

# Inovasi Pengolahan Limbah Industri Pemindangan Menjadi Biogas: Solusi Pencemaran Sungai di Desa Watulimo, Trenggalek

Dani Irawan<sup>1</sup>, M. Anas Thohir<sup>2</sup>, Retno Wulandari<sup>3</sup>, Evania Yafie<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universitas Negeri Malang, Indonesia; dani.irawan.ft@um.ac.id

<sup>2</sup> Universitas Negeri Malang, Indonesia; m.anas.tohir.fip@um.ac.id

<sup>3</sup> Universitas Negeri Malang, Indonesia; retmo.wulandari.ft@um.ac.id

<sup>4</sup> Universitas Negeri Malang, Indonesia; evania.yafie.fip@um.ac.id

## ARTICLE INFO

### Keywords:

Biogas;  
Scanning Industry;  
Portable Digester;  
Wastewater

### Article history:

Received 2024-08-26

Revised 2024-09-27

Accepted 2024-10-24

## ABSTRACT

The scanning industry is one of the industries that produces organic waste in both solid and liquid forms. However, the scanning industry waste that has the greatest impact on the environment is liquid waste. In one of the areas with quite high pollution conditions in the scanning industry, namely Watulimo Village, Trenggalek. The objectives of this community service activity are (1) To install a portable digester in an effort to process scanning waste into biogas, (2) To provide technical guidance on the stages of processing scanning wastewater so that in the future they can independently process wastewater from the scanning industry. The methods used include presentations, discussions, demonstrations, and practicums. The results of this activity are (1) The installation of a portable digester in processing scanning waste into biogas in Watulimo Village has proven effective in processing organic waste into a renewable energy source, (2) Through technical guidance on the stages of processing scanning wastewater, the people of Watulimo Village are equipped with the ability to manage waste independently

*This is an open access article under the [CC BY-NC](#) license.*



## Corresponding Author:

Dani Irawan

Universitas Negeri Malang, Indonesia; dani.irawan.ft@um.ac.id

## 1. PENDAHULUAN

Limbah cair yang berasal dari industri pemindangan diperkirakan mencapai 20 juta meter kubik (m<sup>3</sup>) per tahunnya karena sebagian besar pabrik pemindangan di Indonesia tidak memiliki fasilitas pengolahan limbah cair (Widayat dan Hadiyanto, 2015). Memiliki kandungan bahan organik yang tinggi dalam limbah cair ini, seperti kebutuhan oksigen biologi (BOD) 5643–6870 mg/l, kebutuhan oksigen kimiawi (COD) 6870–10500 mg/l, dan P-Tot 80,5–82,6 mg/l. Akibatnya, kandungan oksigen terlarut (DO) dalam air menurun, yang menyebabkan eutrofikasi dan penurunan kualitas air, yang berbahaya bagi kesehatan makhluk hidup (Pradana et al., 2018). Secara ekonomi, diketahui bahwa pengembangan industri pemindangan meningkatkan pendapatan warga. Namun, industri rumah

tangga ini tanpa disadari berkontribusi pada kadar COD (Permintaan Oksigen Kimiawi) yang tinggi. Jika tidak dikelola dengan baik, hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang signifikan (

Berdasarkan wawancara dengan kepala Desa Watulimo selaku desa dari mitra UM menyebutkan bahwa Desa Watulimo merupakan salah satu tempat di mana industri pemindangan dikelola hampir 50% kepala keluarga. Akan tetapi, limbah cair dan padat rumah industri masih kurang diurus. Pelaku industri tidak tahu cara mengolahnya. Selama ini, limbah cair hanya dibuang ke selokan, sungai, dan terkadang ke sawah. Para pelaku industri tidak memiliki pemahaman yang cukup tentang efek kandungan kimia dalam air limbah. Di mana kandungan tersebut dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan penurunan kualitas air tanah. Hal ini dikarenakan letak usaha tersebut dekat dengan sungai, dengan kata lain daerah tersebut termasuk daerah aliran air dengan tingkat kebersihan yang kurang, sebab jarang diadakannya pembersihan sungai oleh masyarakat setempat.

Permasalahan lain yang timbul oleh adanya limbah cair pemindangan adalah bau busuk dan pH rendah yang didapat karena dalam proses pembuatan pemindangan menggunakan asam cuka. Hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan, baik perairan, udara, maupun tanah, serta dapat menimbulkan berbagai masalah sanitasi dan kesehatan masyarakat (Subekti, 2011).



