

PERANCANGAN DIGESTER UNTUK MENGHASILKAN BIOGAS DARI KOTORAN TERNAK BABI DI DESA RUMOONG BAWAH KABUPATEN MINAHASA SELATAN

Benny L. Maluegha, Tertius V. Y. Ulaan, Markus K. Umboh

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado

ABSTRAK

Kotoran ternak babi yang tidak ditangani merupakan masalah yang mengganggu kehidupan masyarakat karena pencemaran lingkungan yang ditimbulkannya. Untuk mengatasi masalah tersebut, kotoran ternak babi yang ada bisa diolah dalam sebuah unit digester untuk menghasilkan biogas. Selain itu, kotoran ternak babi yang telah diolah tidak akan menimbulkan bau yang mengganggu, dan menjadi pupuk dengan kualitas tinggi.

Kegiatan IbM yang dilakukan di Desa Rumoong Bawah ini dimaksudkan agar masyarakat dapat memahami pentingnya biogas, dan nantinya dapat merancang sebuah unit digester dan membangunnya. Dalam rangka mencapai maksud tersebut, kegiatan pertama yang akan dilakukan adalah survei lokasi. Kemudian dari hasil survei itu ditindaklanjuti dengan perancangan unit digester yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Selanjutnya dilaksanakan penyuluhan/pelatihan agar masyarakat dapat memahami teknologi biogas.

Berdasarkan hasil survei dan analisis potensi biogas yang ada, dengan memperhitungkan semua ternak babi yang ada di Desa Rumoong Bawah, diperkirakan potensi biogas yang bisa dihasilkan secara keseluruhan adalah sebanyak 136 m³ per hari, yang setara dengan 62,56 kg elpiji dan 84,32 liter minyak tanah. Untuk satu peternakan babi di Desa Rumoong Bawah yang memiliki 35 ekor babi, bisa dibangun digester jenis *fixed dome* dengan daya tampung 12 m³, yang berdiameter 3 meter dan tinggi 1,7 meter.

Kata kunci: biogas, digester, Rumoong Bawah

I. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang ini gas elpiji dan minyak tanah merupakan sumber bahan bakar utama untuk memasak bagi masyarakat Indonesia. Meskipun bagi masyarakat di tempat-tempat terpencil, kayu bakar masih menjadi satu-satunya pilihan. Namun, bahan-bahan tersebut merupakan sumber energi yang tidak terbarukan, artinya ketersediaannya akan terus menyusut jika terus-menerus digunakan. Berkurangnya cadangan bahan bakar ini tentunya akan membuat harganya semakin naik sehingga akan menyusahakan kehidupan masyarakat. Selain itu, dalam jangka panjang, hal ini akan menjadi ancaman serius bagi ketahanan energi di masa depan mengingat kehidupan manusia di masa sekarang dan di masa yang akan datang semakin mengandalkan ketersediaan energi yang memadai.

Oleh karena itu, semua potensi sumber energi yang ada harus diidentifikasi, dikembangkan, dan dimanfaatkan untuk menjamin ketahanan energi di masa depan. Terutama pemanfaatan energi yang berasal dari sumber-sumber energi terbarukan harus semakin didorong karena energinya tidak akan habis dan dalam pengembangan serta pemanfaatannya pun lebih ramah lingkungan.

Dalam rangka memenuhi kebutuhan sehari-hari sebuah rumah tangga yakni untuk memasak, biogas bisa menjadi pilihan utama. Selain sebagai bahan

bakar, biogas memiliki manfaat sebagai berikut: (Said 2010)

1. menghasilkan bentuk energi lain, berupa panas, cahaya, dan listrik;
2. mengubah limbah organik menjadi pupuk berkualitas;
3. meningkatkan kebersihan lingkungan dengan mengurangi patogen-patogen, telur cacing, dan lalat;
4. mengurangi kapasitas dan waktu pekerjaan, khususnya bagi wanita pada pekerjaan mengambil kayu bakar dan memasak;
5. memperbaiki lingkungan melalui mencegah erusakan tanah, udara, dan tumbuh-tumbuhan;
6. memberikan manfaat secara mikro ekonomi melalui substitusi energi dan pupuk organik, penambahan sumber pendapatan, dan meningkatkan hasil kegiatan peternakan dan pertanian;
7. memberikan manfaat secara makro ekonomi dengan desentralisasi energi, dan proteksi terhadap lingkungan.

