

## Uji Pembentukan Biogas dari Sampah Pasar Dengan Penambahan Kotoran Ayam

Yommi Dewilda, Yenni, Dila Kartika

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis Padang 25163  
yommidewilda@yahoo.com

### Abstrak

Abstrak Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kotoran ayam dalam pembentukan biogas dari sampah pasar (sayur dan buah) tanpa pengkondisian lingkungan digester. Metode yang digunakan adalah anaerobic batch digester skala laboratorium 50 liter. Penentuan komposisi gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> melalui metode absorpsi dengan menggunakan absorban alkohol sedangkan komposisi gas CO<sub>2</sub> menggunakan absorban NaOH. Penelitian dilakukan selama 30 hari. Digester terdiri dari digester kontrol dan digester uji. Digester kontrol diisi dengan sampah sayur dan buah (C/N=37,6087; kadar air=55,3790%) dan penambahan air. Digester uji diisi dengan campuran sampah sayur dan buah, kotoran ayam (C/N=6,6320; kadar air 65,7653%) dan penambahan air. Digester kontrol dan uji diisi sebanyak 30 liter. Setelah pengamatan 30 hari, maka didapat produksi kumulatif biogas rata-rata adalah 21,20 liter (digester kontrol) dan 22,67 liter (digester uji). Komposisi rata-rata gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> pada pengujian hari ke-16 adalah 5,5787% dan 1,5031% (digester kontrol), 10,7181% dan 1,7516% (digester uji). Komposisi rata-rata gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> pada pengujian ke-30 adalah 11,2669% dan 2,5941% (digester kontrol), 25,1390% dan 3,0886% (digester uji). Penambahan kotoran ayam tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pembentukan biogas.

**Kata kunci:** biogas, digester, kotoran ayam, sampah sayur dan buah

### 1 Pendahuluan

Kota Padang merupakan salah satu kota di Indonesia yang menghasilkan sampah organik dalam jumlah yang cukup besar. Salah satu lokasi di Kota Padang yang berkontribusi dalam dalam menghasilkan sampah organik ini adalah adalah Pasar Raya. Komposisi sampah organik yang dihasilkan Pasar Raya mencapai 83,67% (Desnifa, 2009). Dengan kandungan bahan organik yang cukup besar ini, sampah Pasar Raya Kota Padang memiliki potensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan biogas.

Digunakannya sampah organik menjadi bahan baku pembuatan biogas akan sangat berpengaruh terhadap pengurangan jumlah timbulan sampah yang masuk ke TPA.

Berkurangnya timbunan sampah yang masuk ke TPA dapat mengurangi emisi gas  $CH_4$  ke atmosfer sehingga dapat memperkecil resiko *global warming*. Selain itu, sisa dari proses pembentukan biogas ini tidak akan mencemari lingkungan karena sisa yang dihasilkan sudah berupa sampah yang stabil yang tidak berbau dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Pemanfaatan limbah dengan cara ini secara ekonomi akan sangat kompetitif seiring naiknya harga bahan bakar minyak dan pupuk organik.

Dalam penelitian ini, dilakukan penambahan kotoran ayam terhadap sampah organik. Penambahan kotoran ayam dimaksudkan sebagai bahan tambahan yang berperan dalam fermentasi bahan organik yang terkandung dalam sampah hingga menjadi biogas. Menurut Purnomo (2009), produksi biogas terbaik diperoleh dari substrat limbah makanan dengan penambahan kotoran ayam. Kotoran ayam mengandung lebih banyak nitrogen sehingga dapat menghasilkan biogas dan pupuk lebih banyak (Insani, 2010). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai uji pembentukan biogas dari sampah organik dengan penambahan kotoran ayam.

