

# **Pengaruh kematangan sampah terhadap produksi gas metana**

**(ch<sub>4</sub>)**

**Di tpa putri cempo**

**Mojosongo**

**TESIS**

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat  
Magister Program Studi Ilmu Lingkungan**



**Diajukan Oleh :**

**Ari Martyono Indarto**

**NIM: A1102027**

**PROGRAM STUDI ILMU LINGKUNGAN**

**PROGRAM PASCASARJANA**

**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

**SURAKARTA**

**2007**

**PENGARUH KEMATANGAN SAMPAH TERHADAP  
PRODUKSI GAS METANA (CH<sub>4</sub>)  
DI TPA PUTRI CEMPO  
MOJOSONGO**

Disusun Oleh :

**ARI MARTYONO INDARTO  
NIM: A1102027**

Telah disetujui oleh Dewan Pembimbing

Dewan Pembimbing

| Jabatan       | Nama   | Tanda Tangan | Tanggal |
|---------------|--|--------------|---------|
| Pembimbing I  | Prof. Drs. Indrowuryatno, M.Si<br>NIP. 130 340 866 | .....        | .....   |
| Pembimbing II | Prof. Dr. Sigit Santoso, M.Pd<br>NIP. 130 529 725  | .....        | .....   |

Mengetahui

Ketua Program Ilmu Lingkungan

Dr. Prabang Setyono, M.Si  
NIP. 132 240 171

**PENGARUH KEMATANGAN SAMPAH TERHADAP  
PRODUKSI GAS METANA (CH<sub>4</sub>)  
DI TPA PUTRI CEMPO  
MOJOSONGO**

Oleh :

**ARI MARTYONO INDARTO  
NIM: A1102027**

Telah Disetujui Oleh Tim Penguji  
Pada tanggal :.....

| Jabatan    | Nama                              | Tanda Tangan |
|------------|-----------------------------------|--------------|
| Ketua      | : Dr.rer.nat. Sajidan, M.Si       | .....        |
| Sekretaris | : Dr. Ashadi                      | .....        |
| Anggota    | :                                 |              |
|            | 1. Prof. Drs. Indrowuryatno, M.Si | .....        |
|            | 2. Prof. Dr. Sigit Santoso, M.Pd  | .....        |

Surakarta, .....

Mengetahui :

Direktur Program  
Pascasarjana UNS

Ketua Program Studi Ilmu  
Lingkungan

Prof. Drs. Suranto, M.Sc, Ph.D  
NIP. 131 472 192

Dr. Prabang Setyono, M.Si  
NIP. 132 240 171

## PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ari Martyanto

NIM : A1102027

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa tesis berjudul **Pengaruh Kematangan Sampah Terhadap Produksi Gas Metana (Ch<sub>4</sub>) di TPA Putri Cempo Mojosongo** adalah betul-betul karya saya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya dalam tesis tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan tesis dan gelar yang saya peroleh dari tesis tersebut.

Surakarta, Nopember 2007

Yang membuat pernyataan

(ARI MARTYONO INDARTO)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga sejak persiapan, pelaksanaan dan sampai dengan terselesaikannya penulisan tesis dengan judul “Pengaruh Kematangan Sampah Terhadap Produksi Gas Metana (CH<sub>4</sub>) di TPA Putri Cempo Mojosongo “, dapat berjalan lancar. Penulisan tesis ini merupakan sebagian persyaratan untuk mencapai derajat Magister Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Dengan selesainya penyusunan tesis ini, penulis mengucapkan terima kasih, kepada:

1. Prof. Dr. .Syamsulhadi,dr. Sp.K.J (K), selaku Rektor Universitas Sebelas Maret Surakarta, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh Program Pascasarjana di Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Prof. Drs. Haris Mudjiman, MA, Ph.D, selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Dr. rer. nat. Sajidan, M. Si, selaku Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta
4. Prof. Drs. Indrowuryatno, M.Si selaku pembimbing I dan anggota tim penguji tesis yang selalu memberikan bimbingan dan pengarahan selama penulis melakukan penelitian dan penulisan tesis ini serta kesempatan melakukan konsultasi mengenai permasalahan dalam penelitian ini

5. Prof. Dr. Sigit Santoso, M.Pd selaku pembimbing II dan anggota tim penguji tesis yang selalu memberikan bimbingan dan pengarahan selama penulis melakukan penelitian dan penulisan tesis ini serta kesempatan melakukan konsultasi mengenai permasalahan dalam penelitian ini.

Pada kesempatan ini, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya tesis ini. Semoga bantuan bimbingan, saran dan fasilitas yang diberikan mendapatkan balasan dari Allah Tuhan Yang Maha Esa.

Penulis menyadari tesis ini masih banyak kekurangannya, untuk itu kritik dan saran yang membangun, akan penulis terima dengan senang hati. Penulis berharap, tesis ini dapat bermanfaat bagi semua yang memerlukannya khususnya bagi mereka yang menekuni dalam Ilmu Lingkungan.

Surakarta, Nopember 2007

Penulis

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL .....                          | i    |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                     | ii   |
| HALAMAN PENGESAHAN TESIS .....               | iii  |
| HALAMAN PERNYATAAN .....                     | iv   |
| KATA PENGANTAR .....                         | v    |
| DAFTAR ISI .....                             | vii  |
| DAFTAR TABEL .....                           | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....                          | xi   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                        | xii  |
| ABSTRAK .....                                | xiii |
| ABSTRACT .....                               | xiv  |
| <br>   |      |
| BAB I PENDAHULUAN .....                      | 1    |
| A. Latar Belakang Masalah .....              | 1    |
| B. Perumusan Masalah .....                   | 3    |
| C. Tujuan Penelitian .....                   | 3    |
| D. Manfaat Penelitian .....                  | 4    |
| BAB II KAJIAN TEORI DAN HIPOTESIS .....      | 5    |
| A. Tinjauan Pustaka .....                    | 5    |
| 1. Sampah.....                               | 8    |
| 2. Kematangan .....                          | 14   |
| 3. Ketebalan .....                           | 14   |
| 4. Kematangan Sampah .....                   | 15   |
| 5. Emisi Gas Metana (CH <sub>4</sub> ) ..... | 15   |
| 6. pH Sampah.....                            | 17   |
| 7. Panas .....                               | 17   |
| B. Kerangka Berpikir.....                    | 18   |
| C. Hipotesis .....                           | 20   |

|     |     |  |    |
|-----|-----|--|----|
| BAB | III | METODE PENELITIAN .....  | 22 |
|     | A.  | Tempat dan Waktu Penelitian .....                                    | 22 |
|     | B.  | Metodologi Penelitian.....   | 22 |
|     | C.  | Alat dan Bahan Penelitian .....                                      | 23 |
|     | D.  | Tata Laksana Penelitian .....  | 24 |
|     | E.  | Teknik Sampling.....   | 26 |
|     | F.  | Variabel Penelitian .....  | 26 |
|     | G.  | Teknik Analisis Data .....   | 26 |
|     | H.  | Batasan Operasional Variabel Penelitian.....                         | 29 |
| BAB | IV  | HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....                                | 30 |
|     | A.  | Deskripsi Wilayah.....   | 30 |
|     | 1.  | Kondisi Fisik .....  | 30 |
|     | a.  | Letak,Luas dan Batas Wilayah .....                                   | 30 |
|     | b.  | Topografi .....  | 31 |
|     | c.  | Tanah .....  | 31 |
|     | d.  | Iklim.....   | 33 |
|     | e.  | Hidrologi.....   | 35 |
|     | 2.  | Kondisi Biotik.....  | 36 |
|     | a.  | Flora.....   | 36 |
|     | b.  | Fauna.....   | 38 |
|     | 3.  | Lingkungan Sosial, Ekonomi, Budaya dan<br>Kesehatan Masyarakat ..... | 38 |
|     | a.  | Penduduk .....   | 38 |
|     | b.  | Struktur Umur .....  | 38 |
|     | c.  | Pendidikan .....   | 39 |
|     | d.  | Agama.....   | 39 |
|     | e.  | Mata Pencaharian.....  | 39 |
|     | f.  | Budaya .....   | 40 |
|     | g.  | Kesehatan masyarakat.....  | 40 |



|       |   |    |
|-------|---|----|
| B.    | Deskripsi Data .....  | 41 |
| 1.    | Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah<br>terhadap Emisi Gas Metana (CH <sub>4</sub> ).....     | 41 |
| 2.    | Pengaruh Kematangan dan Keasaman (pH) Sampah<br>terhadap Emisi Gas Metana (CH <sub>4</sub> )..... | 43 |
| 3.    | Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah<br>terhadap Suhu .....                                   | 45 |
| C.    | Analisis Data .....   | 46 |
| 1.    | Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah<br>terhadap Emisi Gas Metana (CH <sub>4</sub> ).....     | 47 |
| 2.    | Pengaruh Kematangan dan Keasaman (pH) Sampah<br>terhadap Emisi Gas Metana (CH <sub>4</sub> )..... | 48 |
| 3.    | Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah<br>terhadap Suhu .....                                   | 49 |
| D.    | Pembahasan .....  | 50 |
| 1.    | Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah<br>terhadap Emisi Gas Metana (CH <sub>4</sub> ).....     | 50 |
| 2.    | Pengaruh Kematangan dan Keasaman (pH) Sampah<br>terhadap Emisi Gas Metana (CH <sub>4</sub> )..... | 52 |
| 3.    | Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah<br>terhadap Suhu .....                                   | 53 |
| BAB V | KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN .....   | 54 |
| A.    | Kesimpulan .....  | 54 |
| B.    | Implikasi .....   | 54 |
| C.    | Saran .....   | 55 |
|       | DAFTAR PUSTAKA .....  | 56 |
|       | LAMPIRAN  |    |

