√	
4.	Keakuratan Istilah			√	

2. ASPEK KELAYAKAN MATERI

NO.	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan			
		SK	K	B	SB
1.	Tata Bahasa			√	
2.	Ketepatan Nama Ilmiah			√	
3.	Ketepatan Ayat Al Qur'an			√	
4.	Ketepatan Penjelasan Materi			√	
5.	Keruntutan Isi Materi			√	

3. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

NO.	Butir penilaian	Alternatif pilihan			
		SK	K	B	SB
1.	Keruntutan Konsep			√	

Tabel 4.13 Hasil Uji Kelayakan Katalog oleh Ahli Materi

Aspek Penilaian	Frekuensi Absolut	Frekuensi Hasil	Presentase
Isi Materi	40	31	$\frac{31}{40} \times 100\% = 77,5\%$
Jumlah	40	31	77,5%

Berdasarkan tabel 4.13 dapat dilihat bahwa hasil uji kelayakan katalog oleh ahli materi diketahui skor tertinggi adalah 100% dan skor terendah adalah 25%. Total penilaian maksimal oleh ahli media adalah 40 poin dan penilaian minimal sebesar 10 poin. Sementara, hasil validasi dari ahli materi terhadap katalog adalah 31 poin dengan presentase 77,5%. Perolehan presentase sebesar 77,5% apabila dilihat pada tabel 4.9 maka dinyatakan cukup valid. Namun, pada lembar penilaian yang terlampir pada lampiran 7 ada beberapa saran untuk perbaikan di bagian daftar pustaka. Berikut saran perbaikan dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Saran Perbaikan Katalog Oleh Ahli Materi

Bagian yang Salah	Jenis Kesalahan	Saran untuk Perbaikan
Isi materi		Komentar secara umum: Secara umum katalog sistem pengelolaan sampah di TPA Segawe bagus, hanya terdapat beberapa kekurangan seperti: pada bagian cover awal, penulisan tidak jelas karena warnanya gelap dengan <i>background</i> gambar, pada literatur TPA Segawe tulisan sumber rujukan yang didapat dan huruf Kabupaten dibuat besar sesuaikan, gambar <i>composting</i> kurang menarik, dan secara umum berikan daftar rujukan disetiap materi

		<p>yang dituliskan, seperti <i>sanitary landfill</i> dll, warna jangan gelap sehingga antara <i>background</i> dan tulisan bisa kontras. Uraikan secara detail proses sampah masuk hingga sampai pengelolaan sampah, kalau ada gambarkan lokasi sel 1 sel 2 dll. Tonjolkan proses pengelolaan sampah dari pemilah, composting, maggot, lindi, gas metan dll. Diakhir berikan solusi kiat-kiat mengurangi sampah secara lengkap seperti 6R dll sertai dengan gambar dll.</p>
--	--	---

c. Hasil Uji Kelayakan dan Keterbacaan Katalog Oleh Responden yang diambil 3 Responden dari Mahasiswa

Uji kelayakan dan keterbacaan produk yang berupa katalog dilakukan oleh responden atau sasaran pengguna katalog adalah mahasiswa Tadris Biologi IAIN Tulungagung. Penilaian katalog meliputi aspek tampilan, aspek penyajian materi, dan aspek manfaat. Berikut penjabaran hasil validasi oleh responden.

a. Responden Pertama

Responden pertama oleh Wiwit Aprianti merupakan salah satu mahasiswa Tadris Biologi IAIN Tulungagung semester VI yang telah menempuh mata kuliah AMDAL dan Teknik

Pengelolaan Lingkungan. Berikut analisis data penilaian dari responden yang disajikan dalam tabel 4.15 dan tabel 4.16.

Tabel. 4.15 Instrumen Hasil Uji Kelayakan dan Keterbacaan Katalog oleh Responden Pertama