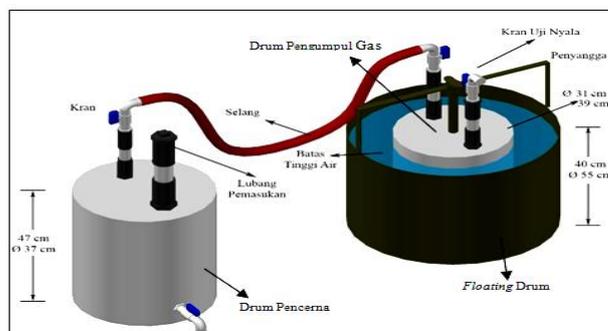
## 2. Metodologi

Penelitian dilakukan secara *batch anaerobic* skala laboratorium, dengan mempertimbangkan rentang kondisi ideal (rasio C/N dan kadar air) untuk pembentukan biogas berdasarkan literatur. Penelitian uji pembentukan biogas ini dilaksanakan di Ruang Penelitian Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang.

### Peralatan Penelitian

*Digester* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil modifikasi rancangan Mayasari, dkk (2010) dengan tipe *floating drum*. Pertimbangan pemilihan tipe *floating drum* ini adalah untuk memudahkan perhitungan volume gas setiap hari yang terbentuk selama proses fermentasi.

Rangkaian *digester* yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 4 unit, terdiri dari 2 unit rangkaian *digester* uji dan 2 unit rangkaian *digester* kontrol. Rangkaian alat yang berjumlah 2 unit untuk masing-masing *digester* kontrol dan uji (duplo) bertujuan agar percobaan yang dilakukan dapat menghasilkan data yang akurat. Rangkaian alat *digester floating drum* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perencanaan *Digester*

Alat-alat yang digunakan dalam rangkaian alat ini sebagai berikut:

- Drum aluminium volume 50 liter sebanyak 4 unit sebagai *digester*;
- Drum aluminium volume 30 liter sebanyak 4 unit sebagai pengumpul gas;
- Drum besi volume 95 liter sebanyak 4 unit untuk rangkaian *floating drum*;
- Kran sebanyak 12 unit;
- Selang HDPE panjang  $\pm 2$  m sebagai penyalur gas.

Peralatan pendukung penelitian meliputi:

- Alat pencacah sampah dan oven;
- Neraca analitik dan termometer;
- Kertas pH dan meteran.

### **Bahan Penelitian**

Bahan isian yang digunakan yaitu substrat sampah sayur dan buah dari Pasar Raya Kota Padang, ko-substrat kotoran ayam dan air. Kotoran ayam berasal dari salah satu peternakan ayam yang ada di Kota Padang. Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari air kran Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang.

Prosedur pembuatan bahan isian adalah sebagai berikut:

- Memilah sampah organik (sampah yang digunakan sebagai substrat pada penelitian ini berupa sampah sayur-sayuran dan buah-buahan);
- Mencacah sampah sayur dan buah;
- Membuat bahan isian *digester* kontrol, yaitu dengan mencampurkan substrat sampah organik dan air;
- Membuat bahan isian *digester* uji, yaitu dengan mencampurkan substrat sampah organik dengan ko-substrat kotoran ayam dan air;
- Mengaduk bahan isian untuk masing-masing *digester* sampai merata;
- Memasukkan bahan isian yang telah diaduk ke dalam *digester*;
- Menambahkan *starter* EM-4 sebanyak 7 ml/*digester*, untuk mempercepat tercapainya tahap hidrolisis dan mempercepat proses penguraian bahan isian.

Bahan isian yang dimasukkan ke dalam *digester* memenuhi 2/3 bagian dari volume *digester*, yaitu  $\pm 30$  liter.