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari bakteri metanogenik yang terjadi pada material-material yang dapat terurai secara alami dalam kondisi tanpa oksigen dari udara (anaerobik). Contoh dari material-material yang dimaksud adalah sampah, kotoran hewan, dan kotoran manusia.

Biogas dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar karena memiliki persentase gas metana (CH₄) yang

cukup besar. Tabel 1.1 menunjukkan komponen-komponen penyusun biogas.

Tabel 1.1 Komponen penyusun biogas

Jenis Gas	Jumlah (%)
Metana (CH ₄)	55 – 75
Karbon dioksida (CO ₂)	25 – 45
Karbon monoksida (CO)	0 – 0,3
Nitrogen (N)	1 – 5
Hidrogen (H ₂)	0 – 3
Hidrogen sulfida (H ₂ S)	0,1 – 0,5
Oksigen (O ₂)	Sisanya

Biogas kira-kira memiliki berat 20% lebih ringan dari udara dan memiliki suhu pembakaran antara 650 – 750°C. Biogas tidak berbau dan berwarna. Apabila dibakar, akan menghasilkan nyala api biru cerah seperti gas LPG. Nilai kalor gas metana adalah 20 MJ/m³ dengan efisiensi pembakaran 60% pada kompor biogas konvensional. Gas metana (CH₄) termasuk gas yang menimbulkan efek rumah kaca yang menyebabkan terjadinya fenomena pemanasan global. Hal ini karena gas metana memiliki dampak 21 kali lebih tinggi dibandingkan gas karbondioksida (CO₂). Pengurangan gas metana secara lokal dapat berperan positif dalam upaya mengatasi masalah global, terutama efek rumah kaca yang berakibat pada perubahan iklim global.

Pada dasarnya penggunaan biogas memiliki keuntungan ganda, yaitu gas metan yang dihasilkan bisa berfungsi sebagai bahan bakar, sedangkan limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan bisa digunakan sebagai pupuk organik. Salah satu dari beberapa hal menarik pada teknologi biogas adalah kemampuannya untuk membentuk biogas dari limbah organik yang jumlahnya berlimpah dan tersedia secara bebas. Potensi produksi gas dari beberapa kotoran hewan diperlihatkan dalam Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Potensi produksi gas dari berbagai tipe kotoran (Wahyuni 2010)

Tipe kotoran hewan	Produksi gas per kg kotoran (m ³)
Sapi	0,023 – 0,040
Babi	0,040 – 0,059
Peternakan ayam	0,065 – 0,116
Manusia	0,020 – 0,028

Bagi masyarakat yang memelihara ternak, kotoran yang dihasilkan ternak tersebut yang sebelumnya menjadi limbah yang tidak berguna dan sangat mengganggu dapat diolah menjadi sesuatu yang sangat berguna. Tabel 1.3 memperlihatkan jumlah kotoran padat dan kotoran cair yang dihasilkan oleh seekor ternak dewasa.

Tabel 1.3 Hasil kotoran dari seekor ternak dewasa (Setiawan 2009)e

Jenis ternak	Kotoran padat (kg/hari)	Kotoran cair (kg/hari)
Sapi	22,59	9,07
Kuda	16,10	3,63
Babi	2,72	1,59
Domba	1,13	0,68
Ayam	0,05	-

Jumlah biogas yang bisa dihasilkan oleh ternak yang dipelihara dapat dihitung berdasarkan Tabel 1.2 dan Tabel 1.3 Kesetaraan biogas dengan energi lainnya, dari beberapa hasil kajian termasuk oleh Departemen Pertanian, diperlihatkan dalam Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Kesetaraan biogas dengan bahan bakar lain (Badrusallam 2008)

Jenis bahan bakar	Jumlah
Biogas	1 m ³
Elpiji	0,46 kg
Minyak tanah	0,62 liter
Minyak solar	0,52 liter
Bensin	0,80 liter
Gas kota	1,50 m ³
Kayu bakar	3,50 kg

Oleh karena itu, berdasarkan Tabel 4 bisa diperkirakan kuantitas jenis bahan bakar lain yang dihasilkan oleh banyaknya ternak yang dipelihara. Dengan demikian, masyarakat pemelihara ternak dapat memanfaatkannya sesuai dengan kebutuhan masing-masing.

