

PROBLEM SOLVING KHAJAR PENGOLAHAN LIMBAH ORGANIK TAHUN 2021



Guru Pembimbing :

Gustina Anugerahwati Soekarno, S.Si

Disusun oleh :

Adhia Raidah Kusdiyanti 0058390508

Annisa Aulia Zahra 0053409181

Riedy Sekar Ninrum 0042892848

JATENG.03.00048

SMA NEGERI 7 SURAKARTA

JAWA TENGAH



UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyelesaian soal problem solving ini, tim kami mendapat banyak bantuan, bimbingan serta petunjuk dari berbagai pihak. Oleh karena itu, tidak lupa tim kami mengucapkan terima kasih kepada semua yang telah dengan sukarela memberikan dukungan penuh, doa, kesempatan, bantuan pemikiran, tenaga dan fasilitas sehingga penelitian berjalan sebagaimana mestinya. Pada kesempatan ini kami menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT dengan segala rahmat serta karunia-Nya yang memberikan kekuatan bagi kami dalam menyelesaikan soal ini.
2. Kepada Bapak Kepala Sekolah Drs. Yusmar Setyabudi , M.M., M.Pd., selaku kepala sekolah SMAN 7 Surakarta, kami ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak karena telah memberikan dukungan penuhnya kepada tim kami.
3. Kepada Ibu Gustina Anugerahwati Soekarno, S.Si, selaku pembimbing utama tim kami dan yang telah memberikan dukungan, saran, serta pengarahan pada makalah kami.
4. Kepada Ibu Dr. Sawitri, S.Pd., M.Pd., selaku pembimbing tim kami dan guru SMAN 7 Surakarta yang sudah membantu merevisi makalah kami.
5. Kepada Bapak Parlan, S.Pd dan Bapak Swastiko Yuwhono, S.Pd., selaku guru SMAN 7 Surakarta atas petunjuk, nasihat dan keterlibatan langsung dalam dokumentasi kepada tim kami.
6. Kepada Ibu Warsinita, S.E., S.Kom., Aniek Windrayani, S.Pd., Triandari Setyaningrum, S.Pd., M.Pd., selaku guru SMAN 7 Surakarta yang telah memberikan bantuan dan dukungan penuhnya pada tim kami.
7. Seluruh bapak dan ibu guru SMA Negeri 7 Surakarta yang secara tidak langsung terlibat dalam pemrosesan makalah ini.
8. Kepada seluruh pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan bantuannya dalam bentuk apapun.

A. Identifikasi Masalah dan Riset

1. Sebutkan masalah yang dihadapi oleh Indonesia pada cerita di atas!

Jawab:

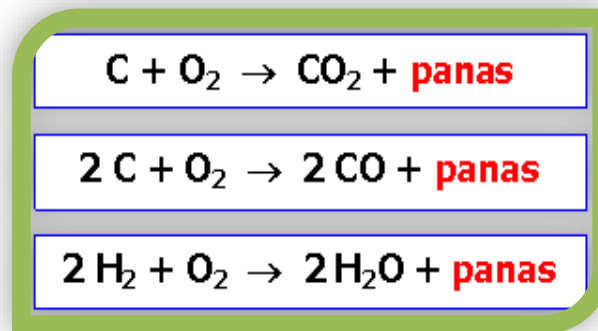
Setelah membaca cerita di atas, dapat kami simpulkan bahwa Indonesia saat ini sedang menghadapi masalah limbah pangan yang begitu memprihatinkan. Berikut masalah yang dihadapi oleh Indonesia :

- a. Limbah makanan yang terbuang (*food loss and waste*) di Indonesia selama tahun 2000-2019 mencapai 23-48 juta ton per tahun atau setara 115-184 kilogram per tahun. Hal ini menunjukkan masih sangat rendah edukasi masyarakat tentang *food loss and waste*.
 - b. Limbah makanan di Indonesia yang tidak diolah ini menimbulkan dampak buruk seperti penyakit, polusi, masalah ekonomi, dan krisis pangan.
 - c. Pada sektor ekonomi, dampak negatif bagi Indonesia dari *food loss and waste* mencapai 213 triliun - 551 triliun per tahun pada 2000-2019, juga berdampak besar terhadap ekonomi, yaitu berupa kehilangan produk domestik bruto (PDB) Indonesia sebesar 4%-5%.
 - d. Kurangnya kesadaran masyarakat terhadap sampah menyebabkan dampak buruk di berbagai sektor.
2. Sebutkan unsur yang dihasilkan oleh sampah organik yang reaktif ketika berikatan dalam proses pembakaran dalam pembangkit listrik!

Jawab:

Berdasarkan teks yang telah kami baca dan cermati ditambah beberapa sumber lain yang berupa penelitian pada jurnal, kami menyimpulkan bahwa unsur yang dihasilkan oleh sampah organik yang reaktif ketika berikatan dalam proses pembakaran dalam pembangkit listrik adalah **Karbon (C)**, **Sulfur**, dan **Hidrogen (H)**, yang masing-masing diubah menjadi Karbon dioksida (CO₂), uap air (H₂O), dan sulfurdioksida (SO₂).

Berikut reaksi pembakarannya:



Pada proses pembakaran terjadi reaksi paling penting yaitu reaksi kimia eksotermis. Dalam beberapa sumber yang telah kami baca, menyatakan bahwa proses pembakaran yang digunakan untuk pengolahan limbah disebut *Insinerasi*. Di perkotaan insinerasi limbah padat biasanya disertai dengan recovery energi (*waste to energy*) dalam bentuk uap dan pembangkit listrik.

Gas yang dihasilkan atau dibutuhkan adalah gas metana (CH₄) sebagai sumber bahan bakar diesel ataupun untuk memanaskan uap sebagai penggerak turbin sehingga dapat menghasilkan tenaga listrik. Proses pembentukan gas metana ini terjadi dari unsur C pada sampah dengan unsur H yang didapat dari H₂O sehingga membentuk persenyawaan baru berupa gas metana itu sendiri. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra yang membahas tentang rancang bangun dan pengujian alat produksi gas metana dari sampah organik dengan variasi bahan sampah basah kebun, sampah kulit bawang, dan sampah kering kebun.