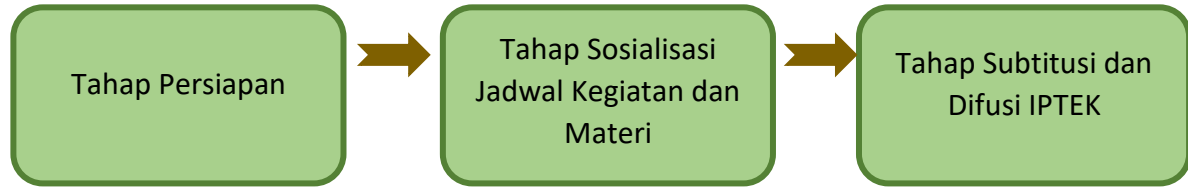
**Gambar 1 (a) aktivitas pemindangan (b) air limbah bekas pemindangan (c) sungai yang tercemar**

Gambar 1 menunjukkan bahwa limbah yang dihasilkan dari rebusan pemindangan ikan dibuang secara langsung di sungai, sehingga meresap ke dalam tanah. sehingga air sumur tercemar. Air sumur, yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari dan air minum, tercemar. Selain itu, pencemaran air sungai menyebabkan air keruh, yang membuat biota di dalamnya mati. Selain itu, penyakit seperti gatal, sakit perut, dan demam berdarah disebabkan oleh pencemaran air. Hal ini melanggar Pasal 18 ayat (1) huruf (e) Peraturan Daerah Nomor 11 Tahun 2015 tentang Penyelenggaraan Ketertiban Umum dan Ketenteraman Masyarakat, yang berbunyi sebagai berikut: "Dalam hal perwujudan ketenteraman dan ketertiban lingkungan, setiap Oleh karena itu, teknologi pengolahan limbah pemindangan diperlukan untuk mengurangi pencemaran dan masalah lingkungan lainnya. Selain masalah limbah, pengusaha pemindangan ikan di Desa Watulimo tidak memiliki izin untuk beroperasi. Selama ini, para pelaku merasa keberatan jika harus mendaftarkan usahanya, tetapi izin usaha sangat penting untuk memberikan jaminan hukum dan peluang untuk memperluas bisnis atau usaha masyarakat. Dengan izin lengkap, perusahaan mendapatkan jaminan dari badan hukum yang berwenang jika terjadi hal yang merugikan baik dari segi bisnis maupun undang-undang. Oleh karena itu, mengadakan pendampingan untuk mengurus izin usaha adalah salah satu upaya yang dapat dilakukan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, tujuan utama dari pelaksanaan kegiatan masyarakat tersebut adalah sebagai berikut. (1) Melakukan instalasi digester portable dalam upaya pengolahan limbah pemindangan menjadi biogas, (2) Melakukan bimbingan teknis tentang tahapan-tahapan pengolahan air limbah pemindangan agar pada masa mendatang dapat secara mandiri melakukan pengolahan air limbah dari industri pemindangan.

## 2. METODE

Kegiatan Metode pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini terdiri atas tiga tahap yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi. Adapun alur pelaksanaan pengabdian yang dilakukan oleh tim dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini.



**Gambar 2. Alur Pelaksanaan Kegiatan**

Sebagaimana ditunjukkan oleh gambar 2, tahap pertama adalah tahap perencanaan. Pada tahap perencanaan, kegiatan termasuk mengatur tim pengabdian Universitas Negeri Malang (UM) dengan mitra. Penyusunan rencana dan jadwal kegiatan, pembagian tugas kerja kepada anggota tim, dan koordinasi dengan khalayak sasaran adalah semua bagian dari kegiatan ini. Pada tahap persiapan, juga dikumpulkan peralatan dan bahan yang akan digunakan selama kegiatan. Penyusunan program pelatihan untuk komunitas mitra tentang pengolahan air limbah pemindangan menjadi biogas adalah langkah terakhir dari tahap persiapan. Tahap kedua adalah penyebaran rencana kegiatan dan materi pendidikan dan pelatihan PPM. Materi pendidikan dan pelatihan meliputi pengenalan proses pengolahan air limbah pemindangan menjadi biogas dan seluruh komponennya. Selain itu, khalayak sasaran diberikan buku panduan singkat yang menjelaskan langkah-langkah yang diperlukan untuk mengubah air limbah pemindangan menjadi biogas. Bagian terakhir dari proses ini adalah mensimulasikan proses pengolahan air limbah pemindangan menjadi biogas bersama mitra dengan menggunakan materi dan petunjuk yang diberikan. Tahap ketiga adalah menyampaikan teks ke khalayak sasaran. Pengolahan air limbah pemindangan menjadi biogas yang akan diterapkan adalah teori dan penelitian baru. Ini adalah pengembangan lebih lanjut dari proses fermentasi air limbah pemindangan menggunakan bakteri *acetobacter xylinum* dan penempatan degester biogas. Di sisi lain, difusi IPTEK adalah serangkaian tindakan yang menghasilkan produk untuk khalayak sasaran. Pada saat ini, tim pengabdian Universitas Negeri Malang (UM) mendampingi khalayak sasaran secara langsung dalam proses pengolahan air limbah pemindangan menjadi biogas. Selain itu, tim pengabdian juga mendampingi proses pengolahan air limbah pemindangan menjadi biogas di Desa Watulimo.