Biogas dapat dihasilkan secara alami. Namun, untuk mempercepat dan menampung gas ini, diperlukan alat yang memenuhi syarat terjadinya gas tersebut. Jika kotoran ternak yang telah dicampur air atau isian (*slurry*) dimasukkan ke dalam alat pembuat biogas, maka akan terjadi proses pembusukan yang terdiri dari dua tahap: proses aerobik dan proses anaerobik. Pada proses yang pertama diperlukan oksigen dan hasil prosesnya berupa karbon dioksida (CO₂). Proses ini berakhir setelah oksigen di dalam alat ini habis. Selanjutnya, proses pembusukan berlanjut dengan tahap kedua (proses anaerobik). Pada proses yang kedua inilah biogas dihasilkan. Dengan demikian, untuk menjamin terjadinya biogas, alat ini harus tertutup rapat, tidak berhubungan dengan udara luar sehingga tercipta kondisi hampa udara.

Walaupun proses kimia terbentuknya gas ini cukup rumit, tetapi cara menghasilkannya tidak sesulit proses pembentukannya. Dengan teknologi sederhana yang dapat dilakukan oleh masyarakat pedesaan, gas ini dapat dihasilkan dengan baik. Dengan demikian, teknologi sederhana ini sangat tepat jika dikembangkan di pedesaan karena selain teknologinya mudah, bahan bakunya pun cukup tersedia. Teknologi ini terutama cocok dikembangkan di daerah pedesaan yang memiliki

peternakan karena berpotensi sebagai penghasil kotoran ternak.

Apabila produk akhir biogasnya benar-benar terbebas dari unsur-unsur H₂S, CO₂, dan partikulat lainnya, yang merupakan unsur kotoran, maka biogas tersebut sudah mencapai titik kualitas yang sangat baik, atau yang lazim disebut dengan kualitas *pipeline* yang nilainya mendekati atau bahkan setara dengan gas alam. Tentu saja, dengan kualitas *pipeline*, penggunaan biogasnya sama dengan gas alam, bahkan sudah sangat layak jika digunakan untuk pembangkit listrik, pemanas ruangan, atau bahan bakar untuk memasak. Dalam kondisi yang dikompresikan pun, mampu menjadi energi pada kendaraan.

2. TUJUAN

Berdasarkan uraian pada bagian sebelumnya, biogas sangat bermanfaat bagi kehidupan masyarakat, khususnya bagi mereka yang memelihara hewan ternak. Kotoran hewan ternak babi yang biasanya hanya “terbuang percuma”, setelah dimasukkan dalam digester (wadah kedap udara tempat kotoran dimasukkan agar terjadi proses penguraian kotoran secara biologis dengan bantuan bakteri methanogenesis) tidak akan berbau. Kotoran yang telah diolah di digester pun bisa digunakan sebagai pupuk organik.

Oleh karena itu, tim pengabdian kepada masyarakat bermaksud untuk membantu masyarakat Desa Rumooong Bawah dengan target supaya mereka memahami manfaat biogas dalam menunjang kehidupan sehari-hari, serta bisa merancang dan membangun sebuah digester untuk pengolahan kotoran ternak babi agar bisa menghasilkan biogas.

3. METODE PELAKSANAAN

Untuk mencapai tujuan yang ditetapkan, ada serangkaian kegiatan yang akan dilakukan yang diuraikan sebagai berikut:

1. Survei lokasi
Langkah pertama ini dilakukan untuk mencari tahu secara pasti jumlah ternak babi yang ada di Desa Rumooong Bawah agar dapat diperkirakan potensi energi biogas yang bisa dimanfaatkan.
2. Perancangan unit digester
Data hasil survei digunakan sebagai dasar perancangan sebuah unit digester.
3. Penyuluhan
Dalam kegiatan ini, tim pengabdian kepada masyarakat akan memberikan materi tentang manfaat biogas, serta mengajarkan cara merancang dan membuat digester.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Potensi Biogas Desa Rumooong Bawah

Desa Rumooong Bawah merupakan salah satu desa di Kecamatan Amurang Barat dengan luas 7,5 km². Desa ini secara geografis terletak pada 1,1728°LU dan 124,5715°BT. Desa Rumooong Bawah memiliki penduduk sebanyak 860 jiwa yang masuk dalam 277 keluarga (BPS Kab. Minsel, 2017). Sebagian besar penduduk menggantungkan hidupnya dalam sektor perkebunan (BPS Kab. Minsel, 2016).

