

## POTENSI PEMANFAATAN BIOGAS DI KABUPATEN MALANG, JAWA TIMUR

*Jimmy*

**M. Istnaeny Hudha**

Dosen Program Studi Teknik Kimia FTI ITN Malang

### ABSTRAKSI

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pengembangan biogas di Kabupaten Malang sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil yang dapat dikembangkan menjadi sumber energi yang menunjang kegiatan masyarakat sekitar. Metode penelitian yang dilakukan adalah pengumpulan data primer (kepemilikan ternak, pola pemeliharaan ternak, ketersediaan lahan dan sumberdaya manusia, kebutuhan energi) yang diperoleh melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi; sedangkan data sekunder (gambaran umum lokasi penelitian, populasi, jenis dan sebaran ternak, reaktor biogas yang sudah ada, kualitas dan kuantitas kotoran ternak dan manusia) diperoleh dari Dinas terkait dan literatur lain. Ruang lingkup wilayah adalah Desa Sumbersuko Kecamatan Tajinan, Desa Bocek Kecamatan Karangploso, Desa Banjarejo Kecamatan Ngantang, dan Desa Pujon Kidul Kecamatan Pujon Kabupaten Malang yang cukup potensial sebagai wilayah pengembangan biogas. Secara infrastruktur, ketersediaan lahan kosong di sekitar kandang sebagai tempat digester biogas cukup memadai. Jarak kandang satu dengan lainnya cukup dekat, sehingga dapat dibangun digester kolektif yang mengakomodasi beberapa kandang. Sarana pendukung seperti air bersih dan saluran pembuangan kotoran ternak belum memadai, sehingga pengembangan biogas di wilayah ini perlu diikuti dengan pembangunan sarana fisik yang mendukung operasional digester biogas yang akan dibangun. Dari aspek lingkungan, pengembangan biogas di Kabupaten Malang dapat memberikan sumbangsih besar terhadap kelestarian lingkungan seperti perbaikan kualitas udara, air dan konservasi hutan. Secara ekonomi, penggunaan biogas dapat menghemat belanja energi rumah tangga.*

**Kata Kunci:** Potensi, Biogas, Energi Alternatif, Kabupaten Malang.

### PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang sangat cepat dengan ekspansi di bidang industri menyebabkan peningkatan permintaan energi dan penurunan kualitas lingkungan. Meski Indonesia adalah salah satu negara penghasil minyak dan gas, namun berkurangnya cadangan minyak dan pencabutan

subsidi menyebabkan harga minyak naik dan turunnya kualitas lingkungan akibat penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber-sumber energi alternatif yang ramah lingkungan menjadi pilihan

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN), Pemerintah telah menetapkan bahwa pada tahun 2025 energi terbarukan harus mengambil peran yang lebih penting dengan menyuplai sekitar 15% terhadap kebutuhan pasokan energi nasional. Oleh karena itu, biogas sebagai energi yang terbarukan merupakan salah satu sumber energi alternatif yang penting dan perlu dikembangkan. Potensi biogas di Indonesia cukup melimpah, mengingat peternakan merupakan salah satu kegiatan ekonomi dalam kehidupan masyarakat pertanian. Hampir semua petani memiliki ternak, antara lain sapi, kambing, dan ayam. Bahkan ada yang secara khusus mengembangkan sektor peternakan. Di antara jenis ternak tersebut, sapi merupakan penghasil kotoran yang paling besar.

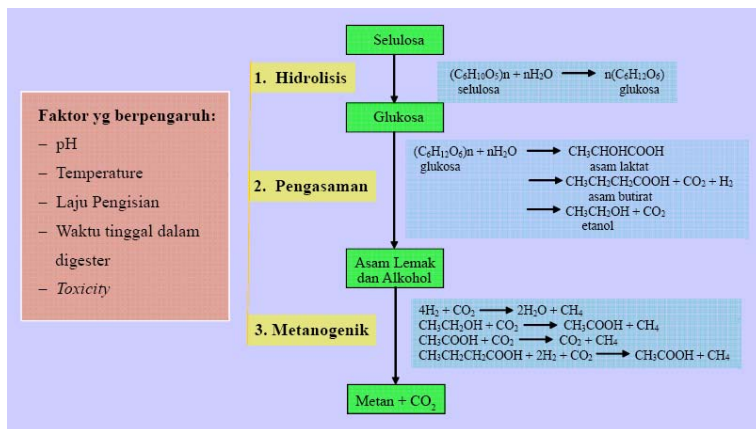
Maksud dari kegiatan penelitian potensi biogas ini adalah untuk melakukan inventarisasi potensi energi alternatif biogas di Kabupaten Malang. Adapun tujuan kegiatan tersebut adalah untuk mengetahui potensi pengembangan biogas di Kabupaten Malang serta memberi wawasan dan pengetahuan kepada masyarakat dalam memanfaatkan limbah peternakan untuk pembuatan biogas sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil yang dapat dikembangkan menjadi sumber energi utama, sehingga dapat dimanfaatkan guna menunjang kegiatan masyarakat sekitar.

Ruang lingkup wilayah studi adalah Desa Sumbersuko Kecamatan Tajinan, Desa Bocek Kecamatan Karangploso, Desa Banjarejo Kecamatan Ngantang, dan Desa Pujon Kidul Kecamatan Pujon. Hal ini dipilih karena keempat desa/kecamatan ini yang sangat potensial jika dibangun biogas, dimana populasi ternak sangat banyak (jumlah sapi di Desa Sumbersuko 20 ekor, Desa Bocek 317 ekor, desa Banjarejo 676 ekor, desa Pujon Lor 158 ekor, dan Desa Pujon Kidul 20 ekor). Dari jumlah tersebut mayoritas adalah jenis sapi perah.