## DAFTAR TABEL

| Tabel   | Halaman |
|---|---------|
| 1. Komposisi Kimia Sampah .....   | 6       |
| 2. Contoh Komposisi Fisik Sampah Di Kota Besar.....   | 7       |
| 3. Rata-Rata Suhu Udara , Kelembaban, Tekanan Udara, Arah Angin dan Kecepatan Angin Pada Tahun 2004 Di TPA Putri Cempo Surakarta..... | 34      |
| 4. Emisi Gas Metana .....   | 42      |
| 5. Emisi Gas Metana .....   | 44      |
| 6. Suhu Sampah.....   | 45      |
| 7. Uji Asumsi .....   | 47      |
| 8. Ringkasan Analisis Variansi Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah terhadap Emisi Gas Metana .....                               | 47      |
| 9. Ringkasan Analisis Variansi Pengaruh Kematangan dan Kematangan (pH) Sampah Emisi Gas Metana .....                                  | 48      |
| 10. Ringkasan Analisis Variansi Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah terhadap Suhu Sampah .....                                   | 49      |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar   | Halaman |
|--|---------|
| 1. Proses terbentuknya limbah /sampah dan kaitan komponen – komponen dalam proses industri (Damanhuri, 1993:53)..... | 9       |
| 2. Skema hukum kekekalan massa (Sukanto, Brodjonegoro, 1989: 25) .....   | 10      |
| 3. Metana (CH <sub>4</sub> ).....  | 16      |
| 4. Diagram alir kerangka berpikir penelitian .....   | 20      |
| 5. Diagram Batang Emisi Gas Metana.....  | 43      |
| 6. Diagram Batang Keasaman (pH) Sampah .....   | 45      |
| 7. Diagram Batang Suhu Sampah .....  | 46      |

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran

1. Foto 1. Peneliti di lokasi TPA Putri Cempo Mojosongo
2. Foto 2. Sapi-sapi berkeliaran di TPA Putri Cempo Mojosongo
3. Foto 3. Hampan sampah yang belum matang yang sudah rata di TPA Putri Cempo Mojosongo
4. Foto 4. Hampan sampah yang belum matang tetapi berlapis di TPA Putri Cempo Mojosongo
5. Foto 5. Lapisan sampah yang sudah matang yang tebal di TPA Putri Cempo Mojosongo
6. Foto 6. Lapisan sampah yang benar-benar matang di TPA Putri Cempo Mojosongo
7. Foto 7. Tabung untuk menangkap emisi gas metana ( $\text{CH}_4$ )
8. Foto 8. Jarum injeksi yang dimasukkan pada tabung untuk mengukur panas di dalam tabung
9. Foto 9. Peneliti di muka gedung LOPOPITAN Jakenan Pati
10. Foto 10. Peneliti bersama dengan kru laboratorium instalasi penganalisis emisi gas metana ( $\text{CH}_4$ )
11. Foto 11. Instrumen tabung untuk menganalisis gas metana ( $\text{CH}_4$ )
12. Foto 12. Memasukkan jarum injeksi pada instrumen kromatograf pengukur emisi gas ( $\text{CH}_4$ )
13. Foto 13. Instrumen kromatograf penghitung emisi gas metana ( $\text{CH}_4$ )
14. Foto 14. Data untuk mencatat emisi gas metana ( $\text{CH}_4$ ) yang dikeluarkan dalam bentuk angka terus masuk ke komputer
15. Analisa Data

## ABSTRAK

**Ari Martyanto. 2007. *Pengaruh Kematangan Sampah Terhadap Produksi Gas Metana (CH<sub>4</sub>) di TPA Putri Cempo Mojosongo*. Tesis. Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana UNS.**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui (1) pengaruh antara tingkat kematangan dan ketebalan sampah terhadap emisi gas metana (CH<sub>4</sub>) di TPA Putri Cempo Mojosongo, (2) pengaruh antara tingkat kematangan dan keasaman (pH) sampah terhadap emisi gas metana (CH<sub>4</sub>) di TPA Putri Cempo Mojosongo, (3), pengaruh antara tingkat kematangan dan ketebalan sampah terhadap panas dalam sungkup di TPA Putri Cempo Mojosongo.

Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimental dengan rancangan faktorial 2 x 2. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kematangan, ketebalan dan pH sampah. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah emisi gas metan (CH<sub>4</sub>) dan suhu dalam sungkup. Analisis data menggunakan teknik Analisis variansi 2 Jalur.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa : (1) kematangan sampah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi gas metana (CH<sub>4</sub>), (2) pH sampah mempengaruhi emisi gas metana (CH<sub>4</sub>) serta (3) Kematangan sampah dan ketebalan sampah memiliki pengaruh terhadap suhu sampah

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang Masalah

Laju pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat selalu diikuti dengan upaya pembangunan dalam segala sektor. Pembangunan permukiman, pertanian, peternakan serta kehutanan merupakan salah satu bagian dari upaya untuk mencukupi keperluan masyarakat dalam mengimbangi pertumbuhan penduduk.

Dalam mencukupi keperluan domestik penduduk mengeluarkan bahan-bahan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan maupun bahan-bahan yang dihasilkan dari pabrikan. Bahan-

bahan tersebut pasti mempergunakan bahan pendukung berupa bungkus dari bahan organik maupun anorganik. Bungkus-bungkus tersebut setelah tidak digunakan akan dibuang pada tempat-tempat sampah untuk kemudian diangkat dan dibuang ke tempat pembuangan sampah akhir.

Sisa-sisa bahan yang berupa bungkus makanan dari bahan yang dikonsumsi tidak saja berasal dari keperluan domestik tetapi berasal pula dari pasar, instansi pemerintah, toko-toko, supermarket, rumah sakit maupun pabrik-pabrik yang kesemuanya kemudian dibuang pada tempat pembuangan sampah akhir.

Sampah-sampah yang terkumpul pada tempat pembuangan sampah akhir merupakan timbunan sampah. Biasanya tempat pembuangan sampah yang tidak dikelola dengan baik selain menurunkan estetika lingkungan pada tempat tersebut juga merupakan sumber hama penyakit dan menimbulkan bau yang tidak sedap serta kondisinya tidak segar kibat udara yang dikeluarkan oleh sampah-sampah yang membusuk yang sudah lama ditimbun pada lokasi tersebut. Gas yang ditimbulkan oleh tumpukan bersama dengan air tersebut dikenal dengan gas metana atau  $\text{CH}_4$ .

Keberadaan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) di kawasan pembuangan sampah akhir volumenya sangat tergantung dari lama dan tebalnya sampah yang dibuang di tempat pembuangan sampah, sehingga produksi dari gas metana ( $\text{CH}_4$ ) sangat tergantung dari sampah, baik bahan, ketebalan maupun lamanya di timbunan dan tingkat kematangannya untuk menghasilkan gas metana ( $\text{CH}_4$ ).

Gas metana ( $\text{CH}_4$ ) disamping dapat dimanfaatkan sebagai energi dan biogas untuk keperluan manusia juga merupakan salah satu gas yang dapat mempengaruhi pemanasan global, sebab gas metana ( $\text{CH}_4$ ) merupakan emisi gas rumah kaca disamping gas-gas nitrogenoksida ( $\text{NO}_x$ ), karbonmonoksida ( $\text{CO}$ ), zat organik yang mudah menguap, (VOC), metana ( $\text{CH}_4$ ) dan yang lainnya.

TPA Putri Cempo Mojosoongo merupakan tempat pembuangan sampah akhir dari sampah-sampah yang berada di kota Surakarta. Oleh karena itu di TPA Putri Cempo Mojosoongo merupakan tumpukan dan timbunan sampah, baik sampah organik maupun

anorganik. Suasana udara di TPA Putri Cempo Mojosongo nampak gersang, udara panas, bau busuk menyengat menandai kalau di tempat tersebut telah terjadi proses kegiatan bakteri anaerobik di timbunan-timbunan sampah yang menimbulkan gas metana ( $\text{CH}_4$ ).

Achmad Hidayat (2002, 75), menjelaskan bahwa produksi gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dipengaruhi oleh berbagai faktor. Oleh karenanya dalam penelitian ini dibuat dengan judul Pengaruh Kematangan Sampah Terhadap Produksi Gas Metana ( $\text{CH}_4$ ) di TPA Putri Cempo Mojosongo.

## **B. Perumusan Masalah**

Memperhatikan latar belakang, maka dapat di kemukakan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Adakah pengaruh tingkat kematangan dan ketebalan sampah terhadap emisi gas metana ( $\text{CH}_4$ ) di TPA Putri Cempo Mojosongo.
2. Adakah pengaruh tingkat kematangan dan keasaman (pH) sampah terhadap emisi gas metana ( $\text{CH}_4$ ) di TPA Putri Cempo Mojosongo.
3. Adakah pengaruh tingkat kematangan dan ketebalan sampah terhadap panas dalam sungkup di TPA Putri Cempo Mojosongo.

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah dan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini untuk mengetahui :

1. Pengaruh tingkat kematangan dan ketebalan sampah terhadap emisi gas metana ( $\text{CH}_4$ ) di TPA Putri Cempo Mojosongo.
2. Pengaruh tingkat kematangan dan keasaman (pH) sampah terhadap emisi gas metana ( $\text{CH}_4$ ) di TPA Putri Cempo Mojosongo

3. Sebagai informasi tentang kemungkinan pemanfaatan Gas Metana ( $\text{CH}_4$ ) sebagai sumber energi dimasa mendatang.
4. Pengaruh tingkat kematangan dan ketebalan sampah terhadap panas dalam sungkup di TPA Putri Cempo Mojosongo.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini di harapkan dapat memberikan manfaat :

1. Memberikan masukan bagi Pemerintah daerah surakarta untuk kepentingan perencanaan, pemantapan dan pengendalian pencemaran udara sehubungan dengan pengembangan kota sebagai otonomi daerah.
2. Memberikan gambaran mengenai pengaruh antara tingkat kematangan dan ketebalan sampah terhadap emisi gas metana ( $\text{CH}_4$ ), pH sampah dan suhu di dalam sungkup di TPA Putri Cempo Mojosongo.
3. Memberikan gambaran bagi para pembaca mengenai pencemaran udara berupa gas metana ( $\text{CH}_4$ ) yang di sebabkan oleh adanya tumpukan sampah.