Beberapa keluarga mempunyai usaha peternakan babi dengan jumlah yang cukup besar. Berdasarkan hasil wawancara dengan kepala desa, terdapat sekitar 15 pemilik peternakan babi yang ada di desa ini. Jumlah babi yang ada pada setiap peternakan umumnya diperkirakan berjumlah sekitar 30 – 40 ekor. Jumlah aktualnya bervariasi sepanjang tahun, tergantung tinggi-rendahnya permintaan daging babi di pasaran. Ada juga pemilik peternakan yang memiliki jumlah ternak kurang lebih 300 ekor. Kepala desa juga menyatakan bahwa ada saat dimana jumlah keseluruhan ternak babi di Desa Rumooong Bawah bisa mencapai sekitar 1000 ekor

Berdasarkan informasi tersebut, bisa diperkirakan jumlah kotoran babi total di Desa Rumooong Bawah yang dihasilkan setiap hari. Tabel 1.3 menunjukkan bahwa seekor ternak babi dewasa menghasilkan 2,72 kg kotoran padat per hari, dengan demikian jumlah kotoran ternak babi total di Desa Rumooong Bawah adalah sebanyak 2,72 kg/ekor/hari × 1.000 ekor = 2.720 kg/hari

Tabel 1.2 memperlihatkan potensi produksi gas dari kotoran ternak babi adalah sebesar 0,040 – 0,059 m³ per kilogram. Dengan menggunakan asumsi bahwa satu kilogram ternak babi dapat menghasilkan 0,050 m³ biogas, maka 2.720 kg kotoran ternak babi di Desa Rumooong Bawah setiap harinya akan menghasilkan biogas sebanyak 2.720 kg × 0,050 m³/kg = 136 m³ biogas.

Berdasarkan data pada Tabel 1.4, jumlah biogas yang bisa dihasilkan tersebut setara dengan beberapa jenis bahan bakar sebagaimana yang dicantumkan dalam Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Kesetaraan 136 m³ biogas dengan bahan bakar lain

Jenis bahan bakar	Jumlah
Elpiji	62,56 kg
Minyak tanah	84,32 liter
Minyak solar	70,72 liter
Bensin	108,80 liter
Gas kota	204,00 m ³
Kayu bakar	476 kg

Untuk penggunaan biogas dalam skala rumah tangga khususnya untuk memasak, Tabel 5.1 memperlihatkan biogas yang dihasilkan dari kotoran ternak babi di Desa Rumooong Bawah setara

dengan 62,56 kg elpiji atau 84,32 liter minyak tanah per hari. Ditinjau dari segi ekonomi, dengan mengasumsikan harga elpiji bersubsidi Rp. 6.000,- per kilogram, maka terjadi penghematan sebesar $62,56 \text{ kg} \times \text{Rp. } 6.000,-/\text{kg} = \text{Rp. } 375.360,-$ per hari

Sebagai pengganti minyak tanah yang diasumsikan harga per liternya sebesar Rp. 12.000,- maka penggunaan biogas akan menghemat biaya sebesar $70,72 \text{ liter} \times \text{Rp. } 12.000,-/\text{liter} = \text{Rp. } 848.640,-$ per hari

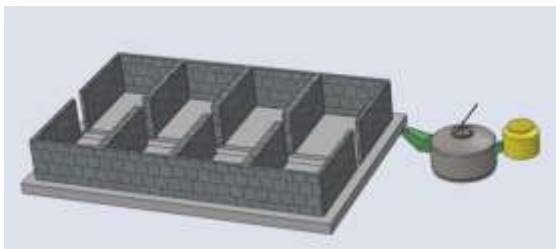
Potensi biogas ini pun sangat bermanfaat untuk menjaga kelestarian lingkungan karena dapat menghindari penggunaan kayu sebagai bahan bakar. Sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 5.1 di atas, biogas yang dihasilkan dari kotoran babi di Desa Rumoong Bawah setara dengan penggunaan 476 kg kayu bakar.