Biogas berasal dari proses biodegradasi material organik oleh bakteri dalam kondisi anaerob (tanpa udara). Pembentukan biogas secara alami merupakan bagian penting siklus karbon biogeokimia. Metanogen (bakteri penghasil metana) merupakan hubungan terakhir dalam rantai mikroorganisme yang menguraikan material organik dan mengembalikan hasil dekomposisinya ke alam. Melalui proses inilah biogas terbentuk sebagai sumber dari energi terbarukan. Pengetahuan dasar fermentasi metana diperlukan dalam perencanaan, pembangunan, dan operasi pembuatan biogas. Fermentasi anaerobik melibatkan aktivitas 3 kelompok bakteri yang berbeda. Proses produksi biogas bergantung pada berbagai parameter, seperti perubahan temperatur lingkungan yang dapat menimbulkan pengaruh negatif terhadap aktivitas bakteri.

Pada prinsipnya semua material organik dapat difermentasi. Akan tetapi, hanya substrat cair dan homogen yang paling baik untuk pabrik biogas sederhana dengan bahan baku seperti *feeses* dan *urine* dari peternakan sapi, babi, dan unggas serta air buangan dari toilet. Saat pabrik diisi, kotoran harus dilarutkan menggunakan air dengan kuantitas yang sama, jika mungkin menggunakan *urine*. Limbah dan air buangan dari industri makanan juga sesuai untuk pabrik biogas sederhana jika berada dalam bentuk *liquid* dan homogen. Produksi gas maksimum dari sejumlah bahan baku yang diberikan bergantung pada tipe substrat.

Proses pembentukan biogas, secara keseluruhan dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu: hidrolisis, pengasaman, dan metanogenik (pembentukan metana). Proses ini melibatkan tiga jenis bakteri.



**Gambar 1.**  
**Proses Pembentukan Biogas**

Aktivitas metabolisme yang terjadi dalam metanasi mikrobiologi bergantung pada beberapa faktor, seperti: *nisbah* C/N, pengadukan dan konsistensi masukan, kandungan padatan tak stabil, tingkat keasaman (pH), temperatur substrat, laju pengumpanan, nutrisi yang tersedia, waktu tinggal dalam *digester*, dan faktor inhibitor. Setiap jenis bakteri yang bertanggung-jawab untuk ketiga tahap metanogenesis dipengaruhi oleh parameter-parameter tersebut di atas.

*Digester* biogas telah mengalami banyak perkembangan dalam hal rancangan dan bahan konstruksinya. Secara umum, terdapat 3 tipe *digester* biogas, yaitu : kubah tetap (*fixed dome*), drum terapung (*floating drum*), dan balon. Perancangan *digester* meliputi volume, bahan konstruksi, dan model/ tipe yang akan digunakan.

## METODE PENELITIAN

Kajian penelitian potensi biogas di Kabupaten Malang ini ditinjau dari aspek teknis, infrastruktur, manajemen dan sumberdaya manusia, lingkungan, sosial budaya, serta aspek ekonomi. Apabila faktor tersebut di atas dapat dipenuhi, maka pemanfaatan kotoran ternak menjadi biogas sebagai penyediaan energi dapat berjalan dengan optimal dan pembangunan reaktor biogas menjadi potensial untuk dilaksanakan.

Metode pengumpulan data dilakukan untuk mendukung dan menguatkan dalam penyusunan analisis. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang meliputi data primer dan sekunder. Data primer adalah data yang dikumpulkan langsung dari obyeknya dan diolah sendiri oleh pelaksana pekerjaan. Pemilihan lokasi survei berdasar pada banyaknya populasi komunitas manusia dan ternak. Dari data yang ada, dipilih empat lokasi dengan populasi terbanyak untuk dilakukan survei lebih lanjut. Dalam pengumpulan data primer, dipergunakan teknik wawancara, observasi, dan dokumentasi. Data sekunder adalah data instansi yang diperoleh dari dinas-dinas atau sumber lain yang terkait untuk mendukung dan mendasari dalam analisis.

Penyusunan penelitian ini menggunakan metode deskriptif dalam evaluasi dan analisis data. Analisis potensi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pendirian reaktor biogas di suatu wilayah dapat bermanfaat untuk kehidupan masyarakat sekitar. Dari hasil analisis, akan direkomendasikan beberapa hal yang berkaitan dengan potensi suatu daerah, seperti: kemungkinan penggunaan *digester* untuk beberapa rumah tangga atau lingkup yang lebih luas, kapasitas biogas yang mungkin diproduksi, jumlah *digester* yang dibutuhkan, model *digester* yang sesuai, serta perhitungan dasar penentuan volume *digester*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survaei yang dilakukan di 4 (empat) wilayah lokasi studi adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.**  
**Hasil Survei Desa Banjarejo Kecamatan Ngantang**

Parameter	Uraian
Kondisi lingkungan	Desa Banjarejo Kecamatan Ngantang termasuk daerah dataran tinggi/perbukitan dengan mayoritas penduduk bertani dan berternak. Hasil pertanian yang mendominasi di desa ini adalah tanaman bawang merah, tapi pada musim hujan adalah tanaman jagung dan sayur. Ternak terbesar yang dibudidayakan adalah sapi, dalam hal ini adalah sapi perah. Akses masuk desa berupa jalan sudah beraspal, tetapi mengalami kerusakan di mana-mana (berlubang-lubang) yang cukup menyulitkan bila hujan turun..