### **Uji Pendahuluan**

Uji pendahuluan meliputi penentuan rasio C/N dan kadar air substrat sampah organik dan ko-substrat kotoran ayam, yang digunakan untuk menentukan perbandingan jumlah substrat, ko-substrat dan air yang digunakan sebagai bahan isian pembentukan biogas. Hasil uji pendahuluan ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Uji Pendahuluan

Uji Pendahuluan	Bahan Isian	
	Sampah Sayur dan Buah	Kotoran Ayam
Rasio C/N	37,6087	6,6320
Kadar Air (%)	55,3790	65,7653

### Penentuan Jumlah Substrat, Ko-substrat dan Air

Rasio C/N yang disyaratkan untuk pembentukan biogas, yaitu 20-30 (Fithry, 2010). Kadar air yang disyaratkan untuk pembentukan biogas, yaitu 91-93% (Ratnaningsih, 2009). Jumlah substrat dan ko-substrat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Yuwono, 2006):

$$C/N = \frac{(A \times B) + (C \times D)}{B + D} \quad (1)$$

Keterangan:

- C/N : nilai rasio C/N yang dicari  
A : nilai rasio C/N bahan 1  
B : massa/volume bahan 1  
C : nilai rasio C/N bahan 2  
D : massa/volume bahan 2

Tabel 2 menunjukkan jumlah substrat, ko-substrat dan air yang digunakan pada penelitian ini (yang ditetapkan berdasarkan hasil uji pendahuluan) serta kondisi awal bahan isian pada penelitian ini.

**Tabel 2.** Jumlah substrat, ko-substrat dan air

<i>Digester</i>	Jenis Substrat	Rasio C/N	Kadar Air (%)
Kontrol 1	Substrat + Air	34,3949	91,3592
Kontrol 2	Substrat + Air	34,0667	90,6927
Uji 1	Substrat + Ko-substrat + Air	26,4584	92,9148
Uji 2	Substrat + Ko-substrat + Air	26,0334	90,4286

### Pembuatan Biogas

Berdasarkan jenis bahan isian yang digunakan, maka pembuatan biogas pada penelitian ini dapat dibedakan sebagai berikut:

- Digester* kontrol (substrat sampah sayur dan buah + air)
- Digester* uji (substrat sampah sayur dan buah + ko-substrat kotoran ayam + air)

Parameter yang diamati adalah:

- pH  
Pemantauan pH dilakukan 1 kali dalam 5 hari menggunakan kertas pH.
- Temperatur  
Pemantauan temperatur dilakukan 1 kali dalam 5 hari menggunakan termometer.
- Level kenaikan drum pengumpul gas  
Kenaikan drum pengumpul biogas diamati setiap harinya.

Proses pengadukan dilakukan setiap hari untuk menghindari terbentuknya kerak (*scum*). Pengadukan dilakukan dengan cara menggoyangkan *digester*.

Pembentukan biogas direncanakan berlangsung dengan memanfaatkan rentang temperatur Kota Padang yang berkisar 22-31,7°C (termasuk rentang temperatur

*mesophilic*), sehingga tidak dilakukan pemanasan *digester* ataupun pengkondisian temperatur (Mayasari dkk, 2010). Menurut Deublein & Steinhauser (2008), waktu tinggal yang cocok untuk rentang temperatur *mesophilic* adalah 30 hari.

### **3. Hasil dan Pembahasan**

#### **Perbandingan Biogas dari Digester Kontrol dengan Biogas dari Digester Uji**

##### **A. Volume Biogas**

Perhitungan volume dilakukan dengan melihat perubahan ketinggian drum aluminium pengumpul biogas. Volume biogas dihitung dengan menggunakan rumus volume tabung yaitu mengalikan luas permukaan dengan tinggi kenaikan drum pengumpul biogas.

Produksi harian biogas untuk *digester* uji dimulai lebih awal dibandingkan dengan *digester* kontrol. Dimana *digester* uji dimulai pada hari ke-2 sedangkan *digester* kontrol dimulai pada hari ke-4. Hal ini bisa disebabkan oleh jumlah bakteri yang berperan dalam bahan isian dalam *digester* uji untuk memproduksi biogas tidak sama dengan jumlah bakteri yang terdapat dalam *digester* kontrol pada waktu yang sama. Hal ini juga dikarenakan bakteri hidrolitik terdapat dalam jumlah yang besar dalam kotoran unggas karena reproduksinya sangat cepat. Bakteri ini memecah senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana (Siallagan, 2010).