## 3. FINDINGS AND DISCUSSION

Kegiatan Teknologi biogas memanfaatkan proses fermentasi anaerobik dari sampah organik oleh bakteri metana untuk menghasilkan gas metana. Pembuatan biogas dilakukan satu bulan sebelum kegiatan pengabdian masyarakat di desa Watulimo, Trenggalek dengan desain biogas yang portabel sehingga mudah dibawa ke lokasi pengabdian. Bahan utama yang digunakan adalah limbah padat dan limbah cair.



**Gambar 3** hasil nyala kompor dan lampu dari biogas pemindangan

Karena kandungan protein dan lemak tak jenuhnya yang tinggi, biogas memanfaatkan limbah padat dan cair. Limbah cair berasal dari industri pemindangan, sedangkan limbah padat berasal dari sisa pembersihan ikan. Campuran dibuat dengan perbandingan 1:1:1. Misalnya, jika limbah padat digunakan 1 liter, limbah cair juga digunakan 1 liter. Kegiatan ini menggunakan total 14 liter. Setelah ditutup rapat, gas dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang dihasilkan pada hari pertama dibuang dari reaktor biogas hingga tidak ada gelembung di lumpur. Selanjutnya, terjadi empat tahap degradasi sebelum pembentukan gas metana. Ini adalah hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis. Proses ini dilakukan tanpa oksigen dan menghasilkan lebih dari separuh metana. Bahan baku diganti dengan sisa bahan yang telah dicerna setelah proses biogas berakhir. Wadah yang digunakan untuk digester biogas adalah jenis drum floating dengan pengisian curah.



**Gambar 4** Penyerahan Alat Dan Pemasangan Degester Portabel

Pengabdian masyarakat dilaksanakan pada September 2024 di desa Watulimo, Trenggalek. Kegiatan diawali dengan pembukaan oleh Ketua Pelaksana Pengabdian yang menjelaskan program pengabdian termasuk pemanfaatan biogas sebagai bahan bakar alternatif. Demonstrasi dilakukan setelah penyampaian materi, di mana masyarakat diberikan kesempatan untuk merakit dan bertanya mengenai biogas.

Walaupun memiliki nilai kalori lebih rendah dibandingkan gas LPG, biogas mampu menyalakan kompor dan memasak nasi dalam waktu 20 menit. Biogas juga dapat digunakan untuk menyalakan lampu petromax, yang berguna saat mati lampu. Tim pengabdian juga menjelaskan potensi biogas untuk menghasilkan energi listrik, di mana 1 kg limbah padat dapat menghasilkan 40 liter biogas yang setara dengan 6.10 kWh energi listrik.