Parameter	Uraian
Kondisi sosial budaya	Penduduk setempat bisa menerima penggunaan biogas dari kotoran ternak maupun manusia sebagai bahan bakar memasak. Mayoritas penduduk hanya tamatan SD, sehingga mata pencaharian pun hanya dari sektor pertanian dan peternakan. Desa ini merupakan tipe desa yang masih mengenal pembagian dusun, tidak seperti desa di kota yang hanya berupa RW-RT. Jabatan Kepala Desa masih menggunakan pemilihan, tidak ditentukan dari kabupaten. Kepala Desa dan Aparat Desa menerima bayaran berupa bengkak atau lahan yang digarap, statusnya belum menjadi PNS. Aparat Desa yang sudah menjadi PNS hanya Sekdes. Budaya gotongroyong dan kekeluargaan masih sangat terasa di desa ini. WC nya masih berupa jamban yang terdapat di ladang-ladang warga.
Ketersediaan ternak	Jenis ternak yang dipelihara sebagian besar ( $\pm 97\%$ ) adalah sapi dan sisanya ternak lain. Kepemilikan sapi dalam KK berkisar antara 2 sampai 42 ekor dengan rata-rata kepemilikan 3-4 ekor sapi. Hal ini disebabkan warga desa juga merupakan anggota Koperasi Susu.
Pola pemeliharaan ternak	Pola pemeliharaan sapi dengan cara dikandangkan dengan sistem plester. Oleh karena itu, air kencing sapi juga bisa dialirkan atau ikut dibawa masuk ke penampung sebagai bahan biogas, mengingat apabila kandang masih tanah, maka air kencing akan merembes ke tanah tidak ikut tertampung. Ternak diberi makan rumput, campuran bekatul, serta dari sisa pertanian, seperti jagung muda atau sayuran.
Ketersediaan lahan di sekitar kandang	Jarak kandang dari rumah pemilik tidak lebih dari 10 meter. Ketersediaan lahan di sekitar kandang cukup memadai dengan luas rata-rata $>50$ m <sup>2</sup> . Jarak kandang dari kandang lain cukup dekat, yaitu 10-20 meter yang tidak dibatasi bangunan, sehingga membentuk kelompok kandang dengan lahan kosong di tengahnya. Hal ini menyebabkan terciptanya lahan kosong di tengah kelompok kandang.
Sarana pendukung	Peralatan pendukung untuk memindahkan kotoran sapi sudah tersedia. Kebutuhan air pasok melalui air pipanisasi hasil dari swadaya masyarakat juga bantuan dinas terkait. Air diambil dari sumber mata air, kemudian dialirkan melalui pipa sepanjang ribuan meter menuju rumah-rumah warga, mengingat sungai di sana kebanyakan kering pada musim kemarau.
Kebutuhan energi	Penduduk sudah menikmati listrik dari PLN untuk penerangan rumah. Untuk kebutuhan memasak mayoritas ( $\pm 90\%$ ) masih menggunakan kayu bakar. Hal ini dapat menimbulkan berbagai masalah atau bencana yang mengancam warga sewaktu-waktu, apalagi pada musim-musim penghujan karena kayu bakar yang mereka gunakan tidak jarang mengambil kayu di hutan lindung, sehingga kayu untuk mencegah rembesan air pada waktu hujan tidak ada lagi. Hal ini menjadikan hutan menjadi gundul dan menyebabkan bencana alam, seperti longsor dan banjir bandang. Budaya ini masih dilakukan beberapa warga, meskipun sebagian besar pula ( $\pm 90\%$ ) sudah memiliki elpiji bantuan pemerintah. Minyak tanah sudah jarang digunakan karena pasokan yang sulit. Hanya 2 KK yang memakai biogas untuk kebutuhan memasak yang disuplai oleh 2-4 ekor sapi.
Tenaga kerja untuk pemeliharaan dan operasional digester	Tenaga kerja cukup tersedia karena pekerjaan penduduk mayoritas bertani, sehingga memiliki cukup waktu untuk melakukan pemeliharaan dan operasional <i>digester</i> nantinya. Ini sangat jelas karena masyarakat desa yang bertani jarang pergi keluar kota untuk waktu yang lama. Dengan demikian, waktu dan tenaga cukup sangat tersedia.
Manajemen limbah	Limbah kotoran sapi dimasukkan ke dalam lubang besar berdiameter 1-2 m dengan kedalaman sekitar 1 m, tetapi tidak sedikit juga yang dialirkan ke selokan atau got di sekitar rumah dan mengganggu lingkungan karena pencemaran tanah dan udara; belum lagi bakteri atau penyakit yang terbawa pada kotoran sapi. Pada musim kemarau mereka biasanya mengumpulkan atau menimbun kotoran sapi tersebut di belakang rumah supaya kotoran sapi tersebut bisa kering yang nantinya digunakan sebagai pupuk. Apabila musim penghujan tiba, pengeringan tidak mungkin dilakukan, sehingga mereka hanya membuangnya di saluran sekitar rumah atau got yang mengalirkannya ke sungai. Hal ini pastinya menimbulkan pencemaran lingkungan.