3. Cari tahu tiga alternatif solusi pengolahan sampah organik yang ramah lingkungan. Jelaskan dengan alur kerja/prosedur dari masing-masing teknik pengolahan yang kalian rekomendasikan, dan apa hasil akhirnya!

Jawab:

Menurut riset yang telah kami baca dari beberapa jurnal nasional, kami sepakat untuk mengambil tiga alternatif solusi dalam mengatasi masalah limbah organik yang sangat memprihatinkan di Indonesia. Tiga alternatif solusi pengolahan sampah organik ramah lingkungan yang kami pilih untuk mengatasinya dengan cara memisahkan sampah-sampah tersebut kemudian mengolahnya menjadi barang yang bermanfaat. Berikut uraian dari masing masing solusi yang kami pilih:

a. 3 In 1 Limbah Organik

Sampah organik dapat diolah menjadi pupuk cair, pupuk kompos, dan gas sebagai solusi mengurangi limbah makanan yang menumpuk sehingga akan menekan timbulnya berbagai penyakit. Adapun peralatan dan bahan yang digunakan untuk mengolah sampah tersebut adalah sebagai berikut:

1) Alat :

- a) Tangki penampung (volume 250 liter)
- b) Jerigen
- c) Ban mobil bagian dalam
- d) Selang
- e) Cutter / pisau
- f) Klep pengaman
- g) Gergaji
- h) Ember
- i) Kompor
- j) Sput
- k) Penggaris
- l) Gelas Ukur

- m) Pipet
- n) Kabel Olor
- o) Ph Meter
- p) Solder
- q) Pipa paralon besar dan kecil
- r) Sambungan pipa T
- s) Bor listrik
- t) Kran (Klep pengaman)

2) Bahan :

- a) Perekat (lem, solasi)
- b) Limbah organik
- c) Kotoran hewan
- d) Bakteri EM4 Plus
- e) Larutan gula aren
- f) Air

3) Prosedur Kerja

a) Pembuatan *Prototype*:

- (1) Menyiapkan tangki penampung kemudian memasukkan jerigen yang telah dilubangi ke dalam tangki dan sambungkan dengan kran tempat pupuk organik cair (POC) keluar.
- (2) Pada lubang bagian atas, sambungkan dengan pipa yang telah diberi klep pengaman untuk mengalirkan gas metana yang terbentuk, hubungkan dengan ban yang telah disiapkan dan juga kompor menggunakan selang.

b) Cara Kerja:

- (1) Pertama buatlah bakteri EM4 Plus dari 1,55 liter larutan gula aren yang telah dimasak dan didiamkan selama 3 jam.
- (2) Mencampurkan 10 ml bakteri EM4 pada 1,55 liter larutan gula aren. Setelah itu didiamkan selama 6 jam.

- (3) Kemudian mengencerkan larutan bakteri EM4 dengan air dengan perbandingan 1:10 sebelum dituangkan ke sampah. Setelah dituangkan ke sampah campur bakteri dengan sampah hingga rata.
- (4) Setelah dipastikan alat terpasang semua, masukkan sampah organik ke tangki, mulai dari limbah sayuran, buah, nasi, kemudian dicampur dengan kotoran sapi dan terakhir tambahkan dengan bakteri EM4 Plus yang telah diencerkan, lalu ditutup dengan rapat.
- (5) Setelah lima hari, pupuk kompos dan pupuk cair telah terbentuk dan bisa langsung diaplikasikan pada tanaman.

c) Hasil

Setelah membuat *prototype* tersebut kita akan mendapatkan sebuah alat 3 in 1 yang terdiri dari alat penghasil kompos, penghasil gas metana (CH₄) sebagai pengganti tabung gas, dan penghasil pupuk cair. Pupuk organik yang kami buat sama seperti limbah padat organik yang banyak mengandung unsur hara (N, P, K) dan bahan organik lainnya.

Hal ini sangat efisien dan bermanfaat dalam mengatasi sampah organik / limbah makanan. Apalagi di era pandemi seperti sekarang ini kita tidak bisa bepergian dengan leluasa, maka kita bisa memaksimalkan sampah makanan di sekitar untuk dimanfaatkan, seperti dijadikan pupuk kompos dan pupuk cair.

b. Lotion Teh

Dalam bidang kecantikan, kita dapat memanfaatkan bekas kantong teh celup seperti teh merah dan teh hijau. Kandungan dalam teh kaya akan bahan-bahan organik yang sangat bermanfaat bagi kulit. Hal ini juga telah dikaji oleh beberapa dokter maupun dituliskan di jurnal-jurnal. Manfaat teh sendiri antara lain adalah sebagai antioksidan, memperbaiki sel-sel rusak, menghaluskan kulit, melangsingkan tubuh, mencegah kanker, mencegah penyakit jantung, mengurangi kolesterol dalam darah, dan melancarkan sirkulasi darah. Meskipun hanya limbah,

bekas kantong teh juga memiliki banyak manfaat sehingga sangat disayangkan jika dibuang. Dengan pengolahan yang tepat bekas kantong teh bisa digunakan kembali antara lain, untuk membuat kulit terlihat lebih muda, menghilangkan kantong mata, mencegah penuaan dini, mengatasi jerawat, sebagai toner, merangsang pertumbuhan rambut, dan membantu proses pengelupasan kulit.

Berikut alat dan bahan yang kami butuhkan:

1) Alat:

- a) Cangkir
- b) Blender
- c) Sendok
- d) Botol

2) Bahan:

- a) Minyak (zaitun atau kelapa)
- b) Air teh
- c) *Beeswax*
- d) *Shea butter*
- e) *Essential oil*

3) Prosedur Kerja:

- a) Pertama membuat ekstrak teh, dengan cara memblender teh lalu merebus di air dan kemudian disaring.
- b) Setelah itu campurkan ekstrak teh dengan beeswax dan shea butter dalam panci yang dipanaskan.
- c) Aduk perlahan hingga semua tercampur rata.
- d) Tambahkan *essential oil*.
- e) Setelah dingin, tuangkan ke gelas kaca.
- f) Masukkan kedalam botol steril, lotion sudah siap dipakai.