## **BAB II LANDASAN TEORI**

### **A. Tinjauan Pustaka**

#### **1. Sampah**

##### **a. Pengertian Sampah**

Sampah pada dasarnya merupakan suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu sumber hasil aktivitas manusia maupun proses-proses alam yang tidak mempunyai nilai ekonomi, bahkan dapat



mempunyai nilai ekonomi yang negatif karena dalam penanganannya baik untuk membuang atau membersihkannya memerlukan biaya yang cukup besar. Satu masalah perkotaan yang sulit untuk dipecahkan diantara berbagai permasalahan yang timbul adalah masalah sampah. Sampah akan menjadi masalah kota maupun desa; dan jika tidak dikelola dengan baik akan menjadi sumber berbagai penyakit, pencemaran air tanah dan sungai, bau yang tak sedap, serta rusaknya estetika. (Anonim, 1987:21)

Asrul Azwar (1975:25) memberikan pengertian arti dari sampah sebagai berikut : sampah atau refuse adalah barang atau benda sisa yang tidak terpakai tidak berguna lagi yang umumnya berasal dari kegiatan manusia termasuk industri, tetapi bukan termasuk tinja (human waste) dan umumnya bersifat padat atau semi padat.

Sampah diproduksi sejak manusia ada. Pada zaman dahulu sampah masih bukan merupakan masalah. Sampah ditaruh atau diletakkan begitu saja tanpa perlu pengolahan. Sampah hanya ditinggalkan begitu manusia berpindah tempat dari satu ketempat lainnya. Sampah mulai menjadi masalah ketika manusia mulai bertempat tinggal menetap. Sampah merupakan permasalahan karena keinginan untuk melihat keadaan yang bersih ditempat tinggal maupun ditempat lain. Dengan kondisi ini sampah diusahakan untuk membuang atau memunahkan sampah. Proses pengolahan sampah dari zaman dulu

sampai dengan zaman sekarang masih tetap sama yaitu: pembuangan, pembakaran, recycling, atau pengurangan volume pemakaian bahan.

**b. Komposisi Kimia Sampah**

Pada umumnya komposisi kimia sampah terdiri dari unsur karbon, Hidrogen, Oksigen, Nitrogen, Sulfur, dan Fosfor (C, H, O, N, S, P), serta unsur lainnya. Susunan ini dapat di lihat pada tabel 1 dan tabel 2 :

**Tabel 1. Komposisi Kimia Sampah**

| No. | Unsur / Senyawa                           | Kadar berat kering (%) |
|-----|---|------------------------|
| 1.  | Senyawa organik                           | 25 - 35                |
| 2.  | Nitrogen (N <sub>2</sub> )                | 0,4 – 1,2              |
| 3.  | Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 1,2 – 1,6              |
| 4.  | Kalium (K <sub>2</sub> O)                 | 0,8 – 1,5              |
| 5.  | Kapur (CaO)                               | 4 – 7                  |
| 6.  | Carbon                                    | 12 – 17                |
| 7.  | Kadar Air                                 | 10 - 60                |

*Sumber data: DKP Surakarta tahun 2000*

**Tabel 2. Contoh Komposisi Fisik Sampah Di Kota Besar**

| No | Komposisi Sampah             | Rata-rata (%) |
|----|------------------------------|---------------|
| 1  | Sampah organik               | 79,49         |
| 2  | Kertas                       | 7,97          |
| 3  | Kayu                         | 3,65          |
| 4  | Kain/tekstil                 | 2,4           |
| 5  | Karet/kulit tiruan           | 0,47          |
| 6  | Plastik                      | 3,67          |
| 7  | Logam                        | 1,37          |
| 8  | Gelas/kaca                   | 0,50          |
| 9  | Lain-lain (tanah,batu,pasir) | 0,48          |
|    | TOTAL                        | 100           |

*Sumber data : DKP Surakarta, 2000*

**c. Klasifikasi Sampah**

Sampah dapat diklasifikasikan berdasar sumbernya yaitu:

- 1) Sampah domestik yang terdiri dari sampah rumah tangga, bongkaran bangunan, sanitasi dan sampah jalanan. Secara umum sampah jenis ini berasal dari perumahan dan kompleks perdagangan.
- 2) Sampah berbahaya seperti sampah industri dan sampah rumah sakit yang kemungkinan mengandung racun. Beberapa sampah rumah tangga juga termasuk sampah berbahaya seperti baterai, semir sepatu, cat, botol obat
- 3) sampah medis

Sampah dapat diklasifikasikan berdasar bentuknya yaitu:

- 1) Sampah anorganik/kering seperti logam, besi, kaleng, botol yang tidak dapat mengalami pembusukan secara alami
- 2) Sampah organik/basah seperti sampah dapur, restoran, sisa makanan yang dapat mengalami pembusukan secara alami
- 3) Sampah berbahaya seperti baterai, jarum suntik bekas.

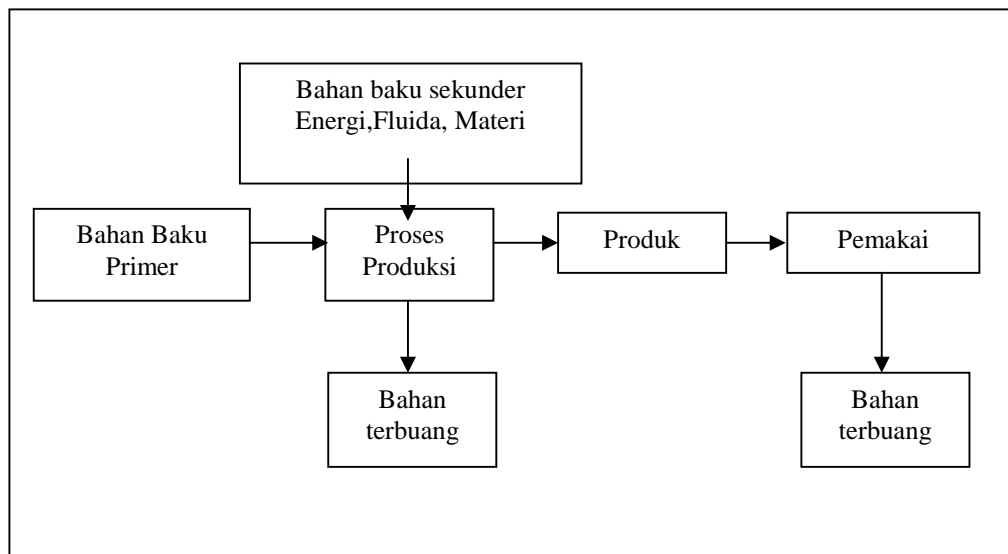
Sampah dapat diklasifikasikan berdasar kemampuan sampah untuk dihancurkan yaitu:

- 1) *Biodegradable* yaitu sampah yang dapat mengalami pembusukan alami termasuk sampah organik seperti sampah dapur, sayuran, buah, bunga, daun dan kertas
- 2) *Nonbiodegradable* yang terdiri dari sampah daur ulang seperti plastik, kertas, gelas; sampah beracun seperti obat, cat, baterai, semir sepatu; sampah medis seperti jarum suntik.

Menurut Sudiarmo (2002 : 2), berdasarkan jenisnya dikenal ada 2 (dua) kelompok sampah, yaitu :

- 1) Sampah organik, yaitu jenis sampah yang sebagian besar tersusun oleh senyawa organik (sisa tanaman, hewan ataupun kotoran) yang mempunyai sifat secara alami dapat atau mudah diuraikan oleh jasad hidup khususnya mikroba.
- 2) Sampah anorganik, yaitu jenis sampah yang tersusun oleh senyawa anorganik (plastik, botol, logam dan sebagainya), yang mempunyai sifat secara alami sukar atau sangat sukar diuraikan oleh jasad hidup.

Dari macam-macam sampah yang dikemukakan diatas pada hakikatnya sampah dapat terbentuk melalui proses kimia, biologis maupun secara fisik atau karena kesalahan dan ketidakefektifan proses yang berlangsung dalam mengolah bahan baku primer dan sekunder. Sampah yang terbentuk secara fisik misalnya pemotongan, penggergajian, pengecatan dan sebagainya. Sampah yang terbentuk akibat penggunaan bahan baku sekunder misalnya pelarut atau pelumas yang tidak ikut dalam proses pembentukan produk. Ada juga sampah yang terbentuk dari hasil samping proses limbah atau produksi, sebab pada dasarnya semua pengolahan limbah tidak dapat mentransfer sampah menjadi 100 % non limbah. Proses terbentuknya sampah tersebut dan kaitan komponen-komponen dalam proses industri dapat dilihat pada gambar 2



**Gambar 1. Proses terbentuknya limbah /sampah dan kaitan komponen – komponen dalam proses industri (Damanhuri, 1993:53)**

Dari gambar 2 dapat diketahui bahwa dalam proses produksi akan menghasilkan juga limbah yang berupa bahan terbuang. Bahan yang terbuang itulah yang dinamakan sampah dimana sampah apabila tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan pencemaran bagi makhluk hidup yang ada disekitarnya sebab sampah disamping mengeluarkan  $CH_4$  juga akan mengeluarkan bau yang tidak enak ( $H_2S$ ) pada saat terjadi pembusukan.

Menurut hukum kekekalan massa bahwa jumlah berat (massa) semua zat sebelum suatu reaksi, sama dengan jumlah berat (massa) semua zat sesudah reaksi itu. Karena itu, untuk hasil produksi diperlukan suatu proses mengubah massa faktor produksi/makanan. Pada umumnya jumlah hasil produksi yang terpakai lebih kecil dari jumlah hasil produksi yang dihasilkan dari suatu proses



**e. Model Pengelolaan Sampah**

Model pengelolaan sampah menurut Bahar (1985 : 15 – 18) ada beberapa macam yaitu :

1) *Refuse Compacting* (Pemadatan Sampah)

*Refuse Compacting* adalah proses pemadatan sampah. Yaitu untuk menangani sampah yang bersifat voluminous apabila ditransportasikan begitu saja ke tempat pembuangan akan memerlukan tempat, kendaraan dan tempat penimbunan. Prosesnya yaitu sebelum sampah dibawa ketempat penimbunan dipadatkan terlebih dahulu. Dengan metode ini memberi keuntungan membantu memudahkan penanganan, mengefisienkan transportasi, memudahkan penyimpanan, mengefisienkan penggunaan tanah penimbunan. Sedang kerugiannya tidak dapat mengurangi berat sampah dan memerlukan tenaga dan biaya tambahan.