Parameter	Uraian
Kebutuhan pupuk	Hampir setiap KK memiliki lahan pertanian, sehingga membutuhkan pupuk untuk lahan mereka. Pupuk yang digunakan merupakan campuran dari pupuk kandang dan pupuk buatan.
Keberadaan <i>digester</i> biogas	Terdapat 2 unit <i>digester</i> biogas yang bahan bakunya dipasok 4 ekor sapi setiap unit pemilik <i>digester</i> tersebut, <i>Digester</i> di Desa Banjarejo merupakan bantuan Kantor Lingkungan Hidup Kabupaten Malang. Pada saat ini kondisinya cukup baik dan masih bisa digunakan untuk kebutuhan memasak. Lingkungan rumah warga yang sudah memperoleh <i>digester</i> biogas menjadi cukup sehat karena pencemaran bisa ditekan secara signifikan, mengingat kotoran sapi dari kandang tidak lagi dibuang ke selokan air yang bisa menimbulkan pencemaran tanah, air, dan udara - tetapi dialirkan ke <i>digester</i> biogas.

**Tabel 2.**  
**Hasil Survei Desa Pujon Kidul Kecamatan Pujon**

Parameter	Uraian
Kondisi lingkungan	Desa Pujon Kidul Kecamatan Pujon termasuk daerah dataran tinggi/perbukitan dengan mayoritas penduduk bertani dan berternak. Hasil pertanian yang mendominasi adalah tanaman sayur. Ternak terbesar yang dibudidayakan adalah sapi, dalam hal ini adalah sapi perah. Akses masuk desa adalah jalan sudah beraspal, tetapi beberapa jalan masih berupa jalan makadam atau berbatu yang tentunya menyulitkan sekali ketika hujan turun.
Kondisi sosial budaya	Penduduk setempat bisa menerima penggunaan biogas dari kotoran ternak maupun manusia sebagai bahan bakar memasak. Warga desa rata-rata belum memiliki sanitasi yang baik seperti kamar mandi. Mereka memakai kamar mandi umum secara bersama-sama beberapa KK. WC masih berupa jamban yang terdapat di ladang-ladang warga. Budaya gotongroyong dan kekeluargaan masih sangat terasa di desa ini. Mayoritas penduduk hanya tamatan SD, sehingga mata pencaharian utama adalah sektor pertanian dan peternakan. Desa Pujon Kidul merupakan tipe desa yang masih mengenal pembagian dusun, tidak seperti desa di kota yang hanya berupa RW-RW.
Ketersediaan ternak	Jenis ternak yang dipelihara sebagian besar ( $\pm 97\%$ ) adalah sapi dan sisanya ternak lain. Kepemilikan sapi dalam KK berkisar antara 2 sampai 12 ekor dengan rata-rata kepemilikan 4-5 ekor sapi karena warga desa juga merupakan anggota Koperasi Susu.
Pola pemeliharaan ternak	Pola pemeliharaan sapi dengan cara dikandangkan dengan sistem plester. Oleh karena itu, air kencing sapi juga bisa dialirkan atau ikut dibawa masuk ke penampung sebagai bahan biogas, mengingat apabila kandang masih tanah, maka air kencing akan merembes ke tanah tidak ikut tertampung. Ternak diberi makan rumput, campuran bekatul, serta dari sisa pertanian, seperti jagung muda atau sayuran.
Ketersediaan lahan di sekitar kandang	Jarak kandang dari rumah pemilik tidak lebih dari 10 meter. Ketersediaan lahan di sekitar kandang cukup memadai dengan luas rata-rata $>50$ m <sup>2</sup> . Jarak kandang dari kandang lain cukup dekat, yaitu 10-20 meter yang tidak dibatasi bangunan, sehingga membentuk kelompok kandang dengan lahan kosong di tengahnya. Hal ini menyebabkan terciptanya lahan kosong di tengah kelompok kandang.
Sarana pendukung	Peralatan pendukung untuk memindahkan kotoran sapi sudah tersedia. Kebutuhan air dipasok melalui air pipanisasi hasil dari swadaya masyarakat juga bantuan dinas terkait. Air diambil dari sumber mata air, kemudian dialirkan melalui pipa sepanjang ribuan meter menuju rumah-rumah warga, mengingat sungai di sana kebanyakan kering pada musim kemarau.

Parameter	Uraian
Kebutuhan energi	Penduduk sudah menikmati listrik dari PLN untuk penerangan rumah. Untuk kebutuhan memasak mayoritas ( $\pm 90\%$ ) masih menggunakan kayu bakar. Hal ini dapat menimbulkan berbagai masalah atau bencana yang mengancam warga sewaktu-waktu, apalagi pada musim-musim penghujan karena kayu bakar yang mereka gunakan tidak jarang mengambil kayu di hutan lindung, sehingga kayu untuk mencegah rembesan air pada waktu hujan tidak ada lagi. Hal ini menjadikan hutan menjadi gundul dan menyebabkan bencana alam, seperti longsor dan banjir bandang. Budaya ini masih dilakukan beberapa warga, meskipun sebagian besar pula ( $\pm 90\%$ ) sudah memiliki elpiji bantuan pemerintah. Minyak tanah sudah jarang digunakan karena pasokan yang sulit. Hanya 2 KK yang memakai biogas untuk kebutuhan memasak yang disuplai oleh 2-4 ekor sapi.
Tenaga kerja untuk pemeliharaan dan operasional <i>digester</i>	Tenaga kerja cukup tersedia karena pekerjaan penduduk mayoritas bertani, sehingga memiliki cukup waktu untuk melakukan pemeliharaan dan operasional <i>digester</i> nantinya. Ini sangat jelas karena masyarakat desa yang bertani jarang pergi keluar kota untuk waktu yang lama. Dengan demikian, waktu dan tenaga cukup sangat tersedia.
Manajemen limbah	Limbah kotoran sapi dimasukkan ke dalam lubang besar berdiameter 1-2 m dengan kedalaman sekitar 1 m, tetapi tidak sedikit juga yang dialirkan ke selokan atau got di sekitar rumah dan mengganggu lingkungan karena pencemaran tanah dan udara; belum lagi bakteri atau penyakit yang terbawa pada kotoran sapi. Pada musim kemarau mereka biasanya mengumpulkan atau menimbun kotoran sapi tersebut di belakang rumah supaya kotoran sapi tersebut bisa kering yang nantinya digunakan sebagai pupuk. Apabila musim penghujan tiba, pengeringan tidak mungkin dilakukan, sehingga mereka hanya membuangnya di saluran sekitar rumah atau got yang mengalirkannya ke sungai. Hal ini pastinya menimbulkan pencemaran lingkungan.
Kebutuhan pupuk	Hampir setiap KK memiliki lahan pertanian, sehingga membutuhkan pupuk untuk lahan mereka. Pupuk yang digunakan merupakan campuran dari pupuk kandang dan pupuk buatan.
Keberadaan <i>digester</i> biogas	Terdapat beberapa unit <i>digester</i> biogas yang bahan bakunya pasok dari 4 ekor sapi setiap unit pemilik <i>digester</i> tersebut. <i>Digester</i> di Desa Pujon Kidul merupakan bantuan Kantor Lingkungan Hidup dan dinas lain di Kabupaten Malang. Pada saat ini kondisinya cukup baik dan masih bisa digunakan untuk kebutuhan memasak.