4) Hasil

Lotion teh yang kita buat adalah salah satu produk kecantikan yang ramah lingkungan dengan banyak manfaat. Selain mengurangi limbah, kita juga mendapatkan produk yang lebih alami, dalam artian tidak banyak mengandung bahan kimia.

c. *Two Coco*

Pengolahan kembali limbah sabut kelapa menjadi sesuatu yang lebih bernilai dan bermanfaat, contohnya pot sabut kelapa (*cocopot*) dan serbuk sabut kelapa (*cocopeat*) yang dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti media tanam tanah.

Berikut alat dan bahan yang kami butuhkan:

1) **Alat dan Bahan:**

a) *Cocopot* :

- (1) Sabut kelapa yang sudah kering
- (2) Tali ijuk
- (3) Pisau
- (4) Gunting
- (5) Bor

b) *Cocopeat*:

- (1) Sabut kelapa
- (2) Ayakan
- (3) Alat press

2) **Proses Pembuatan:**

a) *Cocopot*:

- (1) Ambil sabut kelapa dengan menguliti kulit kelapa yang sudah kering.

- (2) Lebarkan/belah sabut kelapa menjadi 4 bagian dan potong $\frac{1}{4}$ bagian atasnya.
- (3) Bor bagian bawah dan atas lalu kaitkan tali ijuk pada setiap belahan agar menyatu.
- (4) Setelah ikatan dalam terbentuk, silang ikatan bagian luar pada setiap belahan.

b) *Cocopeat*:

- (1) Ambil sabut kelapa kering dan berasal dari buah kelapa yang sudah tua.
- (2) Parut sabut kelapa bagian dalam yang berwarna coklat kekuningan sehingga menghasilkan serbuk sabut kelapa.
- (3) Jemur serbuk yang dihasilkan sampai kadar air di bawah 15%.
- (4) Ayak serbuk tadi sehingga dihasilkan serbuk bertekstur sangat halus.
- (5) Setelah selesai di ayak, masukkan cocopeat yang dihasilkan kedalam cocopot.
- (6) *Cocopeat* yang dihasilkan bisa juga dipres berbentuk balok, papan, atau cakram. (Veranika dan Fauzie, 2020)
- (7) Jika ingin digunakan, sebaiknya tambahkan larutan nutrisi dan suplemen yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman, contohnya pupuk campuran.

3) Hasil

Cocopot dan *cocopeat* adalah salah satu media tanam dari hasil olahan limbah kelapa. *Cocopot* adalah sebuah pot dari olahan sabut kelapa yang digunakan sebagai pengganti pot plastik yang mengandung nutrisi berupa unsur kalium sebesar 10,25%

Sedangkan *cocopeat* digunakan sebagai alternatif media tanam tanah yang ramah lingkungan sekaligus lebih tahan dari serangan hama. Cocopeat sendiri memiliki kandungan kalium (K) dan fosfor (P) yang tinggi, selain

itu juga mengandung unsur nitrogen (N), kalsium (Ca), magnesium (Mg), boron (B), klorin (Cl), tembaga (Cu), besi (Fe), mangan (Mn), molibdenum (Mo) dan seng (Zn). Tidak hanya itu, cocopeat juga dilengkapi kemampuan menyerap air dengan mudah dan menyimpan air dengan kapasitas cukup banyak. *Cocopeat* memiliki pori-pori yang memudahkan akar untuk bertukar udara, dan masuknya sinar matahari. Kandungan *Trichoderma* molds-nya, sejenis enzim dari jamur dan bakteri baik, dapat mengurangi bakteri yang tidak baik dalam tanah.

Dengan seperti ini, cocopeat dapat menjaga tanah agar tetap gembur dan subur untuk media tanaman. Namun karena *cocopeat* tidak mengandung unsur hara, maka saat akan digunakan perlu ditambahkan larutan nutrisi. *Cocopeat* juga kurang cocok untuk menanam tanaman dengan akar yang tidak menyukai kondisi basah seperti tanaman kol atau brokoli. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Veranika & Fauzie, yang membahas tentang pembuatan dan perancangan alat pengurai sabut kelapa secara manual.

B. Ide dan Rencana

1. Dari ketiga alternatif solusi yang sudah diketahui, pilihlah satu solusi yang menurut kalian adalah yang paling baik. Jelaskan alasan mengapa memilih solusi tersebut dengan cara membuat perbandingan, dilihat berbagai aspek, dengan dua solusi lainnya.

Jawab:

Setelah memahami krisis sampah di Indonesia yang sangat memprihatinkan, kami berniat membantu mencari solusi untuk menanggulangi hal tersebut serta memberi edukasi masyarakat tentang *food waste awareness*.

Setelah berdiskusi dan mempertimbangkan beberapa aspek berdasarkan hasil riset dari artikel dan jurnal, maka kami memutuskan untuk memilih solusi pertama yaitu 3 in

1 limbah organik, hal tersebut dengan mempertimbangkan beberapa kelebihan dan kekurangan tiap solusi. Berikut tabel kelebihan dan kekurangan masing-masing solusi.

Produk	Kelebihan	Kekurangan
Lotion teh	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dalam segi kesehatan teh sangat bermanfaat untuk menyamarkan bekas luka di kulit 2. Dari segi lingkungan, solusi ini dapat mengurangi limbah teh yang biasanya hanya dibuang 3. Dari segi pembuatan lotion kita dapat membuat sendiri dengan bahan alami yang sederhana dan ramah lingkungan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Masih terdapat ampas teh yang diekstrak (limbah tidak benar-benar menghilang) 2. Dari segi ketahanan belum dapat dipastikan kedaluwarsa (karena dari bahan organik tanpa pengawet) 3. Baunya tidak benar-benar menyengat seperti body lotion pada umumnya 4. Dalam aspek ekonomi, pemasarannya masih kurang karena masyarakat lebih memilih membeli lotion buatan pabrik
<i>Two Coco</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dari aspek lingkungan cocopot dan cocopeat ramah lingkungan, tahan lama, mudah didapat, dan mudah dibuat 2. Sirkulasi udara pada tanaman berjalan dengan baik sehingga perkembangan tanaman juga lancar 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak bisa bersentuhan dengan tanah/hujan karena akan rusak 2. <i>Cocopeat</i> mempunyai tingkat porositas tinggi sehingga kekuatan akar tanaman menjadi