4.2 Perancangan Unit Digester

Tidak mungkin membuat satu digester untuk menampung seluruh kotoran ternak babi yang ada di Desa Rumoong Bawah. Selain jumlah ternaknya terlalu banyak (± 1.000 ekor), lokasi peternakan berjauhan satu sama lain. Oleh karena itu, perancangan unit digester hanya akan dilakukan untuk satu peternakan saja.

Sebagaimana disampaikan sebelumnya, pada umumnya peternakan babi yang ada di Desa Rumoong Bawah memiliki 30 – 40 ekor babi. Oleh karena itu, digester yang dirancang diasumsikan akan mengolah kotoran ternak yang dihasilkan oleh 35 ekor ternak babi dalam sehari.

Digester dibangun di dekat peternakan, dengan perkiraan posisi sebagaimana yang ditampilkan dalam Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Posisi digester

Jumlah kotoran yang dihasilkan oleh 35 ekor ternak babi ini dalam sehari adalah sebanyak $2,72 \text{ kg/ekor/hari} \times 35 \text{ ekor} = 95,2 \text{ kg/hari}$. Dengan demikian, jumlah biogas yang dihasilkan dalam sehari adalah $95,2 \text{ kg} \times 0,050 \text{ m}^3/\text{kg} = 4,76 \text{ m}^3$ biogas.

Berdasarkan “Model Instalasi Biogas Indonesia, Panduan Konstruksi Hivos” yang dikutip Sunaryo (2014), kapasitas pengolahan kotoran ternak untuk produksi biogas per hari $4,2 - 4,8 \text{ m}^3$ adalah sebesar 12 m^3 . Ukuran unit pengolahan / digester ini harus sesuai dengan standar yang ditetapkan tersebut, karena standar tersebut telah memperhitungkan jumlah bahan baku yang tersedia dan jangka waktu

penyimpanan kotoran ternak. Jika tidak sesuai dengan standar, produksi gas akan berkurang dan tekanan gas yang dihasilkan tidak akan mampu mendorong campuran kotoran ternak dan air (*slurry*) yang telah mengalami proses anaerob masuk ke saluran keluar (*outlet*) (Sunaryo 2014).

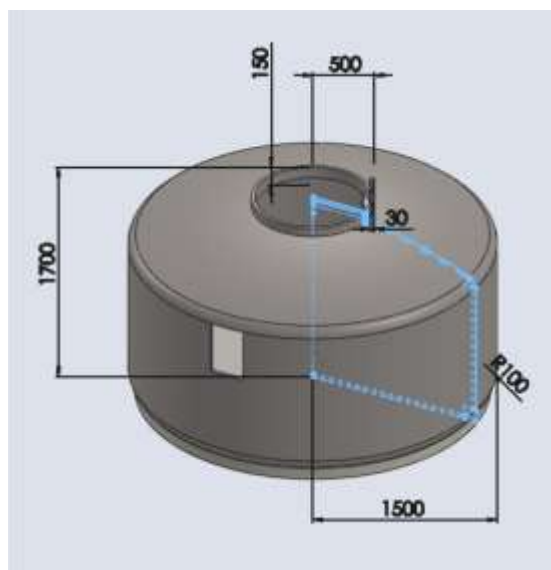
Jenis digester yang dipilih dalam perancangan ini adalah digester kubah tetap (*fixed dome*). Dengan menetapkan diameter (*d*) digester sebesar 3 meter, tinggi (*h*) dari digester dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$V = \frac{1}{4} (\pi \times d^2 \times h)$$