**Tabel 3.**  
**Hasil Survei Desa Bocek Kecamatan Karangploso**

Parameter	Uraian
Kondisi lingkungan	Desa Bocek Kecamatan Karangploso termasuk daerah pegunungan
Kondisi sosial budaya	Dengan penduduk yang mayoritas bekerja sebagai petani dan peternak kebanyakan dapat menerima penggunaan biogas dari kotoran ternak sebagai bahan bakar memasak.
Ketersediaan ternak	Jenis ternak yang dipelihara sebagian besar ( $\pm 90\%$ ) adalah sapi perah. Kepemilikan sapi dalam setiap KK berkisar antara 4 sampai 13 ekor dengan rata-rata kepemilikan 4-6 ekor sapi.
Pola pemeliharaan ternak	Pola pemeliharaan sapi dengan cara dikandangkan. Setiap hari dikeluarkan dari kandang dan diikat di halaman kosong di depan/belakang kandang, sehingga kotoran sapi masih bisa dikumpulkan.
Ketersediaan lahan di sekitar kandang	Jarak kandang dari rumah pemilik tidak lebih dari 10 meter. Bahkan banyak kandang menjadi satu atap dengan pemilik sapi. Ketersediaan lahan di sekitar kandang cukup memadai dengan luas rata-rata 20-50 m <sup>2</sup> . Jarak kandang dari kandang lain cukup dekat, yaitu 10-50 meter yang tidak dibatasi bangunan, sehingga membentuk kelompok kandang dengan lahan kosong di antaranya.

Parameter	Uraian
Sarana pendukung	Peralatan pendukung untuk memindahkan kotoran sapi sudah tersedia. Kebutuhan air dipasok dari sumur bor yang dimiliki warga. Rata-rata saluran pembuangan limbah ternak sudah ada.
Kebutuhan energi	Penduduk sudah menggunakan listrik dari PLN untuk penerangan rumah. Untuk kebutuhan memasak, semua penduduk masih menggunakan kayu bakar, meskipun sebagian besar pula sudah menggunakan elpiji bantuan Pemerintah. Minyak tanah sudah jarang sekali digunakan karena pasokan yang sulit.
Tenaga kerja untuk pemeliharaan dan operasional <i>digester</i>	Tenaga kerja cukup tersedia karena pekerjaan penduduk mayoritas bertani dan beternak, sehingga memiliki cukup waktu untuk melakukan pemeliharaan dan operasional <i>digester</i> nantinya.
Manajemen limbah	Limbah kotoran sapi dimasukkan ke dalam lubang besar berdiameter 1-2 meter dengan kedalaman sekitar 2 meter, sesekali ditimbun/diurai di lahan sekitar. Penimbunan/penguraian tersebut dilakukan untuk pengomposan, sehingga dapat dijadikan pupuk di lahan pertanian.
Kebutuhan pupuk	Hampir setiap KK memiliki lahan pertanian, sehingga menggunakan pupuk dari limbah kotoran ternak untuk lahan mereka.
Keberadaan <i>digester</i> biogas	Di desa ini sudah ada <i>digester</i> biogas sebanyak 4 unit.