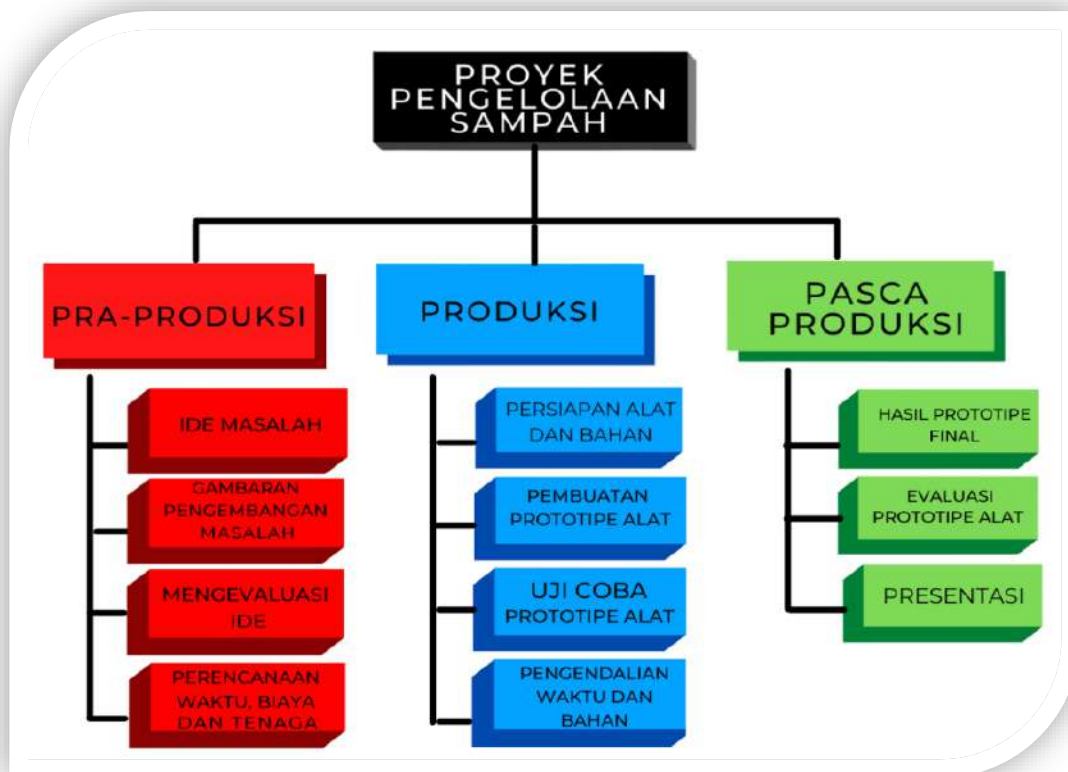
	<ol style="list-style-type: none"> 3. Mampu mempertahankan suhu dan menghemat air 4. Bisa diaplikasikan pada lahan sempit 5. Dari segi ekonomi dan kehidupan dapat membantu meningkatkan nilai jual sabut kelapa 6. Dari aspek kesehatan, cocopeat mengandung unsur hara kalium dan fosfor yang tinggi sehingga dapat menggantikan pupuk kimia 	<p>berkurang</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Kandungan klor (Cl) pada <i>cocopeat</i> tinggi sehingga akan membentuk senyawa asam klorida ketika berikatan dengan air 4. Memerlukan tambahan nutrisi jika ingin digunakan 5. Kurang cocok untuk akar tanaman yang tidak suka basah
--	--	---

<p>3 in 1 Limbah Organik</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dilihat dari segi lingkungan, metode ini sangat bermanfaat guna mengurangi limbah makanan yang saat ini sangat menumpuk, karena hampir semua limbah makanan dapat diolah dengan metode ini 2. Dalam aspek ekonomi, alat menghasilkan pupuk kompos, pupuk cair, dan gas metana yang lebih ramah lingkungan sebagai pengganti tabung gas dan menghemat SDA 3. Dari segi kesehatan, kita dapat mengurangi pencemaran tanah akibat pupuk kimia dengan pupuk kompos dan pupuk cair organik 4. Dilihat dari segi teknologi, solusi ini menggunakan metode yang lebih efisien sehingga menghasilkan 3 hasil dalam 1 alat dan menggunakan bahan sederhana yang mudah didapat 5. 3 in 1 pupuk organik juga mengatasi pencemaran gas CO₂ dan gas metana (CH₄) yang merusak lingkungan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Masih diperlukan tambahan bakteri pengurai untuk mempercepat fermentasi 2. Belum banyak disosialisasikan ke masyarakat dan penggunaannya masih dalam skala pribadi
------------------------------	--	--

Jadi kami memutuskan untuk memilih solusi pertama yaitu 3 in 1 limbah organik karena melihat dari beberapa aspek *prototype* ini memiliki banyak keunggulan. Selain menggunakan bahan dan alat yang mudah dijangkau, *prototype* ini dapat menghasilkan tiga produk ramah lingkungan yang bermanfaat serta dapat mengurangi limbah organik yang cukup banyak.

Dari pernyataan diatas, dapat kami simpulkan bahwa kita dapat menciptakan produk yang memiliki efisiensi tinggi hanya dengan memanfaatkan dan mengelola sampah di lingkungan sekitar sehingga masyarakat tidak lagi membuang sampah sembarangan yang dapat menimbulkan dampak negatif.

2. Sekarang saatnya kalian membantu untuk membangun / membuat solusi yang dipilih. Susunlah rancangan proyek pembuatan solusi yang kalian pilih, dengan cara menguraikan pekerjaan menjadi tugas-tugas yang lebih kecil. Gunakan metode *WBS (Work Breakdown Structure)* untuk membantu kalian membuat rencana kerja proyek dari proses persiapan, produksi proyek sampai pasca produksi proyek.