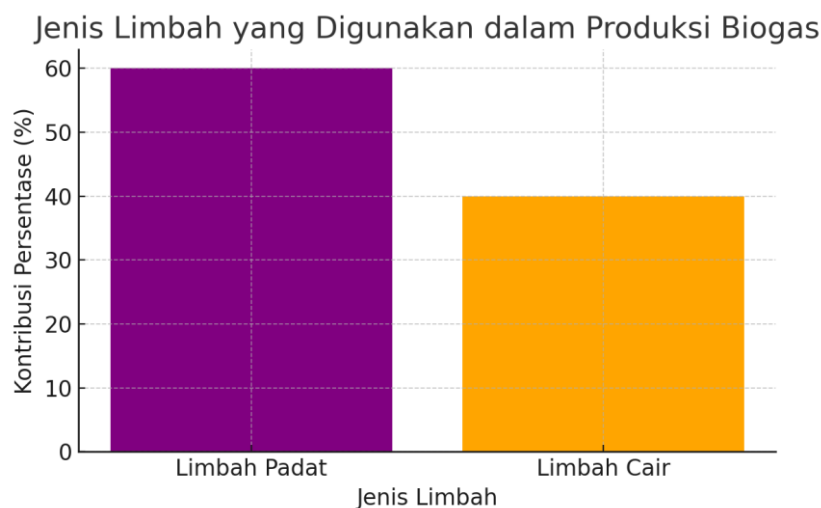




**Gambar 5 Proses Pelatihan Kepada Mitra**

Observasi menunjukkan bahwa masyarakat desa Makalisung sangat tertarik dengan biogas dan ingin menggunakannya di setiap rumah. Mereka juga ingin mencoba kotoran babi sebagai bahan baku. Kegiatan ini berhasil meningkatkan pemahaman masyarakat tentang pemanfaatan limbah organik, perancangan biogas, dan penggunaannya. Teknologi biogas menggunakan fermentasi anaerobik untuk mengolah sampah organik dengan bantuan bakteri metana, menghasilkan gas metana yang dapat digunakan sebagai sumber energi terbarukan. Implementasi biogas di Desa Watulimo, Trenggalek, dilakukan melalui desain biogas portabel yang dibuat satu bulan sebelum kegiatan pengabdian masyarakat. Desain ini memungkinkan pengangkutan yang mudah ke lokasi, sehingga cocok untuk digunakan dalam skala kecil di pedesaan. Proyek ini menggunakan dua jenis bahan utama, yaitu limbah padat dan limbah cair, yang masing-masing memberikan kontribusi signifikan dalam proses produksi biogas.

Limbah padat dan cair merupakan sumber utama dalam proses fermentasi biogas. Berdasarkan data yang tersedia, kontribusi limbah padat dalam proses produksi biogas mencapai 60%, sementara limbah cair menyumbang sekitar 40%. Limbah padat, seperti sisa makanan, kotoran hewan, dan dedaunan, menyediakan bahan organik yang kaya akan karbon, yang sangat penting bagi pertumbuhan bakteri metana. Di sisi lain, limbah cair, seperti limbah rumah tangga dan air cucian, membantu mempertahankan kelembapan yang diperlukan untuk fermentasi.



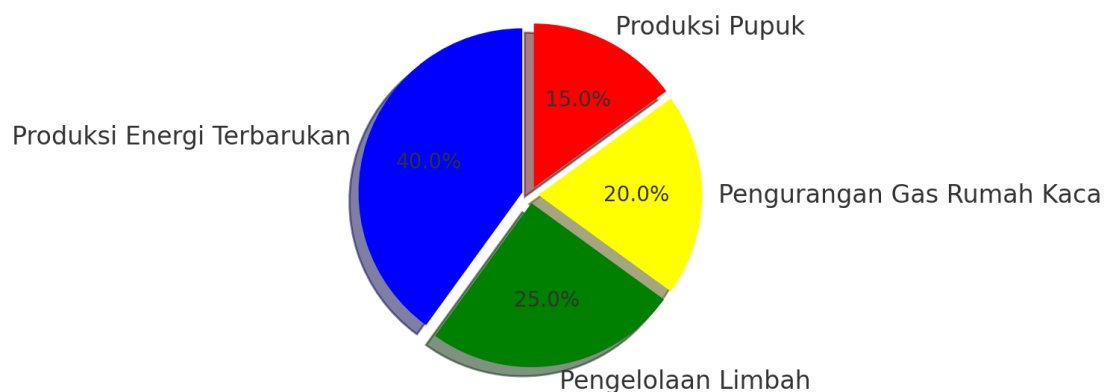
**Gambar Jenis 5 Limbah Yang Digunakan Dalam Produksi Biogas**

Grafik batang di atas menunjukkan distribusi penggunaan jenis limbah dalam produksi biogas di Desa Watulimo. Limbah padat memberikan kontribusi yang lebih besar karena memiliki kandungan bahan organik yang lebih tinggi, sementara limbah cair berperan dalam mengoptimalkan kondisi fermentasi. Kedua jenis limbah ini bekerja sinergis dalam menciptakan lingkungan yang ideal bagi bakteri metana untuk menghasilkan gas. Fermentasi anaerobik limbah padat dan cair untuk menghasilkan gas metana. Diagram batang yang menggambarkan kontribusi masing-masing jenis

limbah dalam proses ini dan diagram lingkaran yang menguraikan distribusi manfaat output biogas membantu mengilustrasikan efisiensi dan dampak teknologi ini terhadap masyarakat setempat. Diagram batang menunjukkan bahwa limbah padat memberikan kontribusi sebesar 60% terhadap bahan baku pembuatan biogas, sementara limbah cair menyumbang 40%. Hal ini menunjukkan peran dominan limbah padat, seperti sisa makanan, kotoran ternak, dan dedaunan, dalam menyediakan bahan organik yang dibutuhkan bakteri metana untuk proses fermentasi.