2) *Open Trench Burning* (Pembakaran sampah)

*Open Trench Burning* adalah model pengelolaan sampah keparit yang tidak digunakan masyarakat dan jauh dari pemukiman penduduk, kemudian dilanjutkan dengan proses pembakaran. Supaya pembakaran sempurna maka perlu sering dikontrol secara terus-menerus.. Bila parit telah penuh oleh residu pembakaran kemudian ditimbun tanah. Keuntungan pengelolaan ini adalah penggunaan lahan lebih efisien, sedikit modal dan peralatan, menggunakan parit yang tidak digunakan penduduk,

menghindari polusi air, dapat digunakan dalam waktu yang lama. Sedangkan kerugiannya adalah menimbulkan asap yang mengganggu pernafasan

3) *Open Dumping* (Penumpukan sampah)

*Open Dumping* adalah model pengelolaan sampah dengan cara membuang sampah dengan menumpuk sampah begitu saja di atas lahan terbuka, dan ini merupakan model penanganan sampah yang sangat sederhana. Keuntungan model ini adalah biaya relatif murah, dapat menampung berbagai macam jenis sampah, memanfaatkan lahan yang tidak digunakan, dalam waktu lama dapat menyuburkan lahan. Kerugian mudah berkembang hama tikus, insekta, lalat, mikroorganisme, pencemaran air, tanah, udara, dan penurunan nilai estetika lingkungan. Sistem ini diharuskan jauh dari permukiman penduduk.

4) *Dumping at sea* (Penimbunan sampah dipantai)

*Dumping at sea* adalah model pembuangan sampah dan penimbunan sampah di pantai yang dangkal. Caranya dengan membuat tanggul-tanggul pemisah terlebih dahulu untuk menghalangi sampah, supaya jangan sampai terbawa arus ketengah laut, kemudian sampah dimasukan kepantai yang sudah diberi tanggul. Dalam kurun waktu yang lama apabila tanggul sudah penuh sampah kemudian diratakan, dipadatkan dan ditimbun tanah atau pasir.



5) *Recycling* (Daur Ulang)

*Recycling* adalah model pengelolaan sampah dengan memungut kembali barang-barang sisa yang masih bisa dimanfaatkan. Sistem ini secara inisiatif banyak dilakukan oleh perorangan yang biasa disebut pemulung.

6) *Sanitary Land Fill* (Sampah ditutup dengan lapisan tanah)

*Sanitary Land Fill* adalah model pengelolaan sampah yang dilakukan didalam tanah. Sampah yang dimasukkan ke dalam tanah dipadatkan dengan mesin pemadat sampai penuh, kemudian ditutup dengan tanah dari tanah galian bekas pembuangan lubang sampah tadi. Lokasi ini dipagar dan pada lahan yang rendah, sehingga tidak mengganggu air permukaan. Menurut Hadi Wiyoto (1983 : 26) sistem penimbunan ini dapat dimodifikasi dengan adanya pengelolaan yang dilakukan secara khusus terhadap leachate. Pengelolaan leachate sangat diperlukan dalam suatu sistem pembuangan akhir sampah, dikarenakan leachate merupakan zat beracun dari hasil dekomposisi sampah dan membahayakan lingkungan sekitar apabila mencemari air tanah.

**2. Kematangan**

Tingkat kematangan adalah Tingkat kisaran dimana sampah sudah mengeluarkan gas Methana ( $\text{CH}_4$ ), sampai tingkat maksimal di

tandai dengan sampah tersebut sudah mulai membusuk, suhu berubah dan mengeluarkan leached (Yuli Soemirat Slamet, 2002)

### **3. Ketebalan**

Ketebalan berasal dari kata tebal, yang berarti keadaan lebih besar antara permukaan yang berlawanan jika dibandingkan dengan benda lainnya yang sejenis, seperti barang tipis atau terhelai, contohnya kertas, daun dan lapisan. Ketebalan berarti keadaan yang tebal (Lukman Ali, 1991: 1018). Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan ketebalan sampah adalah perlapisan timbunan sampah yang berada di lokasi tempat pembuangan sampah (TPA sampah). Ketebalan timbunan sampah ketinggiannya berkisar mulai 0 sampai 3 meter di atas permukaan tanah.

### **4. Kematangan Sampah**

Kematangan berasal dari kata matang, yang berarti keadaan yang sudah waktunya untuk dimanfaatkan, sedangkan kematangan merupakan istilah dalam keadaan matang atau sempurna untuk dapat dimanfaatkan hasilnya (Lukman Ali, 1991; 636). Kematangan sampah berarti keadaan sampah yang sudah mengalami proses dekomposisi sehingga wujud dari sampah sudah berubah dan hancur dengan tekstur yang lebih halus dari asalnya.

### **5. Emisi Gas Metana (CH<sub>4</sub>)**

Metana adalah Gas yang molekulnya tersusun dari satu atom karbon dan empat atom hidrogen. Metana merupakan gas rumah kaca yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik oleh bakteri anaerob (bakteri yang hidup dalam kondisi tanpa udara). Metana terdapat secara alami dan merupakan unsur utama biogas dan gas bumi. Metana adalah gas rumah kaca lain yang terdapat secara alami. Metana dihasilkan ketika jenis-jenis mikroorganisme tertentu menguraikan bahan organik pada kondisi tanpa udara (anaerob). Gas ini juga dihasilkan secara alami pada saat pembusukan biomassa. Metana mudah terbakar, dan menghasilkan karbon dioksida sebagai hasil sampingan (Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1992)

Kegiatan manusia telah meningkatkan jumlah metana yang dilepaskan ke atmosfer. Sawah merupakan kondisi ideal bagi pembentukannya, di mana tangkai padi nampaknya bertindak sebagai saluran metana ke atmosfer. Meningkatnya jumlah ternak sapi, kerbau dan sejenisnya merupakan sumber lain yang berarti, karena metana dihasilkan dalam perut mereka dan dikeluarkan ketika mereka bersendawa dan kentut. Metana juga dihasilkan dalam jumlah cukup banyak di tempat pembuangan sampah; sehingga menguntungkan bila mengumpulkan metana sebagai bahan bakar bagi ketel uap untuk menghasilkan energi listrik. Metana merupakan unsur utama dari gas bumi. Gas ini terdapat dalam jumlah besar pada sumur minyak bumi atau gas bumi, juga terdapat kaitannya dengan batu bara.

|                    |   |  |
|--------------------|---|--|
| Rumus kimia        | : | <b>CH<sub>4</sub></b>  |
| Berat molekul (Mr) | : | <b>16,04</b>   |
| Struktur molekul   | : |  |
| Titik leleh        | : | <b>- 182°C</b>   |
| Titik didih        | : | <b>- 161°C</b>   |

**Gambar 3 . Metana (CH<sub>4</sub>)**

## 6. pH Sampah

Keasaman (pH) menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen dalam sampah, semakin tinggi kadar ion hidrogen dalam sampah semakin masam sampah tersebut. Di dalam sampah selain ion hidrogen dan ion-ion lainnya ditemukan pula ion hidroksil yang jumlahnya berbanding terbalik dengan ion hidrogen. Sedangkan pada sampah yang alkali kandungan ion hidroksil lebih banyak dari pada ion hidrogen. Apabila kandungan ion hidrogen sama dengan ion hidroksi biasanya sampah bereaksi netral dengan pH = 7.

Nilai pH berkisar antara 0 – 14, dengan pH = 7 disebut dengan netral, pH kurang dari 7 disebut dengan masam sedangkan pH lebih dari 7 disebut dengan alkali. Walaupun demikian pH sampah umumnya berkisar 3 – 9. Di rawa-rawa sering ditemukan sisa-sisa tumbuh-tumbuhan dengan pH sangat masam, yaitu kurang dari 3 karena di wilayah itu banyak mengandung asam sulfat. Sedangkan pada sampah-sampah yang mentah dan kering pH-nya sangat tinggi, kadang-kadang mencapai 9 karena mengandung Na (Sarwono, 1987 : 56).

## 7. Panas

Panas adalah energi kinetik yang dikeluarkan berupa pancaran yang disebabkan oleh gesekan antara dua benda atau penekanan antar benda satu dengan yang

lain. Panas dapat diukur dengan satuan ukuran tertentu. Satuan ukuran panas disebut dengan suhu yang dapat diukur dengan menggunakan satuan ukuran tertentu yaitu derajat Fahrenheit, derajat Celcius, derajat Reamur maupun derajat Kalvin. Di Indonesia pengukuran suhu umumnya digunakan dengan derajat Celcius.

Panas sangat berpengaruh terhadap segala sesuatu yang ada disekitarnya. Pada penelitian ini panas yang dimaksud adalah panas yang dipancarkan akibat proses kematangan sampah yang ditangkap atau dikumpulkan dalam cungkup pengukuran pancaran dan diukur dengan satuan skala derajat celcius.

## **B. Penelitian yang Relevan**

Penelitian yang pernah dilakukan dan menjadi bahan pertimbangan dalam penelitian ini antara lain:

1. Emisi gas metan melalui beberapa varietas padi pada tanah Inseptisol yang disawahkan, Wihanjoko (2001), yang menyimpulkan bahwa produksi gas metan meningkat apabila diberi pupuk kandang dan kompos jika dibandingkan dengan pupuk kimia, walaupun variatas padinya berbeda.
2. Produksi padi dan pemanasan global. (Sudadi, 2002), yang menyimpulkan bahwa tanah sawah bukanlah sumber utama emisi gas metan.