**Tabel 4.**  
**Hasil Survei Desa Summersuko Kecamatan Tajinan**

Parameter	Uraian
Kondisi lingkungan	Desa Summersuko Kecamatan Tajinan termasuk daerah dataran tinggi dan perbukitan.
Kondisi sosial budaya	Penduduk yang mayoritas bekerja sebagai peternak bisa menerima penggunaan biogas dari kotoran ternak sebagai bahan bakar memasak.
Ketersediaan ternak	Jenis ternak yang dipelihara sebagian besar ( $\pm 95\%$ ) adalah sapi potong. Kepemilikan sapi dalam setiap KK berkisar antara 1 sampai 5 ekor dengan rata-rata kepemilikan 2-3 ekor sapi.
Pola pemeliharaan ternak	Pola pemeliharaan sapi dengan cara dikandangkan. Setiap hari dikeluarkan dari kandang dan diikat di halaman kosong di depan/belakang kandang, sehingga kotoran sapi masih bisa dikumpulkan.
Ketersediaan lahan di sekitar kandang	Jarak kandang dari rumah pemilik tidak lebih dari 10 meter. Bahkan banyak kandang menjadi satu atap dengan pemilik sapi. Ketersediaan lahan di sekitar kandang cukup memadai dengan luas rata-rata 20-50 m <sup>2</sup> . Jarak kandang dari kandang lain cukup dekat yaitu 10-20 meter yang tidak dibatasi bangunan, sehingga membentuk kelompok kandang dengan lahan kosong di tengahnya.
Sarana pendukung	Saluran pembuangan kotoran ternak dan peralatan kerja rata-rata sudah ada. Kebutuhan air dipasok dari sumur-sumur yang dimiliki warga. Sumur mengeluarkan air yang cukup sepanjang tahun dengan sedikit penurunan saat musim kemarau.
Kebutuhan energi	Penduduk sudah menggunakan listrik dari PLN untuk penerangan rumah. Untuk kebutuhan memasak, mayoritas masih menggunakan kayu bakar, meskipun sebagian besar pula sudah memiliki elpiji bantuan pemerintah. Minyak tanah sudah jarang digunakan karena pasokan yang sulit. Hanya 3 KK yang sudah memanfaatkan biogas untuk kebutuhan memasak yang didukung 2-4 ekor sapi.
Tenaga kerja untuk pemeliharaan dan operasional <i>digester</i>	Tenaga kerja cukup tersedia karena pekerjaan penduduk mayoritas bertani, sehingga memiliki cukup waktu untuk melakukan pemeliharaan dan operasional <i>digester</i> nantinya.

Parameter	Uraian
Manajemen limbah	Limbah kotoran sapi ditimbun/diurai di lahan sekitar kandang. Penimbunan/penguraian tersebut dilakukan untuk pengomposan, sehingga dapat dijadikan pupuk di lahan pertanian.
Kebutuhan pupuk	Hampir setiap KK memiliki lahan pertanian, sehingga membutuhkan pupuk untuk lahan mereka. Pupuk yang digunakan merupakan campuran dari pupuk kandang dan pupuk buatan.
Keberadaan <i>digester</i> biogas	Terdapat 1 unit <i>digester</i> biogas tipe kubah tetap dan 4 unit <i>digester</i> tipe potabel (drum) yang bahan bakunya dipasok antara 2 - 5 ekor sapi.

### Analisis Teknis

Analisis aspek teknis meliputi ketersediaan bahan baku, berupa: kotoran ternak; pola pemeliharaan; keberadaan pemukiman komunal, seperti pondok pesantren, asrama dan pemukiman warga; kebutuhan energi masyarakat setempat; kondisi iklim setempat; serta ketersediaan air untuk pengenceran bahan baku.

Kabupaten Malang terdiri dari 33 kecamatan dengan populasi ternak sapi merata di setiap kecamatan. Populasi ternak sapi juga tersebar secara merata sampai ke tingkat rumah tangga, di antaranya adalah: Kecamatan Ngantang (yang memiliki populasi sapi perah sebanyak 10.939 ekor), Kecamatan Pujon (21.857 ekor), Kecamatan Karangploso (2.138 ekor), dan Kecamatan Tajinan (248 ekor).

Berdasarkan hasil observasi di desa yang menjadi wilayah studi, diperoleh data bahwa perkiraan jumlah potensi biogas di Desa Tajinan adalah sekitar 0,69 m<sup>3</sup> untuk tiap kepala keluarga, di Desa Bocek 0,79 m<sup>3</sup> untuk setiap kepala keluarga, Desa Ngantang 0,89 m<sup>3</sup> untuk setiap kepala keluarga, dan untuk Desa Pujon Kidul sebesar 1,087 m<sup>3</sup> untuk setiap kepala keluarga. Volume 1 liter biogas setara dengan 0,6 liter minyak tanah, sehingga potensi biogas di wilayah studi tergolong besar dengan potensi biogas terbesar untuk ternak sapi adalah Desa Pujon Kidul. Pola pemeliharaan ternak yang dikandangkan sepanjang waktu dan hanya sesekali digunakan bekerja di ladang pada saat musim penghujan memberikan jaminan pasokan bahan baku *digester* yang akan dibangun. Berdasarkan fakta-fakta tersebut di atas, secara umum Kabupaten Malang merupakan wilayah yang sangat potensial dari aspek teknis untuk pengembangan biogas dari kotoran ternak.

### Analisis Infrastruktur

Secara infrastruktur, dibutuhkan ketersediaan lahan (di sekitar kandang dan rumah) sebagai tempat untuk mendirikan reaktor. Reaktor skala rumah tangga/individual membutuhkan lahan minimal 14m<sup>2</sup> (7m x 2m), sedangkan skala komunal terkecil membutuhkan lahan seluas 40m<sup>2</sup> (8m x 5m).

Infrastruktur di Desa Tajinan sudah cukup baik, jalan-jalan sudah diaspal untuk jalur utama ke desa, walaupun untuk jalan ke rumah penduduk sebagian masih berbatu. Desa ini juga terletak tidak jauh dari pusat Kota Malang, sehingga penduduk lebih mudah mendapatkan bahan bakar seperti minyak tanah atau elpiji. Selain itu, di Desa Tajinan juga sedang dibangun sarana irigasi/plengsengan untuk mencegah tanah longsor karena wilayahnya tergolong perbukitan. Keberadaan sumber air warga didapat dari pengeboran sumur, dimana hal ini tentunya dapat membantu pembangunan biodigester, terutama dalam penyediaan bahan pengencer kotorannya.