Proyek 3 in 1 adalah sebuah alat yang diusung dari masalah limbah organik yang saat ini merupakan permasalahan yang sangat besar di Indonesia. Keputusan untuk memilih solusi ini juga dikarenakan penggunaan metode dan alat yang sederhana dan mudah didapat. Selain itu juga memiliki tingkat efisiensi yang tinggi serta lebih banyak memanfaatkan limbah organik yang mudah terdegradasi sehingga mengurangi penumpukan sampah.

a. Pra Produksi

Setelah kami berdiskusi menentukan solusi yang tepat untuk mengatasi masalah limbah organik, kami sepakat untuk memilih memanfaatkan sampah organik terutama sampah organik dapur untuk diolah menjadi pupuk kompos, pupuk organik cair, dan gas metana (CH₄) untuk memasak.

Dengan waktu 7-9 hari pupuk organik cair sudah terbentuk dan bisa langsung digunakan, pupuk kompos juga sudah terbentuk tetapi masih basah dan wujudnya kasar, sedangkan gas metana baru sedikit terbentuk. Hal ini disebabkan karena proses pembentukan gas metana membutuhkan waktu selama kurang lebih satu bulan.

No	Kegiatan	Hari ke-						
		1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14
1.	Pra Produksi							
2.	Produksi							
	a. Persiapan alat dan bahan							
	b. Pembuatan <i>prototype</i>							

	c. Uji coba							
3.	Pasca Produksi							
	a. Evaluasi							

Berikut Rancangan Anggaran Belanja (RAB) kelompok kami dalam pembuatan alat pengolah sampah organik :

Keterangan	Satuan	Harga/satuan	Jumlah	Total Biaya
Pembelian Bahan				
Praktikum :				
Kotoran Sapi	33,3 kg	Rp. 3.000,00	Rp. 100.000,00	
Larutan Bakteri EM4 Plus	3 liter	Rp. 30.000,00	Rp. 90.000,00	
Sampah		0	0	
Total biaya pembelian bahan				Rp. 190.000,00
Pembelian Material				
Alat :				
Jerigen	1 pcs	Rp. 20.000,00	Rp. 20.000,00	
Tandon Herong 250 st	1 pcs	Rp. 350.000,00	Rp. 350.000,00	
Tandon Tutup 3/4'	3 pcs	Rp. 13.000,00	Rp. 39.000,00	
Tandon Tutup 1'	1 pcs	Rp. 15.000,00	Rp. 15.000,00	
C pth 3'	3 pcs	Rp. 72.000,00	Rp. 216.000,00	
AW 1/2'	5 pcs	Rp. 22.000,00	Rp. 110.000,00	

Sok drat luar 1/2 x3/4	7 pcs	Rp. 5.000,00	Rp. 35.000,00	
Sok Drat luar 1'	1 pcs	Rp. 6.000,00	Rp. 6.000,00	
Sok Drat dalam 1/2'	2 pcs	Rp. 4.000,00	Rp. 8.000,00	
Knee 3'	8 pcs	Rp. 13.000,00	Rp. 104.000,00	
Knee 1'	2 pcs	Rp. 6.000,00	Rp. 12.000,00	
Knee 1/2'	16 pcs	Rp. 3.500,00	Rp. 56.000,00	
Kran 1/2' (soligen)	2 pcs	Rp. 27.000,00	Rp. 54.000,00	
Viplas	4 pcs	Rp. 8.000,00	Rp. 32.000,00	
Dop 1/2'	1 pcs	Rp. 2.000,00	Rp. 2.000,00	
Dop 3'	4 pcs	Rp. 10.000,00	Rp. 40.000,00	
Plug Drat 3/4'	2 pcs	Rp. 3.500,00	Rp. 7.000,00	
Mata Bor Bk 2mm	1 pcs	Rp. 6.000,00	Rp. 6.000,00	
Steker Gepeng Broco	2 pcs	Rp. 10.000,00	Rp. 20.000,00	
T 1/2'	4 pcs	Rp. 2.750,00	Rp. 11.000,00	
Total biaya pembelian alat				Rp. 1.143.000,00
Total biaya keseluruhan				Rp. 1.333.000,00

b. Produksi

1) Menyiapkan Alat dan Bahan

Pada tahap ini kami mempersiapkan alat dan bahan sesuai dengan perencanaan pada tahap pra produksi. Pertama kami pergi ke toko bangunan untuk membeli peralatan yang kami gunakan.

Berikut alat yang diperlukan;

- a) Pipa paralon $\frac{3}{4}$ inchi 2 buah
- b) Tangki penampung 250 liter.
- c) Ban dalam truk
- d) Sambungan pipa T

- e) Jerigen
- f) Ember
- g) Klep pengaman 3
- h) Selang
- i) Perekat (lem dan isolasi)
- j) Gergaji
- k) Penggaris
- l) Cutter
- m) Spidol
- n) Bor listrik
- o) Kabel olor



Selanjutnya kami pergi ke toko pertanian untuk membeli bahan-bahan yang diperlukan, seperti berikut ;

- a) Larutan EM4 Plus
- b) Kotoran hewan



Terakhir, kami pergi ke Pasar Legi untuk mengumpulkan limbah organik seperti sayuran-sayuran dan limbah rumah tangga lainnya.



2) Membuat Rancangan *Prototype*

Pada hari ke 3 dan 4 dibuat skema rancangan sistem dengan model dan standar ukuran yang sesuai dengan alat yang akan dikerjakan nantinya. Pembuatan *prototype* ini bertujuan untuk memudahkan dalam perancangan suatu alat.

3) Membuat Alat Sesuai Rancangan

Setelah *prototype* selesai dibuat, kami membuat alat sesuai dengan langkah kerja sebagai berikut:

a) Pembuatan *Prototype*

- (1) Menyiapkan tangki penampung kemudian memasukkan jerigen yang telah dilubangi ke dalam tangki dan sambungkan dengan kran tempat pupuk organik cair (POC) keluar.
- (2) Pada lubang bagian atas, sambungkan dengan pipa yang telah diberi klep pengaman untuk mengalirkan gas metana yang terbentuk, hubungkan dengan ban yang telah disiapkan dan juga kompor menggunakan selang

b) Cara Kerja:

- (1) Pertama buatlah bakteri EM4 Plus dari 1,55 liter larutan gula aren yang telah dimasak dan didiamkan selama 3 jam.
- (2) Mencampurkan 10 ml bakteri EM4 Plus pada 1,55 liter larutan gula aren. Setelah itu didiamkan selama 6 jam.