Sehingga diperoleh

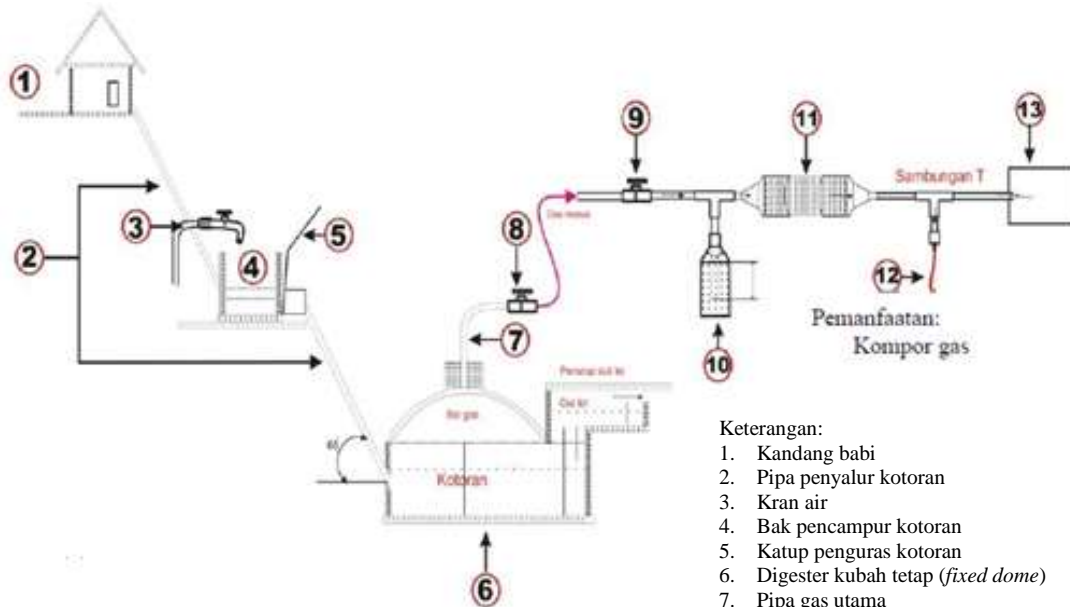
$$h = \frac{4V}{\pi d^2} = \frac{4(12)}{\pi(3)^2} = 1,7 \text{ m}$$

Berdasarkan dimensi-dimensi yang telah dihitung di atas, dapat digambarkan model digester secara tiga dimensi dengan melakukan beberapa penyesuaian menggunakan perangkat lunak SolidWork. Model digester tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Model digester yang dirancang

Digester yang dirancang tersebut merupakan bagian penting dalam instalasi biogas secara keseluruhan. Instalasi biogas yang dapat diterapkan di Desa Rumoong Bawah dapat mengikuti desain instalasi sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 3 berikut ini.



Gambar 31 Desain instalasi biogas (Sunaryo 2014)

Keterangan:

1. Kandang babi
2. Pipa penyalur kotoran
3. Kran air
4. Bak pencampur kotoran
5. Katup penguras kotoran
6. Digester kubah tetap (*fixed dome*)
7. Pipa gas utama
8. Katup gas utama
9. Katup gas kedua
10. Botol penjebak kondensasi sekaligus katup keamanan
11. Desulfurizer
12. Selang gas
13. Penampung biogas

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Potensi biogas yang dihasilkan oleh kotoran ternak babi yang ada di Desa Rumoong Bawah adalah sebanyak 136 m³ setiap hari, yang setara dengan 62,56 kg elpiji dan 84,32 liter minyak tanah.
2. Untuk satu peternakan dengan 35 ekor babi di Desa Rumoong Bawah, digunakan digester jenis *fixed dome* yang berkapasitas 12 m³, dengan diameter 3 meter dan tinggi 1,7 meter.

5.2 Saran

Kegiatan ini bisa ditindaklanjuti dengan membangun instalasi biogas di salah satu peternakan yang ada di Desa Rumoong Bawah, Kabupaten Minahasa Selatan, berdasarkan hasil yang telah diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Badrusallam. 2008. *Membuat Biogas dari Sampah Organik*. Jakarta: Indocamp.
- BPS. 2016. *Statistik Daerah Kecamatan Amurang Barat 2016*. Amurang: BPS Kabupaten Minahasa Selatan.
- BPS Kabupaten Minahasa Selatan. 2017. *Kecamatan Amurang Barat Dalam Angka 2017*. Amurang: BPS Kabupaten Minahasa Selatan.
- Said, Syahrudin. 2010. *Biogas untuk Listrik Skala Rumah Tangga*. Jakarta: Indocamp.

Setiawan, Ade Iwan. 2009. *Memanfaatkan Kotoran Ternak*. Depok: Penebar Swadaya.

Sunaryo. 2014. Rancang Bangun Reaktor Biogas Untuk Pemanfaatan Limbah Kotoran Ternak Sapi di Desa Limbangan Kabupaten Banjarnegara. *Jurnal PPKM Unsiq I* (2014) 21 – 30.

Wahyuni, Sri. 2010. *Biogas*. Depok: Penebar Swadaya.