Volume kumulatif biogas yang dihasilkan *digester* uji tidak jauh lebih besar jumlahnya dibandingkan dengan volume biogas kumulatif yang dihasilkan *digester* kontrol. Rata-rata volume biogas kumulatif *digester* uji adalah 22,67 liter, sedangkan rata-rata volume biogas kumulatif *digester* kontrol adalah 21,20 liter. Dapat disimpulkan bahwa penambahan ko-substrat kotoran ayam ke dalam substrat sampah sayur dan buah, tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap volume biogas yang dihasilkan yaitu sekitar  $\pm 3,35\%$  lebih besar daripada pembentukan biogas dari substrat sampah sayur dan buah saja.

Terjadi perbedaan nilai pH yang sedikit berarti antara *digester* kontrol dan *digester* uji. *Digester* kontrol cenderung memiliki pH asam dari awal hingga akhir penelitian. Namun, nilai pH untuk *digester* uji cenderung naik hingga mencapai angka mendekati netral.

Hasil pengamatan pH *digester* kontrol dan uji selama 30 hari pengujian pembentukan biogas menunjukkan kondisi yang asam, dan kenaikan pH yang terjadi hanya mampu mencapai pH 6 (*digester* uji) dan pH 5 (*digester* kontrol). Kondisi ini menunjukkan bahwa, bakteri penghasil asam tumbuh terlalu cepat sehingga asam yang dihasilkan akan lebih banyak dari jumlah yang dapat dikonsumsi oleh bakteri penghasil metan, akibatnya sistem akan terlalu asam (Ratnaningsih, 2009). Walaupun demikian, tidak berarti bahwa gas metan belum diproduksi. Metana tetap diproduksi oleh bakteri metan tetapi belum optimal. Ada sebagian bakteri metan yang mampu bertahan pada pH dibawah 4 dengan hasil kerja yang tidak optimal (Ramli, 2009). Nilai temperatur *digester* kontrol dan *digester* uji tidak jauh berbeda ( $26^{\circ}\text{C}$ - $28,5^{\circ}$ ) karena tidak adanya pengkondisian temperatur optimum selama proses pembentukan biogas. Nilai temperatur yang berperan dalam proses pembentukan

biogas ini mengakibatkan proses pembentukan metana berlangsung tidak sempurna dan memerlukan waktu yang lama untuk sampai ke tahap ini. Temperatur kerja yang optimum untuk penghasil biogas adalah 35°C, sedangkan pencernaan anaerobik dapat berlangsung pada kisaran 5°C sampai 55°C. Sehingga gas metan masih dihasilkan selama proses fermentasi, namun tidak optimum (Kadarwati, 2003 dalam Chotimah, 2010).

Pada pengujian di laboratorium, pembentukan gas CH<sub>4</sub> juga berlangsung pada temperatur yang sangat dingin (hingga di bawah -3°C). Berdasarkan beberapa literatur di atas, dapat disimpulkan bahwa pembentukan biogas bisa berlangsung pada kisaran temperatur -3°C hingga 60°C. Akan tetapi, pengaturan temperatur *digester* sulit dilaksanakan (Damanhuri, 2008). Oleh karena itu, penggunaan temperatur lokal sepertinya sudah cukup baik untuk menghasilkan biogas.

### **B. Perbandingan Komposisi Biogas**

Penentuan komposisi biogas yang dihasilkan *digester* kontrol dan uji dilaksanakan dengan 2 (dua) metode yang sama, yaitu dengan uji kuantitatif dan uji kualitatif. Penentuan komposisi biogas dilaksanakan 2 kali, yaitu pada hari ke-16 dan hari ke-30.

#### **➤ Perbandingan Uji Kuantitatif**

Pengukuran komposisi biogas dilakukan dengan metode absorpsi gas. Gas yang terbentuk ditampung dalam tangki penampung gas yang terhubung dengan *digester*. Gas yang telah terkumpul disalurkan ke absorban CO<sub>2</sub> (NaOH) dan absorban CH<sub>4</sub> (alkohol) untuk dihitung komposisinya.