- (3) Kemudian mengencerkan larutan bakteri EM4 Plus dengan air dengan perbandingan 1:10 sebelum dituangkan ke sampah. Setelah dituangkan ke sampah, campur bakteri dengan sampah hingga rata.
- (4) Setelah dipastikan alat terpasang semua, masukkan sampah organik ke tangki, mulai dari limbah sayuran, buah, nasi, kemudian dicampur dengan kotoran sapi dan terakhir tambahkan dengan bakteri EM4 Plus yang telah diencerkan, lalu ditutup dengan rapat.
- (5) Setelah lima hari, pupuk kompos dan pupuk cair telah terbentuk dan langsung bisa diaplikasikan pada tanaman.

4) Melakukan Uji Coba Hasil

Hari ke 7 dan 8 kami melakukan uji coba untuk pertama kalinya. Gas yang dihasilkan masih sangat sedikit dan belum bisa digunakan sebagai alternatif bahan bakar untuk memasak. Pupuk cair yang dihasilkan setelah difermentasikan tiga hari mempunyai pH 6,0. Standar kualitas pH yang ditentukan menurut Peraturan Menteri Pertanian No. 70 tahun 2011 yaitu antara 4 sampai 9. Sementara pH optimum untuk proses pembuatan pupuk organik cair berkisar antara 6,5 s.d 7,5. pH pada awal proses fermentasi akan mengalami penurunan karena sejumlah mikroorganisme yang terlibat dalam pengomposan mengubah bahan organik menjadi asam organik.

Pada proses selanjutnya, mikroorganisme dari jenis yang lain akan akan mengkonversi asam organik yang telah terbentuk sehingga bahan memiliki pH yang tinggi dan mendekati netral. pH pupuk yang sudah matang akan mendekati netral. Semakin lama waktu fermentasi bukan berarti nilai pH akan semakin bertambah karena proses fermentasi yang berhubungan langsung dengan mikroorganisme. Hal ini berhubungan dengan total asam yang dihasilkan oleh mikroba.

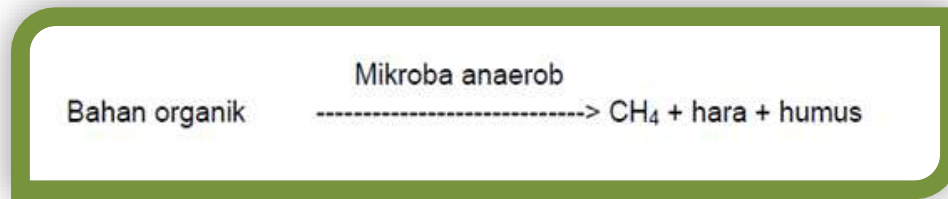
Semakin lama fermentasi, maka mikroba semakin banyak memanfaatkan karbohidrat untuk proses metabolisme, sehingga kemampuan mikroba untuk menghasilkan asam laktat semakin meningkat. Peningkatan asam laktat dapat diukur dengan penurunan pH.

Setelah difermentasikan enam hari, pupuk cair yang dihasilkan mempunyai pH 6,5. Pupuk cair ini sudah bisa diaplikasikan ke tanaman lalu pada proses fermentasi selama 8 hari, ban yang digunakan sudah setengah menggelembung. Ban tersebut membutuhkan waktu sekitar satu bulan agar benar-benar menggelembung secara penuh dan dapat digunakan, sementara untuk kompos sudah bisa digunakan dengan mengambil bagian paling atas tangki namun kami belum bisa mengambilnya karena gas yang terkumpul baru sedikit.



5) Melakukan Proses Fermentasi *Anaerob*

Pembuatan pupuk organik dilakukan secara anaerob. Secara umum tahapan pengomposan dibagi menjadi tiga fase, pertama dekomposisi bahan organik yang mudah terurai, menghasilkan panas yang tinggi dan berlangsung singkat. Kemudian fase penguraian bahan organik yang sulit terurai. Kedua fase tersebut menghasilkan kompos segar. Fase ketiga berupa pematangan kompos menjadi ikatan kompleks lempung-humus yang hasilnya berupa kompos matang. Cirinya tidak berbau, warna kehitaman, mengandung hara dan memiliki kemampuan mengikat air.



Dalam jurnal yang kami baca, pengolahan limbah menjadi pupuk organik cair membutuhkan bantuan mikroorganisme dan bakteri EM4 Plus untuk mempercepat proses fermentasi. Bakteri EM4 Plus terbuat dari larutan gula aren yang telah didiamkan selama 3 jam kemudian dicampur bakteri EM4. Setelah itu didiamkan selama 6 jam dan sebelum diaplikasikan ke tanaman, larutan bakteri EM4 Plus harus diencerkan dengan air dengan perbandingan 1:10.

Dalam pengolahan sampah organik menjadi biogas yang menghasilkan gas metana (CH₄) terjadi secara anaerob. Pada proses anaerob reaksi berlangsung secara bertahap. Pertama, beberapa jenis bakteri fakultatif akan menguraikan bahan organik menjadi asam lemak. Kemudian kelompok mikroba lain akan mengubah asam lemak menjadi amoniak, metan, karbondioksida dan hidrogen. Panas yang dihasilkan dalam proses anaerobik lebih rendah dibanding aerobik. Beberapa bakteri *anaerob* antara lain sebagai berikut ;

- a) Kelompok bakteri fermentatif, yaitu *Streptococcus*, *Bacteriodes*, dan beberapa jenis *Enterobacteriaceae*
- b) Kelompok bakteri asetogenik, yaitu *Desulfovibrio*
- c) Kelompok bakteri penghasil gas metana, yaitu *Mathanobacterium*, *Mathanobacillus*, *Methanosacaria*, dan *Methanococcus*

c. Pasca Produksi

Setelah didiamkan selama ± satu minggu maka sudah terbentuk pupuk organik cair dan pupuk kompos yang siap pakai. Selain itu gas metana (CH₄) telah terbentuk walaupun masih dengan skala kecil. Pupuk cair dan padat tersebut bisa kita aplikasikan

langsung ke tanaman karena kandungan nutrisinya baik untuk tanaman. Kandungan dalam pupuk organik cair tersebut berupa nitrogen, kalium, dan fosfor.