Untuk Desa Bocek jalan utamanya sebagian besar sudah beraspal, hanya terlihat beberapa jalan yang berbatu dan dalam masa perbaikan untuk pengaspalan. Kondisi ini memudahkan warga untuk mendapatkan minyak tanah atau elpiji. Kebutuhan air sehari-hari warga menggunakan sumber mata air dari gunung yang dialirkan ke rumah penduduk karena daerahnya tergolong daerah pegunungan dan terkadang mengandalkan hujan untuk lahan pertanian, sehingga dapat mendukung untuk penyediaan bahan pengencer kotoran biogas.

Jalan utama Desa Ngantang menuju ibukota kabupaten/kota terdekat sudah diaspal, namun untuk ke rumah penduduk sebagian besar belum diaspal dan hanya berupa batuan atau tanah. Untuk warga yang hidup di kawasan pegunungan, jalan menuju sana masih berbatu dan menanjak, sehingga sulit untuk mendapatkan bahan bakar minyak tanah atau elpiji. Untuk air bersih, para penduduk menggunakan air sumur, sehingga kebutuhan air untuk pengenceran kotoran dapat diperoleh dengan cukup mudah.

Di Desa Pujon jalannya sudah beraspal semua hanya sebagian wilayah yang masih jalan berbatu dan tanah liat, sehingga memudahkan warga untuk mendapatkan bahan bakar minyak tanah atau elpiji. Masyarakat di sana mendapatkan air dari sumur, sehingga kebutuhan air untuk pengencer kotoran dapat diperoleh dengan cukup mudah.

Jarak kandang dari rumah tinggal tidak terlalu jauh (tidak lebih dari 10 meter). Apabila *digester* dibangun secara berkelompok, lokasi lahan kosong di tengah-tengah kelompok kandang juga tidak terlalu jauh dari rumah tinggal para peternak (kurang dari 30 meter). Kondisi ini cukup memenuhi syarat untuk dibuat *digester* bersama karena kehilangan tekanan gas akibat jarak tempuh tidak terlalu berpengaruh.

Berdasarkan fakta-fakta tersebut di atas, pengembangan biogas di wilayah studi dapat dikatakan potensial secara infrastruktur apabila diikuti dengan pengembangan sarana pendukung yang memadai.

### **Analisis Manajemen dan Sumberdaya Manusia**

Secara manajemen dan sumberdaya manusia, pengoperasian reaktor biogas ini membutuhkan tenaga kerja yang berasal dari peternak/pengelola itu sendiri. Hal ini penting mengingat biogas dapat berfungsi optimal bila

pengisian kotoran ke dalam reaktor dilakukan dengan baik serta dilakukan perawatan yang cukup.

Apabila dilihat dari tingkat pendidikan dan status sosial, sumberdaya manusia di wilayah studi mayoritas berada di tingkat pendidikan yang tidak terlalu tinggi dan penduduk dengan usia tua lebih mendominasi. Hal ini menjadikan pengembangan biogas memerlukan sosialisasi dan pemahaman yang lebih mendalam di kalangan peternak, terutama dalam pengelolaan dan pemeliharaan *digester*.

### **Analisis Lingkungan**

Secara makro, penggunaan biogas memberikan pengaruh, seperti: mengurangi efek rumah kaca, melindungi hutan karena mengurangi penggunaan kayu sebagai bahan bakar memasak, serta mengurangi *global warming*; sedangkan secara mikro aplikasi biogas memberikan pengaruh, seperti: lingkungan sekitar kandang bersih, serta bebas kuman dan bau yang tidak sedap.

Dampak yang ditimbulkan dengan adanya pengelolaan biogas ini, seperti peningkatan kesehatan masyarakat karena pemanfaatan kotoran ternak menjadi biogas, pada gilirannya akan menciptakan udara yang lebih bersih dan bebas dari kuman penyakit.

### **Analisis Sosial Budaya**

Analisis sosial budaya meliputi penerimaan masyarakat terhadap penggunaan biogas dari kotoran ternak atau kotoran manusia sebagai bahan bakar untuk memasak dan keperluan lain. Diperlukan sosialisasi kepada masyarakat dengan penyuluhan yang cukup intensif. Hal ini tentu saja pada awalnya sangat susah untuk dilakukan karena adanya anggapan bahwa kotoran itu kotor dan tidak cocok untuk memasak. Akan tetapi setelah dilakukan beberapa kali penyuluhan, pandangan dan pemahaman masyarakat mulai berubah.

### **Analisis Ekonomi**

Analisis ekonomi ditinjau berdasarkan tingkat kesejahteraan warga, potensi biogas, penghematan akibat biogas, hasil samping, dan waktu pengembalian modal. Keadaan ekonomi penduduk di wilayah studi yang disurvei hampir sama, yaitu rata-rata penduduknya memiliki ekonomi rendah dan berprofesi sebagai petani. Oleh karena itu, rata-rata penduduk di daerah tersebut menggunakan kayu bakar sebagai bahan untuk memasak. Jika ada uang, maka mereka menggunakan minyak tanah. Listrik hanya digunakan sebagai alat penerangan, sehingga dengan adanya biodigester diharapkan dapat membantu perekonomian penduduk di daerah itu. Dalam perhitungan, jika setiap hari 1 ekor sapi sanggup menghasilkan 15 kg kotoran, dimana 1 kg kotoran sapi memiliki potensi menghasilkan biogas sebesar 0,03 m<sup>3</sup> dan

jika biogas tersebut dikonversikan ke minyak tanah maka 1 m<sup>3</sup> biogas sama dengan 0,6 liter minyak tanah dan sama dengan 3,5 kg kayu bakar.