## **C. Kerangka Berpikir**

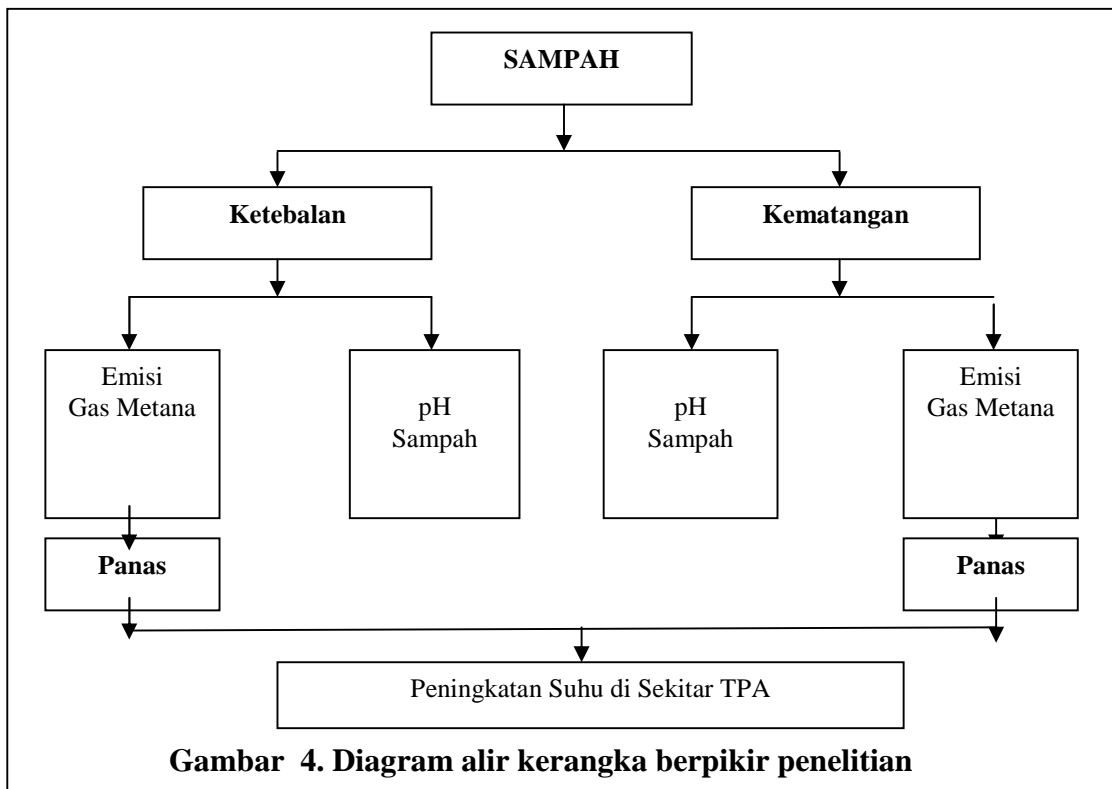
Pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah Puteri Cempo termasuk wilayah Mojosongo, Surakarta merupakan tempat penimbunan

sampah. Komposisi sampah yang banyak mengandung unsur-unsur organik dan anorganik karena berasal dari sisa buang domestik dan pasar, instansi pemerintah dan yang lainnya. Sampah yang terkumpul dan tertumpuk di lokasi pembuangan akhir memiliki kondisi yang berbeda, sampah yang tertumpu paling awal dan terletak di bagian bawah, karena tekanan beban berat dari bagian atas mengalami perubahan wujud sehingga teksturnya menjadi lebih halus dan berbeda dengan lapisan di tengah ataupun paling atas.

Dalam kondisi seperti tersebut di atas, dengan melalui proses pembusukan tanpa oksigen (anaerob) maka akan menghasilkan emisi gas metan ( $\text{CH}_4$ ), tentunya volume gas tersebut sangat tergantung dari tingkat ketebalan dan masaknya sampah. Di samping itu, karena sampah terdiri atas berbagai macam unsur maka unsur-unsur tersebut akan mempengaruhi keasaman sampah, sehingga sampah-sampah dalam tingkatan mentah, setengah matang dan matang memiliki pH yang berlainan. Dengan demikian pH sampah tentunya akan mempengaruhi volume emisi gas metan.

Gas metan yang dikeluarkan oleh sampah-sampah yang sudah mengalami proses sempurna, setengah sempurna maupun belum sempurna menghasilkan pula pancaran panas. Panas tersebut akan mempengaruhi kondisi udara di sekitarnya. Panas yang keluar dari emisi gas metan di tangkap pada sebuah selubung (sungkup) untuk mengetahui derajat panasnya dalam skala suhu derajat celsius.

Pengaruh antara ketebalan, kematangan dan pH sampah terhadap emisi gas metan dan perubahan panas dapat digambarkan pada alur berpikir sebagai berikut.



Dari kerangka berpikir di atas diketahui, bahwa Gas metana ( $\text{CH}_4$ ) yang dihasilkan dipengaruhi oleh tingkat kematangan sampah, pH pada sampah dan ketebalan pada sampah.

#### D. Hipotesis

Berdasarkan uraian kajian teori dan kerangka berpikir di atas, maka hipotesis penelitian dirumuskan sebagai berikut:

1. Ada pengaruh tingkat kematangan dan ketebalan sampah terhadap emisi gas metana ( $\text{CH}_4$ ) di TPA Putri Cempo Mojosongo.

2. Ada pengaruh tingkat kematangan dan keasaman (pH) sampah terhadap emisi gas metan di TPA Putri Cempo Mojosongo.
3. Ada pengaruh tingkat kematangan dan ketebalan sampah terhadap suhu dalam cungkup di TPA Putri Cempo Mojosongo.

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini mengambil lokasi di Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPA) Putri Cempo di Kecamatan Mojosongo Surakarta. Pemilihan lokasi berdasarkan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPA) Putri Cempo di Kecamatan Mojosongo Surakarta memiliki tumpukan sampah yang luasnya memungkinkan untuk diadakan penelitian yaitu 17 Ha..
- b. Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPA) Putri Cempo di Kecamatan Mojosongo Surakarta mempunyai tumpukan sampah yang ketebalannya bervariasi.

##### **B. Metodologi Penelitian**

Metodologi penelitian adalah suatu cara atau pedoman yang harus diperhatikan dalam kegiatan penelitian dengan tujuan agar penelitian yang dilakukan dapat memberikan hasil yang mengandung kadar ilmiah yang tinggi (Sutrisno Hadi,2001 :4).

Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimental Deskriptif kuantitatif dengan rancangan faktorial 2 x 2. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kematangan, ketebalan dan pH sampah. Masing-masing variabel tersebut terbagi atas tiga faktor. Faktor kematangan sampah terdiri atas sampah mentah (M0), matang (M1) dan sangat matang (M2); faktor ketebalan sampah terdiri atas 0 m (T0), 1,5 m (T1) dan ketebalan sampah 3 m (T2); faktor



keasaman (pH) sampah terdiri atas netral (K0), asam (K2) dan basa (K3). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah emisi gas metan (CH<sub>4</sub>) dan suhu dalam sungkup. Analisis data menggunakan teknik Analisis variansi 2 Jalur.

### C. Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian ini :

1. CH<sub>4</sub> flux
2. Jarum injeksi (disposable syringe) polypropylene
3. Botol
4. Kertas label
5. Kotak kaca
6. Isolasi
7. Meteran
8. Psychrometer (Untuk mengukur suhu dan kelembaban udara)
9. pH meter
10. Gas kromatograp GC-8A dengan dektektor FID
11. Bor tanah
12. Kantong plastik
13. Almari inkubator

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Sampel sampah
2. Aquadest
3. Alpa-alpa dipiridil
4. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
5. Dipenylamine
6. Metylene red

7. Gas N<sub>2</sub> H<sub>2</sub>
8. Udara murni
9. Larutan hydroxilame Clorit 5%
10. Reagen BaCl<sub>2</sub>
11. Larutan standart 1000 ppm SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>

#### D. Tata Laksana Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

1. Studi pustaka untuk mengkaji masalah-masalah yang berhubungan dengan tema serta lokasi di mana penelitian akan dilaksanakan.
2. Survei awal untuk menentukan lokasi pengambilan tempat untuk pengukuran emisi gas metan (CH<sub>4</sub>) pada sampah berdasarkan kematangan dan ketebalannya.
3. Penempatan tabung yang dilengkapi dengan arum injeksi (*disposable syringe*) polypropylene yang ditutup dengan sungkup agar supaya gas suhu dan gas metan tidak terlepas ke udara bebas.
4. Setelah pengukuran selama 24 jam jarum injeksi yang sudah berisi sampel gas di bungkus dengan aluminium foil agar konstan dan dibawa ke laboratorium Lolittan Jakenan Pati.
5. Produksi gas CH<sub>4</sub> diperoleh dengan analisis menggunakan instrumen gas chromatograp GC-8A dengan perangkatnya oleh laboran yang sudah berpengalaman dari Lolittan Jakenan Pati.
6. Pengukuran kadar emisi gas CH<sub>4</sub> (Setyanto, 2002) dengan rumus sebagai berikut:

$$E = (C_{24} - C_0) \frac{V_h}{20g} \frac{mW}{mV} \frac{273,2}{(273,2 + T)}$$

Dimana,

E = produksi CH<sub>4</sub> (mg kg<sup>-1</sup> sampah hari<sup>-1</sup>)

C<sub>0</sub> = konsentrasi CH<sub>4</sub> pada 0 jam (ppm)

C<sub>24</sub> = konsentrasi CH<sub>4</sub> setelah 24 jam (ppm)

Vh = volume gelas piala (ml)

mW = bobot melekul CH<sub>4</sub> (g)

mV = volume melekul CH<sub>4</sub>

T = suhu

#### **E. Teknik Sampling**

Pengambilan sampel menggunakan teknik purposive sampling, yang berarti, lokasi pengambilan sampel ditentukan berdasarkan kriteria-kriteria tertentu, yaitu sampah dengan ketebalan 0 m yang berarti pula sampah masih metah, 1,5 m yang berarti sampah sudah bersifat setengah matang dan 3 m yang berarti sampah telah matang. Asumsi lain yang digunakan bahwa tempat pembuangan sampah di TPA Putri Cempo adalah homogen.

#### **F. Variabel penelitian**

##### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini meliputi: ketebalan, kematangan dan keasaman (pH) sampah.

##### 2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah emisi gas metan dan suhu dalam sungkup.

#### **G. Analisis Data**

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis variansi 2 jalur dengan sel sama. Pemilihan teknik analisis tersebut didasarkan pada desain eksperimen analisis faktorial 2 x 2.

Adapun prosedur analisis yang ditempuh meliputi tahap-tahap:

## 1. Uji Prasyarat Analisis

Uji prasyarat analisis meliputi uji normalitas dan homogenitas. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah sampel yang diambil berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Rumus yang digunakan uji normalitas adalah Chi kuadrat yaitu :

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$$

Keterangan :

$\chi^2$  : Chi Kuadrat

$f_o$  : frekuensi observasi

$f_h$  : frekuensi harapan

Kriteria pengujian jika  $p > 0,05$  maka sampel dinyatakan berasal dari populasi yang berdistribusi normal, dan sebaliknya.