Sedangkan untuk gas metana (CH_4) baru menghasilkan gas dengan skala kecil sehingga belum bisa untuk menyalakan kompor, karena untuk membentuk gas metana (CH_4) membutuhkan waktu fermentasi lebih lama lagi, kurang lebih satu bulan.

Demikianlah paparan rancangan solusi mengenai metode untuk mengatasi limbah sampah organik di Indonesia dan menciptakan alat sederhana yang dapat membantu perekonomian Indonesia.

C. Soal Hitungan

Sampah makanan selama tahun 2019 di Kota Jaya Abadi dapat mencapai 3 ton. Hal ini dikarenakan banyak makanan bisa menjadi limbah bahkan sebelum sampai ke tangan konsumen. Penyebabnya, selain makanan tersebut dapat rusak di perjalanan dapat pula karena bahan pangan gagal. Sampah makanan merupakan jenis sampah organik yang dapat kita manfaatkan karena kayanya unsur karbon dan hidrogen.

Selain itu juga sebagai penyusun utama senyawa organik yang terkandung dalam sampah tersebut di samping unsur lainnya.

Jika pertumbuhan sampah makanan di Kota Jaya Abadi adalah 1% setiap tahunnya, berapa total sampah makanan di Kota Jaya Abadi dari tahun 2019 hingga tahun 2023?

- Diketahui :
 - Berat tahun 2019 = 3 ton
 - Pertumbuhan setiap tahun (rasio) = 1 % = 0,01

- Pertanyaan :

Berapa total sampah makanan di Kota Jaya Abadi dari tahun 2019 hingga 2023?

Jawab

Untuk dapat menyelesaikan permasalahan diatas kita dapat menggunakan rumus geometri yang telah kita pelajari (sumber : rumah belajar)

$$S_n = \frac{a(r^n - 1)}{(r - 1)}, r > 1$$

$$S_5 = \frac{3000(1,01^5 - 1)}{1,01 - 1}$$

$$S_5 = \frac{3000(1,0510101 - 1)}{1,01 - 1}$$

$$S_5 = \frac{3000(0,0510101)}{0,01}$$

$$S_5 = \frac{3000(0,0510101)}{0,01}$$

$$S_5 = \frac{153,0303}{0,01}$$

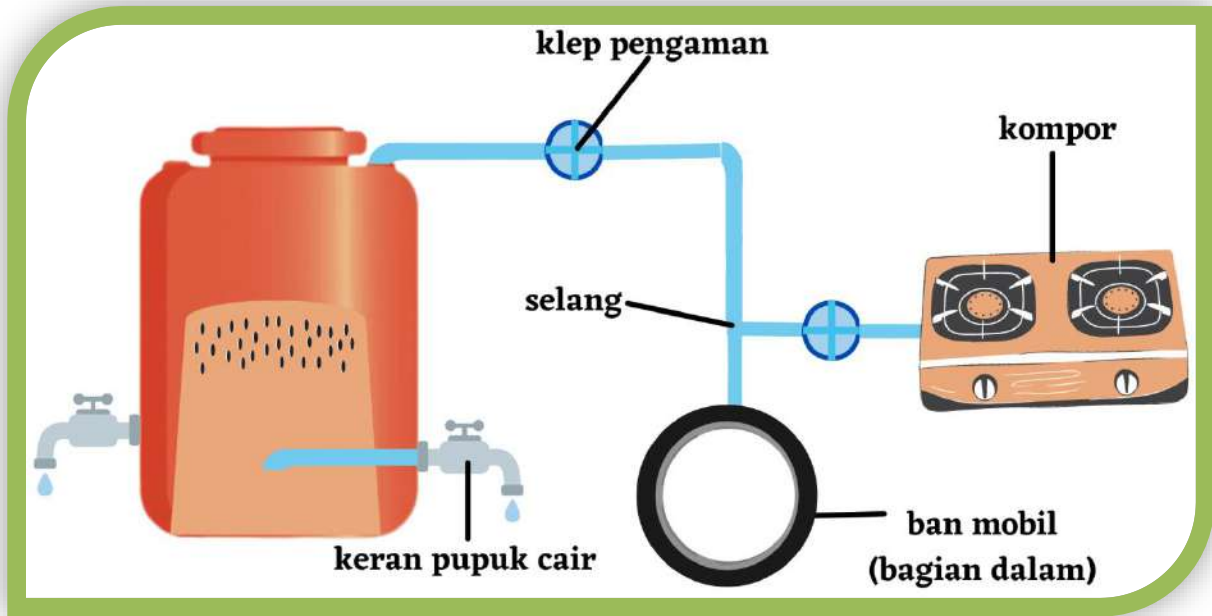
$$= 15303,3 \text{ Kg}$$

$$= 15,3 \text{ ton}$$

Jadi total sampah makanan di kota jaya abadi dari tahun 2019 hingga 2023 dengan kenaikan 1% adalah 15,3 ton dihitung menggunakan rumus geometri.

D. Prototipe & Uji Evaluasi

1. Buatlah prototipe menggunakan bahan dan peralatan sederhana yang menyimulasikan solusi yang dipilih



a. Prosedur Kerja

Solusi kami untuk mengatasi limbah organik di Indonesia terutama di lingkungan sekitar kita yaitu dengan membuat alat penghasil kompos, pupuk cair dan gas. Berikut langkah-langkahnya:

1) Pembuatan *Prototype*

- a) Menyiapkan tangki penampung kemudian memasukkan jerigen yang telah dilubangi ke dalam tangki dan sambungkan dengan kran tempat pupuk organik cair (POC) keluar.
- b) Pada lubang bagian atas, sambungkan dengan pipa yang telah diberi klep pengaman untuk mengalirkan gas metana yang terbentuk, hubungkan dengan ban yang telah disiapkan dan juga kompor menggunakan selang.