ASPEK KOMPONEN DESAIN, BAHASA DAN GAMBAR					
No	Pernyataan	SB	B	K	SK
1.	Pemilihan jenis huruf (<i>font</i>) pada katalog ini mudah dibaca		3		
2.	Pemilihan warna huruf pada katalog ini mudah dibaca		3		
3.	Gambar yang disajikan jelas atau tidak buram		3		
4.	Terdapat keterangan pada setiap gambar.		3		
5.	Gambar yang disajikan menarik.		3		
6.	Gambar yang disajikan sesuai dengan materi.	4			
ASPEK PENYAJIAN MATERI					
No	Pernyataan	SB	B	K	SK
7.	Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe menyajikan materi yang mampu mendorong saya untuk berdiskusi dengan teman-teman yang lain.	4			
8.	Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe ini berkaitan dengan materi mata kuliah AMDAL dan Teknologi Pengelolaan Lingkungan	4			
9.	Materi AMDAL dan Teknologi Pengelolaan Lingkungan mudah dipahami dengan menggunakan Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe		3		
10.	Kalimat yang digunakan dalam Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe ini mudah dipahami dan dimengerti.	4			
11.	Materi yang disajikan dalam Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe sudah runtut.	4			
ASPEK KEMANFAATAN SUMBER BELAJAR					
No	Pernyataan	SB	B	K	SK
12.	Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe ini dengan mudah dipahami secara keseluruhan.		3		
13.	Bahan ajar berbentuk katalog menarik minat belajar.	4			
14.	Menggunakan katalog ini menumbuhkan motivasi untuk mempelajari materi Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe.	4			
15.	Katalog ini layak untuk dibaca oleh masyarakat umum.	4			
Jumlah Skor		53			

Tabel 4.16 Hasil Uji Kelayakan Katalog oleh Responden Pertama

Aspek Penilaian	Frekuensi Absolut	Frekuensi Hasil	Presentase
Isi Materi	60	53	$\frac{53}{60} \times 100\% = 88,3\%$
Jumlah	60	53	88,3%

Berdasarkan tabel 4.15 dapat dilihat bahwa hasil uji kelayakan katalog oleh responden diketahui skor tertinggi adalah 100% dan skor terendah adalah 25%. Total penilaian maksimal oleh responden adalah 60 poin dan penilaian minimal sebesar 10 poin. Sementara, hasil validasi dari responden terhadap katalog adalah 53 poin dengan presentase 88,3%. Perolehan presentase sebesar 88,3% apabila dilihat pada tabel 4.9 maka dinyatakan cukup valid. Namun, ada beberapa saran dari responden pertama. Berikut saran dari responden “Katalog mudah dipahami, namun harus ada sedikit perbaikan di bagian warna *background* karena terlalu tajam dan perlu adanya variasi tata letak gambar.” Dengan keterangan layak digunakan dengan sedikit revisi.

b. Responden Kedua

Responden kedua oleh Fenina Indriani merupakan salah satu mahasiswa Tadris Biologi IAIN Tulungagung semester VI yang telah menempuh mata kuliah AMDAL dan Teknik Pengelolaan

Lingkungan. Berikut analisis data penilaian dari responden yang disajikan dalam tabel 4.17 dan tabel 4.18.

Tabel. 4.17 Instrumen Hasil Uji Kelayakan dan Keterbacaan Katalog oleh Responden Kedua

ASPEK KOMPONEN DESAIN, BAHASA DAN GAMBAR					
No	Pernyataan	SB	B	K	SK
1.	Pemilihan jenis huruf (<i>font</i>) pada katalog ini mudah dibaca	4			
2.	Pemilihan warna huruf pada katalog ini mudah dibaca	4			
3.	Gambar yang disajikan jelas atau tidak buram	4			
4.	Terdapat keterangan pada setiap gambar.	4			
5.	Gambar yang disajikan menarik.	4			
6.	Gambar yang disajikan sesuai dengan materi.	4			
ASPEK PENYAJIAN MATERI					
No	Pernyataan	SB	B	K	SK
7.	Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe menyajikan materi yang mampu mendorong saya untuk berdiskusi dengan teman-teman yang lain.	4			
8.	Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe ini berkaitan dengan materi mata kuliah AMDAL dan Teknologi Pengelolaan Lingkungan	4			
9.	Materi AMDAL dan Teknologi Pengelolaan Lingkungan mudah dipahami dengan menggunakan Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe		3		
10.	Kalimat yang digunakan dalam Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe ini mudah dipahami dan dimengerti.	4			
11.	Materi yang disajikan dalam Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe sudah runtut.	4			
ASPEK KEMANFAATAN SUMBER BELAJAR					
No	Pernyataan	SB	B	K	SK
12.	Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe ini dengan mudah dipahami secara keseluruhan.	4			
13.	Bahan ajar berbentuk katalog menarik minat belajar.	4			
14.	Menggunakan katalog ini menumbuhkan motivasi untuk mempelajari materi Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe.	4			
15.	Katalog ini layak untuk dibaca oleh masyarakat umum.	4			
Jumlah Skor		59			