Kandungan gas CH<sub>4</sub> untuk masing – masing *digester* kontrol dan uji masih dapat dikatakan sangat rendah. *Digester* uji sedikit mengungguli kandungan gas CH<sub>4</sub> untuk *digester* kontrol.

Pada pengujian hari ke-16, kandungan gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> rata-rata *digester* kontrol adalah 5,5787% dan 1,5031%. Pada pengujian hari ke-30, kandungan gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> rata-rata *digester* kontrol adalah 11,2669% dan 2,5941%.

Pada pengujian hari ke-16, kandungan gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> rata-rata *digester* uji adalah 10,7181% dan 1,7516%. Pada pengujian hari ke-30, kandungan gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> rata-rata *digester* uji adalah 25,1390% dan 3,0886%.

Pada pengujian hari ke-16, gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> rata-rata *digester* uji relatif lebih besar dari *digester* kontrol, yaitu 31,54% untuk CH<sub>4</sub> dan 7,64% untuk CO<sub>2</sub>. Pada pengujian hari ke-30, gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> rata-rata *digester* uji relatif lebih besar daripada *digester* kontrol, yaitu 38,10% untuk CH<sub>4</sub> dan 8,70% untuk CO<sub>2</sub>. Dapat disimpulkan bahwa, kotoran ayam memberikan pengaruh terhadap kandungan metan yang akan terbentuk selama proses fermentasi. Kotoran ayam dapat meningkatkan nilai pH selama proses pembentukan biogas yang menyebabkan proses pembentukan biogas dapat berlangsung sehingga biogas yang dihasilkan memiliki kadar metan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *digester* kontrol.

➤ **Perbandingan Uji Kualitatif**

Uji kualitatif yang dilakukan terhadap *digester* kontrol dan uji ternyata tidak memiliki perbedaan yang berarti. Ini dikarenakan kandungan metan yang terkandung dalam biogas kontrol dan uji cenderung sama. Pada proses uji kualitatif pertama dan kedua diketahui bahwa kualitas gas yang dihasilkan dari kedua *digester* kontrol dan uji tergolong sangat rendah. Biogas yang dikeluarkan dari masing-masing *digester* kontrol dan uji tidak dapat terbakar, yang berarti bahwa gas metan yang terdapat dalam biogas *digester* kontrol sangat sedikit pada saat uji kuantitatif pertama dan kedua. Hal ini sesuai dengan hasil uji kuantitatif biogas *digester* kontrol dan uji yang menunjukkan persentase gas metan yang kecil.

**Kondisi Akhir Bahan Isian**

Penentuan rasio C/N dan kadar akhir bahan isian, digunakan untuk melihat perubahan kondisi bahan isian setelah dicerna dalam *digester* selama 30 hari.

Pada hari ke-30, nilai rasio C/N bahan isian *digester* kontrol turun menjadi 10,9936 (kontrol 1) dan 11,3067 (kontrol 2). Nilai rasio C/N bahan isian *digester* uji mengalami penurunan hingga menjadi 16,3938 (uji 1) dan 17,6778 (uji 2).

Unsur karbon dan bahan organik merupakan makanan pokok bagi bakteri anaerob. Dari hasil penelitian diperoleh nilai imbang C/N akhir dari tiap-tiap bahan isian nilainya semakin kecil setelah mengalami proses fermentasi selama 30 hari. Hal ini disebabkan oleh unsur karbon dan bahan organik lainnya terurai. Menurut Wulandari (2006) dalam Harahap (2007), unsur carbon (C) sebagai energinya dan nitrogen (N) akan digunakan bakteri sebagai bahan untuk membangun struktur sel tubuhnya. Itulah sebabnya mengapa ratio C/N semakin menurun.