2) Cara Kerja:

- a) Pertama buatlah bakteri EM4 Plus dari 1,55 liter larutan gula aren yang telah dimasak dan didiamkan selama 3 jam.
- b) Mencampurkan 10 ml bakteri EM4 Plus pada 1,55 liter larutan gula aren. Setelah itu didiamkan selama 6 jam.
- c) Kemudian mengencerkan larutan bakteri EM4 dengan air dengan perbandingan 1:10 sebelum dituangkan ke sampah. Setelah dituangkan ke sampah, campur bakteri dengan sampah hingga rata.
- d) Setelah dipastikan alat terpasang semua, masukkan sampah organik ke tangki, mulai dari limbah sayuran, buah, nasi, kemudian dicampur dengan kotoran sapi dan terakhir tambahkan dengan bakteri EM4 plus yang telah diencerkan, lalu ditutup dengan rapat.
- e) Setelah lima hari, pupuk kompos dan pupuk cair telah terbentuk dan bisa langsung diaplikasikan pada tanaman.

2. Setiap solusi selalu memiliki ruang untuk pengembangan / perbaikan. Temukan dan jelaskan kekurangan / keterbatasan yang dimiliki oleh solusi yang kalian pilih. Berikan beberapa rekomendasi untuk perbaikannya.

Jawab:

- a. Pembentukan gas metana masih memerlukan waktu fermentasi lebih lama lagi agar gas yang terbentuk dapat digunakan untuk memasak, yaitu sekitar 1 bulan.

Rekomendasi perbaikan selain dengan cara memfermentasikan selama ± 30 hari untuk menghasilkan gas metana yang lebih banyak, juga dapat dilakukan dengan cara menambah jumlah sampah dan ukuran penampungan sampah agar lebih banyak dan lebih cepat menghasilkan gas metana.

- b. Belum Banyak Digunakan oleh Masyarakat.

Rekomendasi yang dilakukan dengan melakukan sosialisasi ke masyarakat. Dalam kondisi pandemi saat ini kita hanya dapat mensosialisasikan alat pengolah sampah organik ke lingkungan sekitar seperti di tingkat RT atau RW. Sedangkan

dalam kondisi tidak pandemi kita bisa memberikan edukasi kepada warga SMA Negeri 7 Surakarta tentang daur ulang limbah organik. Dengan pemberian edukasi tingkat rumah tangga maka jumlah limbah sampah organik yang dikurangi akan lebih banyak.

c. Kurangnya Wawasan Kami Tentang Pengolahan Sampah Organik.

Rekomendasi dengan melakukan studi lanjutan ke tempat pengolahan sampah yang lebih canggih dan terpadu agar mendapatkan wawasan cara mengolah sampah lebih luas dan detail.

d. Menghasilkan Gas dan Bau Tidak Sedap.

Salah satu cara untuk untuk meminimalkan bau pada pupuk organik cair dapat dilakukan dengan menambahkan serih (*Cymbopogon citratus*) karena serih mengandung minyak atsiri yang memiliki keharuman khas. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penambahan serih mampu meningkatkan jumlah fitohormon auksin, giberelin, kinetin, dan zeatin pada POC.

e. Nutrisi dalam pupuk mudah menghilang

Agar pupuk cair dapat bertahan lama dan nutrisinya tidak berkurang dengan cepat, berikut rekomendasi perbaikannya:

- 1) Hindari penyimpanan pada suhu rendah
- 2) Simpan ditempat yang teduh
- 3) Memperhatikan wadah pupuk (jangan sampai wadah pupuk dibiarkan bolong atau bocor)
- 4) Menjaga sirkulasi udara dan kerapatan pupuk

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, R, Nugraha, 2010, Menyelamatkan Lingkungan Hidup dengan Pengolahan Sampah. Cahaya Pustaka Raga, Jakarta
- Badrussalam. 2008. *membuat Biogas Dari Sampah Organik*. Jakarta: Bentara Cipta Prima.
- Dianawati, M. (2014). Penggunaan Pupuk Kandang Dan Limbah Organik Sebagai Media Tanam Produksi Benih Kentang Use Manure and Organic Waste As Planting Media Of Seed Potatoes Production. *Jurnal Pertanian Agros*, 16(2), 292-300.
- Kasmawan, 2018, pembuatan pupuk organik cair menggunakan teknologi komposting sederhana, *Jurnal Universitas Udayana*, vol 17, no 2.
- Latifah, R., 2017, Pemanfaatan sampah organik sebagai bahan pupuk cair untuk pertumbuhan tanaman bayam merah (*Alternanthera ficoides*). *Jurnal Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya*, vol.3. no.4, hal. 20-25
- Meriatna, 2018, Pengaruh waktu fermentasi dan volume bio aktivator EM4 (effective microorganism) pada pembuatan pupuk organik cair (POC) dari limbah buah-buahan, *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* vol. 7. no 1, hal. 13-29
- Paimin, Ferry B. 1995. *Alat Pembuat Biogas dari Drum*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Putra, R.P. 2011. *Rancang Bangun dan Pengujian Alat Produksi Gas Metana dari Sampah Organik dengan Variasi Bahan Sampah basah Kebun, Sampah Kulit Bawang dan Sampah Kering Kebun*. Tugas Akhir S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Rahman, Burhan. 1984. *Petunjuk Teknis Pembuatan Alat Pembangkit Gas Bio*. Jakarta: Direktorat Bina Produksi Peternakan, Direktorat Jenderal Peternakan.
- Romadhoni.A.H & Wesen P.2015. *Pembuatan Biogas Dari Sampah Pasar*. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* Vol.6 No.1 Hal 59.
- Setiawan, Ade Iwan. 2007. *Memfaatkan Kotoran Ternak, Solusi Masalah Lingkungan dan Pemanfaatan Energi Alternatif*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Thahir, Ramli dan Mustafa. 2007. *Pemanfaatan Limbah Sayur Untuk Dijadikan Biogas sebagai Energi Alternatif yang Dapat Diperbaharui*, Laporan Riset Mahasiswa. Samarinda: Politeknik Negeri Samarinda.
- Serambi News. 2016. https://bandaacehkotamadani.wordpress.com/2012/10/09/tpa-gampong-jawa-banda-aceh/Di_Akses_20_April_2016.

Veranika, R. M., & Fauzie, M. A. (2020). Pembuatan dan Perancangan Alat Pengurai Sabut Kelapa Secara Manual. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 8(1).

<https://sumber.belajar.kemdikbud.go.id//>

LAMPIRAN