Hasil samping biodigester yang berupa pupuk cair dan pupuk padat juga dapat digunakan sebagai pemupukan lahan pertanian karena selama ini masyarakat di wilayah studi jarang membeli pupuk. Jika dijualpun harganya cukup menguntungkan. Pupuk padat dapat dijual seharga Rp 200/kg dan pupuk cair seharga Rp 1.000/liter.

Jadi membutuhkan modal sekitar Rp 20.000.000 untuk mendirikan biodigester volume 18 m<sup>3</sup> dengan pasokan kotoran dari 12 ekor sapi, maka sehari kotoran yang dihasilkan mencapai 180 kg. Kotoran sapi tersebut dapat menghasilkan biogas sebesar 5,4m<sup>3</sup> yang jika dikonversikan ke minyak tanah dengan perbandingan 1 : 0,6, maka akan setara dengan 3,24 liter minyak tanah. Harga minyak tanah per liter mencapai Rp 5.000, sehingga setiap hari dapat menghasilkan pendapatan sekitar Rp 16.200. Jika digunakan terus-menerus selama setahun, maka pendapatan warga mencapai Rp 5.913.000. Dengan demikian, prakiraan waktu pengembalian modal adalah sekitar 3,4 tahun.

### **Analisis Pemanfaatan Biogas yang Sudah Ada**

Keberadaan *digester* yang sudah ada dapat dijadikan tolok ukur keuntungan, kerugian, dan kendala yang dihadapi serta pemahaman masyarakat terhadap penggunaan biogas dari kotoran ternak/manusia. Sejauh ini, di wilayah studi sudah terdapat beberapa *digester* biogas yang masih dapat dipergunakan dan kondisinya juga cukup bagus, sehingga masih dapat digunakan untuk memasak hingga sekarang.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis, secara umum wilayah Kabupaten Malang cukup potensial sebagai daerah pengembangan biogas dengan beberapa pertimbangan, yaitu sebagai berikut:

1. Dari aspek teknis, wilayah Kecamatan Pujon, Ngantang, dan Karangploso lebih berpotensi berdasarkan ketersediaan bahan baku yang cukup dari ternak dengan mayoritas pola pemeliharaan dikandangan serta ketersediaan air yang cukup untuk pengenceran.
2. Dari aspek infrastruktur, keempat wilayah kecamatan tersebut berpotensi berdasarkan ketersediaan lahan di sekitar kandang yang cukup memadai dan jarak rumah dengan kandang yang tidak terlalu jauh. Saluran pembuangan sebagian besar sudah ada, termasuk alat kerjanya. Struktur tanah relatif tergolong tanah gembur yang subur untuk lahan pertanian.
3. Dari aspek manajemen dan sumberdaya manusia, perilaku masyarakat setempat dalam menjaga kebersihan kandang cukup bagus, sehingga menjamin manajemen pengelolaan *digester* biogas yang bagus. Dalam pelaksanaannya, perlu sosialisasi dan pelatihan mengenai teknologi

- biogas dan *digester* karena pemahaman ini akan sangat berguna dalam pengoperasian *digester* nantinya.
4. Dari aspek lingkungan, keempat wilayah kecamatan cukup berpotensi mengingat selama ini kotoran ternak belum dimanfaatkan secara optimal, dimana kotoran ternak hanya ditimbun sehingga dapat menimbulkan polusi udara/bau dan kemungkinan penyakit dari kotoran ternak yang membusuk, serta sebagian dibuang ke saluran air/selokan sehingga mencemari lingkungan sekitar. Penggunaan biogas akan menjadikan lingkungan lebih bersih, termasuk pula mengurangi penggunaan konsumsi kayu bakar yang diperoleh dari hutan.
  5. Dari aspek ekonomi, penggunaan biogas dapat menghemat pengeluaran rumah tangga, terutama pengeluaran dalam hal energi, seperti pembelian minyak tanah, elpiji, dan listrik penerangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (1989). *The Biogas Technology in China*. Chengdu Biogas Research Institute. Chengdu. China.
- \_\_\_\_\_. (2009). *Batu dalam Angka 2009*. Batu: Badan Pusat Statistik Kota Batu.
- \_\_\_\_\_. (2009). *Biogas Digester*. China: Chengdu Good International Trading, Co Ltd, Chengdu.
- Dinas Pertanian Kota Batu. 2008.
- Kossman, W., Stefan Habermehl, Thomas Hoerz. *Biogas Digest: Application and Product Development*. Volume II. Information and Advisory Service on Appropriate Technology. Germany.
- Kossman, W., Stefan Habermehl, Thomas Hoerz. *Biogas Digest: Biogas Basics*. Volume I. Information and Advisory Service on Appropriate Technology. Germany.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional.
- Syamsuddin, T.R., Iskandar, H.H. 2005. *Bahan Bakar Alternatif Asal Ternak*. Sinar Tani. Edisi 21-27 Desember 2005. No.3129 Tahun XXXVI.
- United Nations. 1984. *Updated Guidebook on Biogas Development*. Energy Resources Development Series 1984. No. 27. United Nations. New York, USA.
- Widodo, T.W. dan A. Ashari. 2009. *Teori dan Konstruksi Instalasi Biogas*. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Serpong: Balai Litbang Pertanian, Departemen Pertanian.
- Widodo, T.W., A. Ashari, dan Ana R, Elita R. 2006. *Rekayasa dan Pengujian Reaktor Biogas Skala Kelompok Tani Ternak*. Jurnal Enjiniring Pertanian. Volume IV No.1. pp.41-52.