Sedangkan uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah faktor-faktor diluar yang diteliti dan dapat berpengaruh terhadap variabel terikat dalam kondisi yang sama (homogen). Homogenitas diuji dengan menggunakan teknik matching test dari Sutrisno Hadi dengan rumus :

$$F = \frac{\text{Varians terbesar}}{\text{Varians terkecil}}$$

Kriteria yang digunakan adalah jika  $p > 0,05$  maka faktor-faktor dinyatakan homogen.

## 2. Uji Hipotesis

Uji hipotesis menggunakan analisis variansi 2 jalur, adapun tahap-tahap pengujiannya adalah ;

a. Menghitung komponen jumlah kuadrat (JK) yang terdiri atas :

JK a : jumlah kuadrat pada baris

JK b : jumlah kuadrat pada kolom

JK ab: jumlah kuadrat sel ab

JK g : jumlah kuadrat galat

b. Menghitung komponen derajat kebebasan (db) yang terdiri atas:

db a; db b; db ab; dan db g.

c. Menentukan rerata kuadrat (RK) yang terdiri atas:

RK a; RK b; RK ab; RK g

d. Menghitung statistik uji (F) yang terdiri atas :

F a ; F b; F ab.

e. Menentukan daerah kritik

f. Menentukan keputusan uji.

Dalam penelitian ini alat bantu untuk menghitung statistik digunakan soft ware SPSS version 11.0 dari Microsoft.

## H. Batasan Operasional Variabel Penelitian

Batasan-batasan operasional tersebut adalah sebagai berikut :

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Sampah                        | merupakan suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu sumber hasil aktivitas manusia maupun proses-proses alam yang tidak mempunyai nilai ekonomi, bahkan dapat mempunyai nilai ekonomi yang negatif. |
| Kematangan Sampah             | adalah keadaan sampah yang sudah mengalami proses dekomposisi sehingga wujud dari sampah sudah berubah dan hancur dengan tekstur yang lebih halus dari asalnya.   |
| Ketebalan Sampah              | adalah perlapisan timbunan sampah yang berada di lokasi tempat pembuangan sampah (TPA sampah).  |
| Gas Metana (CH <sub>4</sub> ) | adalah Gas yang molekulnya tersusun dari satu atom karbon dan empat atom hidrogen.  |
| pH (keasaman) sampah          | menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen dalam sampah, semakin tinggi kadar ion hidrogen dalam sampah semakin masam sampah tersebut   |
| Panas                         | adalah energi kinetik yang dikeluarkan berupa pancaran yang disebabkan oleh gesekan antara dua benda atau penekanan antar benda satu dengan yang lain.  |

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Deskripsi Wilayah TPA Puteri Cempo

##### 1. Kondisi Fisik

**a. Letak dan batas wilayah**

Secara administratif wilayah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Putri Cempo terletak dikelurahan Mojosongo, Kecamatan Jebres dengan batas-batas administrasi sebagai berikut yaitu : Sebelah timur berbatasan dengan Desa Ketekan (Karanganyar). Sebelah barat berbatasan dengan Desa Jantirejo. Sebelah utara berbatasan dengan Dusun Jengglong (Boyolali). Sebelah selatan berbatasan dengan Desa Randusari (Solo). Kecamatan Jebres terletak pada ketinggian 92 meter dari permukaan laut (DKP Kota Surakarta, 2004)

**b. Topografi**

Topografi merupakan gejala kenampakan bumi karena adanya gaya alam dari luar bumi yang terdapat dalam suatu daerah. Untuk daerah Jebres dataran agak berombak sehingga mengakibatkan pula adanya perbedaan kemiringan. Berdasarkan peta kemiringan lereng dari Pemerintah Kota Surakarta tahun 2000, distribusi kemiringan lahan di Jebres tergolong 25 % - 40 % (Badan Pusat Statistik Surakarta, 2004). Sebenarnya daerah ini merupakan dataran rawan terhadap banjir yang sifatnya subur dan ideal untuk lahan pertanian, tetapi karena perkembangan penduduk, maka lahan tersebut telah berubah menjadi daerah pemukiman penduduk yang padat.

**c. Tanah**

Kota Surakarta merupakan dataran rendah dan berada antara pertemuan sungai Pepe Jenes dengan Bengawan Solo. Tempat pembuangan Akhir (TPA) Surakarta mulai beroperasi pada tahun 1986 dan terletak di Kalurahan Mojosongo, Kecamatan jebres yang mempunyai luas 17 Ha dan dipergunakan 13 Ha, untuk makam 1 Ha, kantor garasi dan jalan 2 Ha, IPAL 1 Ha (DKP Kota Surakarta, 2004). Areal Tempat Pembuangan Akhir (TPA) merupakan lokasi tandus, pegunungan berbukit dan tebing yang terjal, merupakan tanah kosong, tidak subur bukan kawasan lindung flora maupun fauna. Sifat tanah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Putri Cempo (Irma, 1998) :

1). Aluvial coklat keabu-abuan dengan ciri sebagai berikut :

- a). Warna : coklat keabuan
- b). Tekstur : lempung
- c). Konsistensi : teguk (lembab), plastis (basah), keras (kering)
- d). Permeabilitas : rendah
- e). Kepekaan erosi : besar

Sifat tanah aluvial tergantung pada sifat batuan induk yang diendapkan, sehingga kesuburannya ditentukan keadaan material atau bahan asalnya. Warna tanah coklat yang merupakan ciri tanah baru, atau sebagai endapan baru. Warna tanah kelabu menunjukkan adanya bahan organik. Mengingat warna tanah di daerah penelitian adalah coklat, menunjukkan kedudukan muka air tanah yang agak dalam (Dinas Kebersihan dan Pertamanan Surakarta, 2004).

## 2). Regosol kelabu

Bahan induk berupa abu atau pasir gunung api intermediet, fisiografi vulkan. Jenis tanah ini terdapat dibagian barat dan selatan Kota Surakarta. Sifat-sifat tanah regosol (Irma, 1998) :

- a). Warna : kelabu
- b). Tekstur : biasanya kasar-halus
- c). Struktur : kersei-remah
- d). Konsistensi : lepas-gembur
- e). pH : 6 – 7
- f). Permeabilitas : rendah

## d. Iklim

Iklim adalah keadaan rata-rata udara pada suatu tempat yang luas dalam waktu yang lama dan merupakan hasil proses fisika di atmosfer. Iklim merupakan salah satu ekosistem di alam yang keberadaanya sulit untuk diduga. Oleh karena itu kondisi iklim pada suatu tempat kadang kala mengalami penyimpangan (Indwowyryatno, 1985 : 16)



Tipe iklim pada suatu wilayah dapat ditentukan dengan memperhatikan unsur-unsur iklim berupa curah hujan dan suhu dalam kurun waktu tertentu. Keadaan iklim berdasarkan pengukuran data lingkungan di lokasi TPA didapatkan suhu udara pagi hari antara 26 o C – 28 o C, siang hari 29 o C – 31 o C dan sore hari 26,4 o C – 32 o C, jika dibandingkan dari ketiga waktu tersebut maka suhu terendah pada pagi hari dan suhu tertinggi pada sore hari.

Kelembaban udara merupakan banyaknya kandungan uap air dalam satuan volume udara. Apabila kelembaban udara melebihi 75 % termasuk kriteria basah seperti yang ada pada pagi hari itu.

Kecepatan angin pada pagi hari antara 2 – 9 km/jam, siang hari 7,18 – 14,4 km/jam, sore hari 2,5 – 5 km/jam. Dari ketiga data tersebut menunjukkan bahwa pada waktu pagi hari angin tidak beraturan, terlihat arah angin 50o – 310o. Untuk mengetahui rata-rata suhu udara, kelembaban, tekanan udara, arah angin dan kecepatan angin pada tahun 2004, di TPA Putri Cempo lihat tabel:

**Tabel 3. Rata-Rata Suhu Udara , Kelembaban, Tekanan Udara, Arah Angin dan Kecepatan Angin Pada Tahun 2004 Di TPA Putri Cempo Surakarta**

| Bulan    | Suhu udara (°C) | Kelembaban (%) | Tekanan udara |       | Arah Angin (o) | Kecepatan Km/jam |
|----------|-----------------|----------------|---------------|-------|----------------|------------------|
|          |                 |                | QFF           | QFe   |                |                  |
| Januari  | 26.33           | 86             | 1010.7        | 997.7 | 240            | 06               |
| Februari | 26.80           | 88             | 1009.2        | 996.2 | 360            | 07               |

## B. Deskripsi Data

### 1. Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah terhadap Emisi Gas Metana (CH<sub>4</sub>)

Dalam penelitian ini variabel kematangan sampah dibedakan menjadi 3 (tiga) kriteria, yaitu; mentah (M0), matang (M1) dan sangat matang (M2), sedangkan variabel ketebalan sampah dibedakan menjadi 3 (tiga) kriteria, yaitu; ketebalan 0 meter (T0), ketebalan 1,5 meter (T1) dan ketebalan 3 meter (T2). Dengan demikian bentuk interaksi faktorial antara kedua variabel tersebut adalah sebagai berikut:

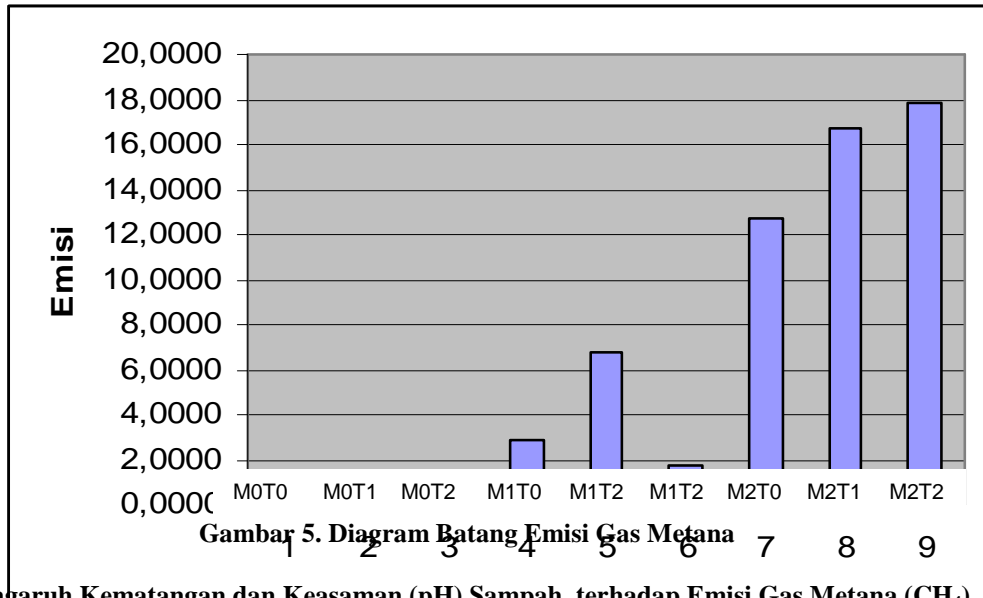
- M0T0 : sampah mentah ketebalan 0 meter
- M0T1 : sampah mentah ketebalan 1,5 meter
- M0T2 : sampah mentah ketebalan 3 meter
- M1T0 : sampah matang ketebalan 0 meter
- M1T1 : sampah matang ketebalan 1,5 meter
- M1T2 : sampah matang ketebalan 3 meter
- M2T0 : sampah sangat matang ketebalan 0 meter
- M2T1 : sampah sangat matang ketebalan 1,5 meter
- M2T2 : sampah sangat matang ketebalan 3 meter

Berdasarkan hasil pengukuran emisi gas metana pada masing-masing variabel tersebut dapat dideskripsikan seperti pada tabel berikut ini.