Dilihat dari nilai akhir C/N dan kadar air, maka kondisi akhir bahan isian pembentukan biogas ini dapat dimanfaatkan sebagai pupuk. Nilai rasio C/N akhir untuk *digester* kontrol 1 dan 2 berturut-turut adalah 10,9936 dan 11,3067. Sedangkan untuk *digester* uji 1 dan uji 2 berturut-turut adalah 16,3938 dan 17,6778. Rasio C/N untuk pupuk adalah 10-20 dengan kadar air maksimum 50% (SNI: 19-7030-2004).

**4. Kesimpulan**

*Digester* uji menghasilkan biogas dengan volume yang relatif lebih besar 3,35% dibandingkan *digester* kontrol. Penambahan ko-substrat kotoran ayam ke dalam substrat sampah sayur dan buah dapat mempercepat pembentukan biogas pada tahap awal. Akan tetapi, ko-substrat kotoran ayam tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap volume maupun komposisi CH<sub>4</sub> yang akan terbentuk. Hal ini dikarenakan kotoran ayam lebih banyak mengandung bakteri hidrolitik yang dapat mempercepat proses awal.

**Saran**

1. Penambahan inokulum bakteri metan sebelum penelitian pembentukan biogas dimulai;

2. Adanya pengkondisian pH dan temperatur hingga memenuhi kondisi optimum pembentukan biogas;
3. Adanya pengukuran terhadap gas-gas lain yang dihasilkan selama proses pembentukan biogas;
4. Sebaiknya perhitungan komposisi biogas dilaksanakan dengan menggunakan *Gas Chromatography* agar hasil yang didapatkan lebih akurat;
5. Adanya identifikasi bakteri selama proses pembentukan biogas.

#### **Daftar Pustaka**

- Chotimah, Siti Nur. 2010. *Pembuatan Biogas Dari Limbah Makanan Dengan Variasi Dan Suhu Substrat Dalam Biodigester Anaerob*. Tugas Akhir. Jurusan Biologi USM: Surakarta
- Damanhuri, Enri, 2010. *Diktat Pengelolaan Sampah*. Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung: Bandung
- Damanhuri, Enri, 1993. *Pengaruh Perubahan Temperatur Terhadap Produksi Gas Metan Dari Sampah Dengan Kadar Materi Terbiodegradasi Tinggi*. Jurnal Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung No. 2 Vol. 1: Bandung
- Desnifa, Lea. 2009. *Satuan Timbulan, Komposisi dan Potensi Daur Ulang Sampah Komersil Kota Padang Tahun 2009*. Tugas Akhir. Teknik Lingkungan Universitas Andalas: Padang
- Fitrihy, Yulia. 2010. *Pengaruh Penambahan Cairan Rumen Sapi Pada Pembentukan Biogas Dari Sampah Buah Mangga Dan Semangka*. Tesis. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta
- Mayasari, dkk. 2010. *Pembuatan Biodigester Dengan Uji Coba Kotoran Sapi Sebagai Bahan Baku*. Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik USM: Surakarta
- Purnomo, Agus. 2010. *Pengaruh Suhu dan Sumber Inokulum Terhadap Produksi Biogas dari Limbah Makanan Pada Perombakan Anaerob*. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas FMIPA USM: Surakarta
- Ramli, Muhammad dan Suprihatin. 2009. *Beban Pencemaran Limbah Cair Industri tahu dan Analisis Alternatif Strategi Pengelolannya*. Jurnal Purifikasi, Jakarta: No. 2, Vol 10 Desember 2009
- Ratnaningsih. 2009. *Potensi Pemebentukan Biogas Pada Proses Biodegradasi Campuran Sampah Organik Segar Dan Kotoran Sapi Dalam Batch reaktor Anaerob*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Trisakti: Jakarta
- Siallagan, Nurmay Siska Rosilawati 2010. *Kinerja Bioreaktor Anaerobik Terhadap Pengaruh Waktu Tinggal Dan Perbandingan Limbah Cair Tahu Dengan Air Pada Proses Fermentasi Dalam Menghasilkan Biogas*. Tesis. Fakultas Teknik USU: Medan
- Yuwono, Dipo. 2006. *Kompos*. Cetakan Ketiga. Penebar Swadaya: Jakarta