Tabel 4.18 Hasil Uji Kelayakan Katalog oleh Responden Kedua

Aspek Penilaian	Frekuensi Absolut	Frekuensi Hasil	Presentase
Isi Materi	60	59	$\frac{59}{60} \times 100\% = 98,3\%$
Jumlah	60	59	98,3%

Berdasarkan tabel 4.17 dapat dilihat bahwa hasil uji kelayakan katalog oleh responden diketahui skor tertinggi adalah 100% dan skor terendah adalah 25%. Total penilaian maksimal oleh responden adalah 60 poin dan penilaian minimal sebesar 10 poin. Sementara, hasil validasi dari responden terhadap katalog adalah 59 poin dengan presentase 98,3%. Perolehan presentase sebesar 98,3% apabila dilihat pada tabel 4.9 maka dinyatakan sangat valid.

c. Responden Ketiga

Responden ketiga oleh Melati Zakiyatul Khusna merupakan salah satu mahasiswa Tadris Biologi IAIN Tulungagung semester VI yang telah menempul mata kuliah AMDAL dan Teknik Pengelolaan Lingkungan. Berikut analisis data penilaian dari responden yang disajikan dalam tabel 4.19 dan tabel 4.20.

Tabel. 4.19 Instrumen Hasil Uji Kelayakan dan Keterbacaan Katalog oleh Responden Ketiga

ASPEK KOMPONEN DESAIN, BAHASA DAN GAMBAR					
No	Pernyataan	SB	B	K	SK
1.	Pemilihan jenis huruf (<i>font</i>) pada katalog ini mudah dibaca	4			
2.	Pemilihan warna huruf pada katalog ini mudah dibaca		3		
3.	Gambar yang disajikan jelas atau tidak buram		3		
4.	Terdapat keterangan pada setiap gambar.		3		
5.	Gambar yang disajikan menarik.	4			
6.	Gambar yang disajikan sesuai dengan materi.	4			
ASPEK PENYAJIAN MATERI					
No	Pernyataan	SB	B	K	SK
7.	Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe menyajikan materi yang mampu mendorong saya untuk berdiskusi dengan teman-teman yang lain.	4			
8.	Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe ini berkaitan dengan materi mata kuliah AMDAL dan Teknologi Pengelolaan Lingkungan	4			
9.	Materi AMDAL dan Teknologi Pengelolaan Lingkungan mudah dipahami dengan menggunakan Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe		3		
10.	Kalimat yang digunakan dalam Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe ini mudah dipahami dan dimengerti.	4			
11.	Materi yang disajikan dalam Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe sudah runtut.		3		
ASPEK KEMANFAATAN SUMBER BELAJAR					
No	Pernyataan	SB	B	K	SK
12.	Katalog Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe ini dengan mudah dipahami secara keseluruhan.		3		
13.	Bahan ajar berbentuk katalog menarik minat belajar.	4			
14.	Menggunakan katalog ini menumbuhkan motivasi untuk mempelajari materi Sistem Pengelolaan Sampah TPA Segawe.	4			
15.	Katalog ini layak untuk dibaca oleh masyarakat umum.	4			
Jumlah Skor		54			

Tabel 4.20 Hasil Uji Kelayakan Katalog oleh Responden Ketiga

Aspek Penilaian	Frekuensi Absolut	Frekuensi Hasil	Presentase
Isi Materi	60	54	$\frac{54}{60} \times 100\% = 90\%$
Jumlah	60	54	90%

Berdasarkan tabel 4.19 dapat dilihat bahwa hasil uji kelayakan katalog oleh responden diketahui skor tertinggi adalah 100% dan skor terendah adalah 25%. Total penilaian maksimal oleh responden adalah 60 poin dan penilaian minimal sebesar 10 poin. Sementara, hasil validasi dari responden terhadap katalog adalah 54 poin dengan presentase 90%. Perolehan presentase sebesar 90% apabila dilihat pada tabel 4.9 maka dinyatakan sangat valid.

3. Kelayakan Media Bahan Ajar Katalog

Hasil validasi dari para ahli dapat diketahui bahwa penilaian dari ahli materi sebesar 77,5% dan ahli media adalah sebesar 91,6%. Sementara rata-rata dari seluruh uji kelayakan dan keterbacaan dari responden adalah 92,2%. Maka dari hasil validasi tersebut, media bahan ajar berupa katalog ini dinyatakan sangat valid untuk dijadikan media bahan ajar pada pembelajaran Biologi.