**Tabel 4. Emisi Gas Metana**

| Sumber | Emisi Gas Metana (mg/m <sup>2</sup> /menit) |
|--------|---|
| M0T0   | 0,0000                                      |
| M0T0   | 0,0000                                      |
| M0T1   | 0,3415                                      |
| M0T1   | 0,3400                                      |
| M0T2   | 0,9969                                      |
| M0T2   | 0,9969                                      |
| M1T0   | 2,8653                                      |
| M1T0   | 2,8645                                      |
| M1T1   | 6,6866                                      |
| M1T1   | 6,7855                                      |
| M1T2   | 1,6733                                      |
| M1T2   | 1,7555                                      |
| M2T0   | 12,7330                                     |
| M2T0   | 12,7800                                     |
| M2T1   | 16,8227                                     |
| M2T1   | 16,7000                                     |
| M2T2   | 17,8227                                     |
| M2T2   | 17,8238                                     |

Berdasarkan data tersebut, maka dapat dibuat diagram batang sebagai berikut:



**2. Pengaruh Kematangan dan Keasaman (pH) Sampah terhadap Emisi Gas Metana (CH<sub>4</sub>)**

Dalam penelitian ini variabel kematangan sampah dibedakan menjadi 3 (tiga) kriteria, yaitu; mentah (M0), matang (M1) dan sangat matang (M2), sedangkan variabel keasaman (pH) sampah dibedakan menjadi 3 (tiga) kriteria, yaitu; basa (K1), asam (K2) dan Netral (K3). Dengan demikian bentuk interaksi faktorial antara kedua variabel tersebut adalah sebagai berikut:

- M0K1 : sampah mentah pH basa
- M0K2 : sampah mentah ph asam
- M0K3 : sampah mentah ph netral
- M1K1 : sampah matang pH basa
- M1K2 : sampah matang ph asam
- M1K3 : sampah matang ph netral
- M2K1 : sampah sangat matang pH basa
- M2K2 : sampah sangat matang ph asam

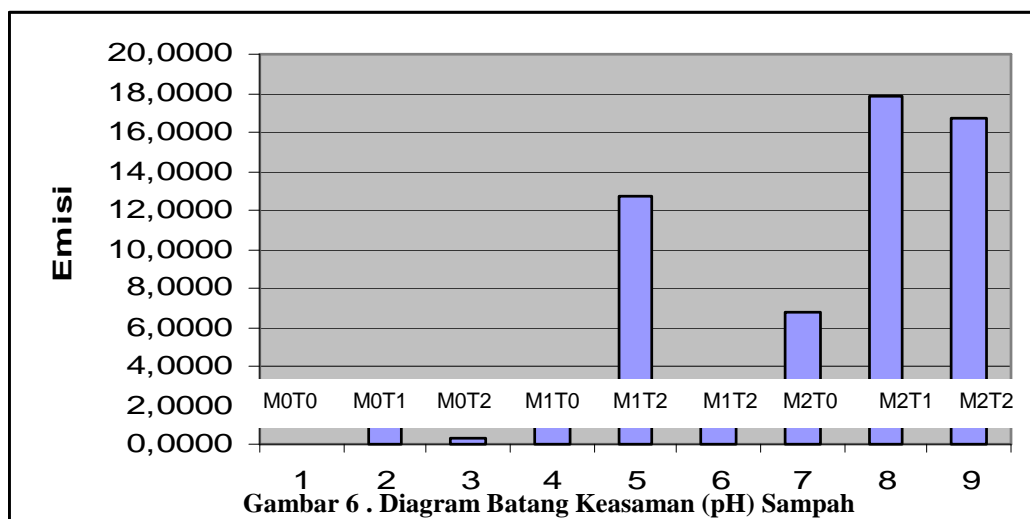
M2K3 : sampah sangat matang ph netral

Berdasarkan hasil pengukuran emisi gas metana pada masing-masing variabel tersebut dapat dideskripsikan seperti pada tabel berikut ini.

**Tabel 5. Emisi Gas Metana**

| Sumber | Emisi Gas Metana |
|--------|------------------|
| M0K1   | 0,0000           |
| M0K1   | 0,0000           |
| M0K2   | 0,9969           |
| M0K2   | 0,9969           |
| M0K3   | 0,3415           |
| M0K3   | 0,3400           |
| M1K1   | 1,6733           |
| M1K1   | 1,7555           |
| M1K2   | 12,7330          |
| M1K2   | 12,7800          |
| M1K3   | 2,8653           |
| M1K3   | 2,8645           |
| M2K1   | 6,6866           |
| M2K1   | 6,7855           |
| M2K2   | 17,8227          |
| M2K2   | 17,8238          |
| M2K3   | 16,8227          |
| M2K3   | 16,7000          |

Berdasarkan data tersebut, maka dapat dibuat diagram batang sebagai berikut:



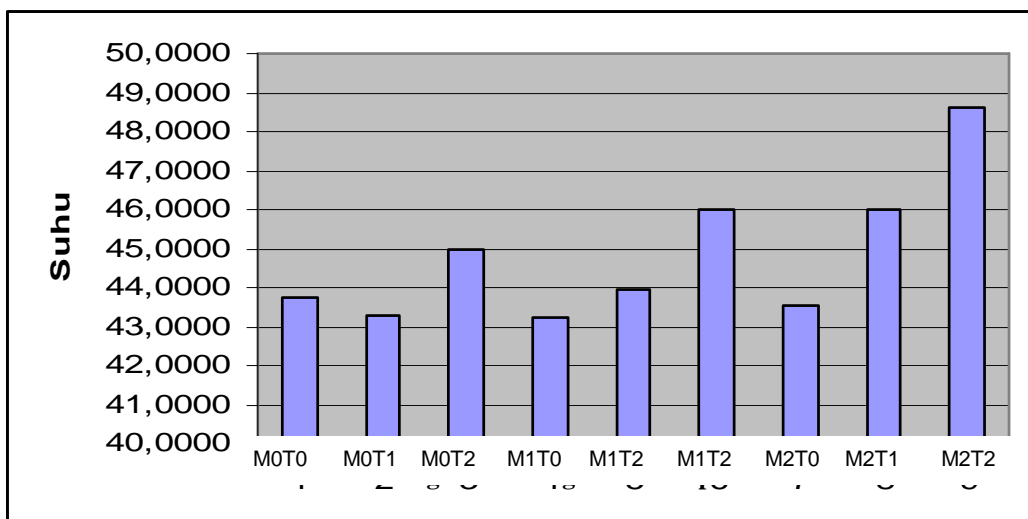
### 3. Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah terhadap Suhu

Data suhu sampah pada masing-masing interaksi faktor antara kematangan dan ketebalan sampah dapat dideskripsikan sebagai berikut:

**Tabel 6. Suhu Sampah**

| Sumber | Suhu Sampah |
|--------|-------------|
| M0T0   | 43,000      |
| M0T0   | 44,500      |
| M0T1   | 42,500      |
| M0T1   | 44,105      |
| M0T2   | 45,000      |
| M0T2   | 45,000      |
| M1T0   | 43,350      |
| M1T0   | 43,150      |
| M1T1   | 43,850      |
| M1T1   | 44,000      |
| M1T2   | 46,000      |
| M1T2   | 46,000      |
| M2T0   | 42,340      |
| M2T0   | 44,700      |
| Sumber | Suhu Sampah |
| M2T1   | 45,660      |
| M2T1   | 46,350      |
| M2T2   | 48,750      |
| M2T2   | 48,500      |

Berdasarkan data tersebut, maka dapat dibuat diagram batang sebagai berikut:



### C. Analisis Data

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengukuran tersebut di atas, maka teknik analisis data yang dilakukan pada penelitian ini adalah Analisis Variansi 2 Jalur. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat serta untuk mengetahui interaksi antar variabel bebas terhadap variabel terikat. Dalam melakukan analisis variansi diperlukan beberapa asumsi, yang meliputi uji homogenitas dan uji normalitas.

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui kesamaan variansi antar variabel bebas dan uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Dalam uji homogenitas digunakan uji Bartlet sedangkan uji normalitas menggunakan uji chi kuadrat. Hasil pengujian homogenitas dan normalitas dapat ditabulasikan seperti pada tabel berikut:

**Tabel 7. Uji Asumsi**

| Uji Asumsi  | Hasil                         | Keterangan  |
|-------------|-------------------------------|---|
| Homogenitas | F = 3,399<br>p = 1,83         | variansi antar kelompok homogen                         |
| Normalitas  | $\chi^2 = 1,111$<br>p = 0,981 | Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal. |

Karena uji asumsi telah dipenuhi, maka dapat dilanjutkan ke uji hipotesis sebagai berikut.

#### 1. Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah terhadap Emisi Gas Metana (CH<sub>4</sub>)

Hasil analisis variansi 2 jalur untuk mengetahui pengaruh kematangan dan ketebalan sampah terhadap emisi gas metana dapat ditabulasikan sebagai berikut:

**Tabel 8. Ringkasan Analisis Variansi Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah terhadap Emisi Gas Metana**

| Sumber     | Derajat Kebebasan | Jumlah Kuadrat | Rerata Kuadrat | F       | p     |
|------------|-------------------|----------------|----------------|---------|-------|
| Kematangan | 2                 | 780,8293       | 390,4146       | 21000   | 0,000 |
| Ketebalan  | 2                 | 22,7931        | 11,3966        | 6064,96 | 0,000 |
| Interaksi  | 4                 | 34,4776        | 8,6194         | 4587,03 | 0,000 |
| Galat      | 9                 | 0,0169         | 0,0019         |         |       |
| Total      | 17                | 838,1170       |                |         |       |

Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

- a. Kematangan sampah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi gas metana, dengan nilai F = 21000 dan p = 0,000

- b. Ketebalan sampah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi gas metana, dengan nilai  $F = 6064,96$  dan  $p = 0,000$
- c. Interaksi antara kematangan dan ketebalan sampah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi gas metana, dengan nilai  $F = 4587,03$  dan  $p = 0,000$ .

## 2. Pengaruh Kematangan dan Keasaman (pH) Sampah terhadap Emisi Gas Metana (CH<sub>4</sub>)

Hasil analisis variansi 2 jalur untuk mengetahui pengaruh kematangan dan keasaman (pH) sampah terhadap emisi gas metana dapat ditabulasikan sebagai berikut:

**Tabel 9. Ringkasan Analisis Variansi Pengaruh Kematangan dan Kematangan (pH) Sampah Emisi Gas Metana**

| Sumber     | Derajat Kebebasan | Jumlah Kuadrat | Rerata Kuadrat | F      | p     |
|------------|-------------------|----------------|----------------|--------|-------|
| Kematangan | 2                 | 539,9693       | 269,9847       | 14,000 | 0,000 |
| Ketebalan  | 2                 | 178,2745       | 89,1373        | 47,000 | 0,000 |
| Interaksi  | 4                 | 119,8562       | 29,9641        | 16,000 | 0,000 |
| Galat      | 9                 | 0,0169         | 0,0019         |        |       |
| Total      | 17                | 838,1170       |                |        |       |

Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

- a. Kematangan sampah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi gas metana, dengan nilai  $F = 14,000$  dan  $p = 0,000$
- b. Keasaman (pH) sampah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi gas metana sampah, dengan nilai  $F = 47,000$  dan  $p = 0,000$ .
- c. Interaksi antara kematangan dan keasaman sampah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi gas metana, dengan nilai  $F = 16,000$  dan  $p = 0,000$ .

## 3. Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah terhadap Suhu Sampah

Hasil analisis variansi 2 jalur untuk mengetahui pengaruh kematangan dan ketebalan sampah terhadap suhu sampah dapat ditabulasikan sebagai berikut.

**Tabel 10. Ringkasan Analisis Variansi Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah terhadap Suhu Sampah**

| Sumber     | Derajat Kebebasan | Jumlah Kuadrat | Rerata Kuadrat | F     | p     |
|------------|-------------------|----------------|----------------|-------|-------|
| Kematangan | 2                 | 14,042         | 7,021          | 11,49 | 0,003 |
| Ketebalan  | 2                 | 29,138         | 14,569         | 23,85 | 0,000 |

|       |    |        |       |      |       |
|-------|----|--------|-------|------|-------|
|       | 4  | 8,241  | 2,060 | 3,37 | 0,060 |
| Galat | 9  | 5,498  | 0,611 |      |       |
| Total | 17 | 56,920 |       |      |       |

Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

- a. Kematangan sampah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap suhu sampah, dengan nilai  $F = 11,49$  dan  $p = 0,003$ .
- b. Ketebalan sampah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap suhu sampah, dengan nilai  $F = 23,85$  dan  $p = 0,000$ .
- c. Interaksi antara kematangan dan ketebalan sampah tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap suhu sampah, dengan nilai  $F = 3,37$  dan  $p = 0,060$ .

#### D. Pembahasan

##### 1. Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah terhadap Emisi Gas Metana ( $CH_4$ )

Berdasarkan hasil analisis data diketahui bahwa kematangan sampah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi gas metana. Dalam penelitian sampel sampah yang diambil dengan tiga kriteria yaitu mentah, matang dan matang sekali. Kematangan sampah disebabkan aktivitas dekomposisi sampah oleh mikroorganisme pengurai. Sampah mentah merupakan sampah yang belum didekomposisikan oleh mikroorganisme, sampah matang adalah sampah yang telah didekomposisikan oleh mikroorganisme.

Gas metana merupakan gas yang dihasilkan dari proses fermentasi (pembusukan) secara anaerob terhadap materi organik oleh bakteri metana (*methanogen*) (Zehnder dan Stumm, 1988). Aktivitas bakteri methanogen terjadi pada tahap paling akhir dari proses pembusukan sampah. Pada tahap pertama pembusukan terjadi secara aerobik yaitu pembusukan oleh mikroorganisme yang memerlukan oksigen ( $O_2$ ), yang menghasilkan gas karbondiosida ( $CO_2$ ), air ( $H_2O$ ) dan nitrat. Proses pembusukan secara aerobik berlangsung kurang lebih selama 2 – 3 minggu sampai dengan persediaan oksigen di dalam sampah berkurang. Kemudian setelah gas oksigen habis, dilanjutkan dengan pembusukan secara anaerobik asam. Bakteri anaerobik menghasilkan karbondioksida dan asam organik, proses ini



berlangsung selama 1 – 2 tahun, dan suhu sampah telah menurun. Selanjutnya proses pembusukan memasuki fase terakhir yaitu anaerobik metana, pada proses ini aktivitas bakteri menghasilkan gas metana dan karbondioksida.

Ketebalan sampah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi gas metana. Pada penelitian ini ketebalan sampah diukur dengan 3 kriteria yaitu 0 m, 1,5 m dan 3 m. Karena aktivitas bakteri methanogen mensyaratkan harus dalam kondisi anaerob, maka semakin tebal sampah akan sangat mendukung kondisi tanpa oksigen (anaerob). Sumber oksigen dalam sampah yang utama berasal dari udara bebas (atmosfer), oleh karena itu lapisan atas sampah umumnya kaya dengan oksigen sehingga terjadi pembusukan secara aerobik. Semakin tebal lapisan sampah maka kandungan oksigennya semakin berkurang sehingga proses pembusukan sampah terjadi secara anaerobik dan menghasilkan gas metana.

Interaksi antara kematangan dan ketebalan sampah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi gas metana. Secara teoretis dapat dijelaskan bahwa kematangan sampah terjadi pada lapisan sampah yang tebal. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin matang dan semakin tebal sampah akan berpengaruh terhadap emisi gas metana.

## **2. Pengaruh Kematangan dan Keasaman (pH) Sampah terhadap emisi gas Metana (CH<sub>4</sub>)**

Kematangan sampah memiliki pengaruh terhadap emisi gas metana. Seperti pada uraian pembahasan di atas, bahwa aktivitas bakteri pada fase kedua yaitu pembusukan secara anaerobik asam menghasilkan zat sisa berupa karbondioksida dan zat asam organik. Adanya zat asam organik tersebut menyebabkan pH sampah menjadi turun atau bersifat masam. pH sampah akan semakin turun seiring dengan kematangan sampah, pada sampah yang matang memiliki pH yang lebih rendah daripada sampah yang belum matang (mentah). Dengan demikian sampah yang bersifat asam berpengaruh terhadap volume emisi gas metana.

pH sampah mempengaruhi emisi gas metana hal itu dikuatkan oleh pendapat Setyanto (2002) yang mengatakan bahwa produksi gas CH<sub>4</sub> dipengaruhi oleh kandungan-kandungan yang terdapat pada sampah diantaranya pH. Sampah merupakan sistem yang dinamis sehingga

interaksi antara kondisi lingkungan sampah dalam kaitannya dalam produksi  $\text{CH}_4$  akan sangat spesifik dan tergantung pada karakteristik lingkungan tempat pembentukannya. Kemasaman baik pada tanah ataupun sampah menentukan produksi  $\text{CH}_4$  karena akan mempengaruhi kinerja bakteri methanogen. Secara umum proses methanogenesis optimum pada pH 7. Ditinjau dari segi substrat dan hara, bakteri methanogen hanya dapat menggunakan beberapa jenis substrak sebagai sumber C dan sumber energi. Selain itu, keberadaan senyawa tertentu seperti  $\text{NO}_3$  dan  $\text{SO}_4$  dapat menekan produksi  $\text{CH}_4$  (Bowman, 1990). Dalam hal ini, bahan organik akan menstimulasi produksi  $\text{CH}_4$  sebagai akibat adanya peningkatan produksi fermentatif. Lebih lanjut dijelaskan oleh Partohardjono (2002), bahwa asam organik yang dihasilkan pada proses pembusukan sampah merupakan substrat bagi bakteri methanogen.

Interaksi antara kematangan dan keasaman sampah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi gas metana. Seperti pada penjelasan pengaruh kematangan dan ketebalan terhadap emisi gas metana, bahwa aktivitas pembusukan sampah akan menghasilkan zat sisa berupa asam organik.

### **3. Pengaruh Kematangan dan Ketebalan Sampah terhadap Panas dalam Sungkup Sampah**

Kematangan sampah dan ketebalan sampah memiliki pengaruh terhadap suhu sampah. Bakteri methanogen tergolong bakteri yang bersifat termofilik, yaitu bakteri yang tumbuh optimal pada suhu tinggi. Kisaran suhu optimal bakteri termofilik antara  $65^\circ\text{C}$  sampai dengan  $75^\circ\text{C}$ , di bawah suhu optimum pertumbuhan bakteri terhambat. Suhu sampah dapat mencapai kisaran  $70^\circ\text{C}$  terjadi karena aktivitas pembusukan bakteri aerobik. Hasil pembusukan secara aerob meninggalkan suhu yang cukup tinggi sehingga menciptakan kondisi suhu yang ideal untuk berlangsungnya pembusukan secara anaerob.

Dikarenakan panas yang keluar tertutup dan terakumulasi pada sungkup di atas tabung yang diberi ukuran skala suhu menunjukkan bahwa semakin lama panasnya semakin meningkat. Hal tersebut ditunjukkan skala suhu seperti di atas.