4. Revisi Desain Produk

Hasil uji kelayakan yang dilakukan oleh para ahli merupakan langkah awal untuk perbaikan katalog dari bagian desain maupun isi materi. Berikut hasil perbaikan katalog.

a. Halaman Sampul/*Cover*

Memperjelas pada bagian judul katalog agar lebih mudah untuk dibaca dan tulisan “KATALOG” dijadikan satu dengan judul supaya terlihat lebih rapi. Berikut perbedaan antara sebelum dan sesudah revisi.



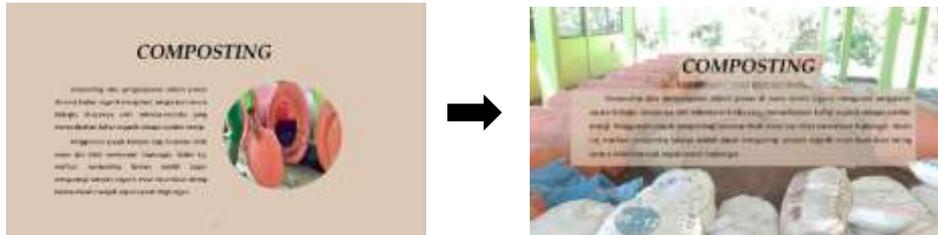
Gambar 4.2.24 Halaman Sampul Sebelum dan Sesudah Revisi

b. Halaman Materi

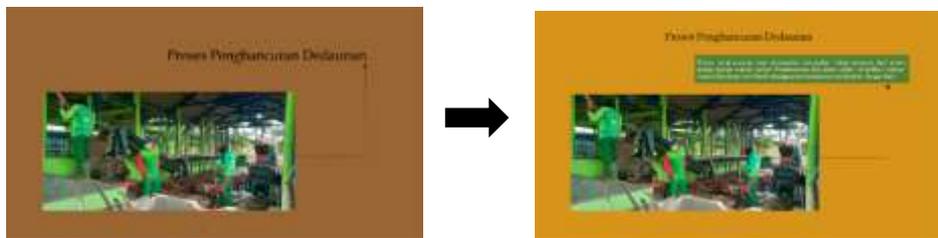
Pada bagian materi mengubah beberapa *background* supaya lebih mudah dibaca dan menarik minat pembaca. Sebagian diganti dengan *background* objek penelitian dan sisanya menggunakan warna sedikit lebih cerah agar keterangan pada halaman dapat terbaca serta menambahkan keterangan pada materi yang belum ada

penjelasannya sesuai dengan saran dari salah satu responden.

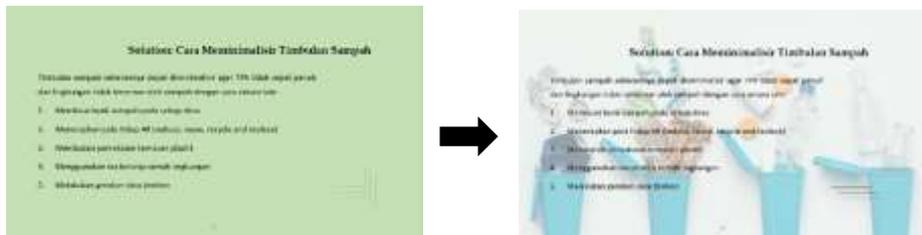
Berikut perbedaan antara sebelum dan sesudah revisi.



Gambar 4.2.25 Halaman Materi *Composting* Sebelum dan Sesudah Revisi



Gambar 4.2.26 Halaman Proses Penghancuran Dedaunan Sebelum dan Sesudah Revisi



Gambar 4.2.27 Halaman Meminimalisir Sampah Sebelum dan Sesudah Revisi

c. Halaman Daftar Pustaka

Pada bagian daftar pustaka ada sedikit perubahan penulisan yang tidak sesuai dengan pedoman kampus. Berikut perbedaan antara sebelum dan sesudah revisi.



Gambar 4.2.28 Halaman Sampul Sebelum dan Sesudah Revisi

d. Halaman Sampul Belakang

Penambahan sampul belakang pada katalog sebagai sinopsis dari isi katalog agar pembaca dapat mengetahui hal apakah yang dibahas di dalamnya. Berikut hasil revisi pada halaman sampul belakang.



Gambar 4.2.29 Halaman Sampul Belakang Sebelum dan Sesudah Revisi