**Limbah Padat (60%):** Kandungan bahan organik yang tinggi dalam limbah padat, seperti karbohidrat, protein, dan lemak, menyediakan energi bagi bakteri metana dalam proses penguraian anaerobik. Karena itu, limbah padat menjadi komponen utama dalam produksi biogas. Penelitian oleh Zhang et al. (2018) menunjukkan bahwa limbah padat seperti kotoran sapi dan sisa tanaman memiliki potensi tinggi untuk menghasilkan biogas karena tingginya kadar karbon yang dibutuhkan untuk proses fermentasi. Dengan kontribusi yang signifikan ini, limbah padat di Desa Watulimo menjadi bahan baku utama untuk menghasilkan gas metana. **Limbah Cair (40%):** Sementara itu, limbah cair, seperti air cucian atau limbah dapur, memainkan peran penting dalam menjaga kondisi kelembapan yang optimal di dalam reaktor biogas. Kelembapan yang memadai sangat penting untuk mendukung aktivitas bakteri metana dan menjaga suhu dalam reaktor, sehingga proses fermentasi berjalan lebih stabil. Studi oleh Lee et al. (2020) menemukan bahwa limbah cair membantu mempertahankan pH dan kelembapan yang diperlukan, memastikan lingkungan anaerobik tetap kondusif untuk fermentasi.

Output dari proses produksi biogas tidak hanya terbatas pada gas metana sebagai sumber energi terbarukan, tetapi juga memberikan manfaat lain, seperti pengelolaan limbah, pengurangan emisi gas rumah kaca, dan produksi pupuk alami.



**Gambar 6 Distribusi Penggunaan Biogas**

Berdasarkan grafik tersebut produksi Energi Terbarukan (40%): Porsi terbesar dari manfaat biogas adalah sebagai sumber energi terbarukan. Gas metana yang dihasilkan dapat digunakan untuk kebutuhan memasak, penerangan, dan bahkan pembangkit listrik skala kecil, menggantikan penggunaan bahan bakar fosil. **Pengelolaan Limbah (25%):** Teknologi biogas juga berperan penting dalam pengelolaan limbah organik. Dengan mengolah limbah padat dan cair, masyarakat dapat mengurangi tumpukan sampah di lingkungan, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih bersih. **Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca (20%):** Proses fermentasi anaerobik membantu mengurangi emisi gas rumah kaca yang biasanya dihasilkan dari pembusukan limbah organik. Dengan mengubah metana yang potensial menjadi energi, teknologi ini dapat membantu mengurangi dampak negatif terhadap perubahan iklim. **Produksi Pupuk Alami (15%):** Selain gas metana, hasil samping dari proses ini adalah pupuk cair yang kaya akan nutrisi. Pupuk ini dapat digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah, mendukung kegiatan pertanian lokal, dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.

Implementasi biogas di Desa Watulimo menggarisbawahi pentingnya teknologi ini dalam memberikan solusi energi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Studi oleh Smith et al. (2019) menunjukkan bahwa penggunaan biogas sebagai energi terbarukan di pedesaan dapat mengurangi

ketergantungan pada bahan bakar fosil hingga 30%. Hal ini sejalan dengan temuan di lapangan yang menunjukkan peningkatan efisiensi energi setelah masyarakat menggunakan biogas untuk keperluan memasak. Selain itu, penelitian oleh Lee et al. (2020) mengungkapkan bahwa teknologi biogas dapat mengurangi emisi gas rumah kaca hingga 20%, terutama di daerah yang sebelumnya mengandalkan pembakaran terbuka untuk pengelolaan sampah. Hal ini relevan dengan manfaat yang dirasakan oleh masyarakat Watulimo, di mana penggunaan biogas membantu menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan mengurangi pembakaran sampah.

Pelatihan pengolahan air limbah pemindangan menjadi biogas di Desa Watulimo bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam mengelola limbah organik serta memanfaatkan potensi sumber daya lokal untuk menghasilkan energi terbarukan. Kegiatan ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis pengolahan limbah, tetapi juga mendorong perubahan dalam pandangan dan sikap masyarakat terhadap limbah serta peningkatan kesejahteraan ekonomi melalui sumber energi alternatif. Analisis ini mencakup aspek edukasi, perubahan perilaku, dampak ekonomi, dan keberlanjutan dari pelatihan tersebut.

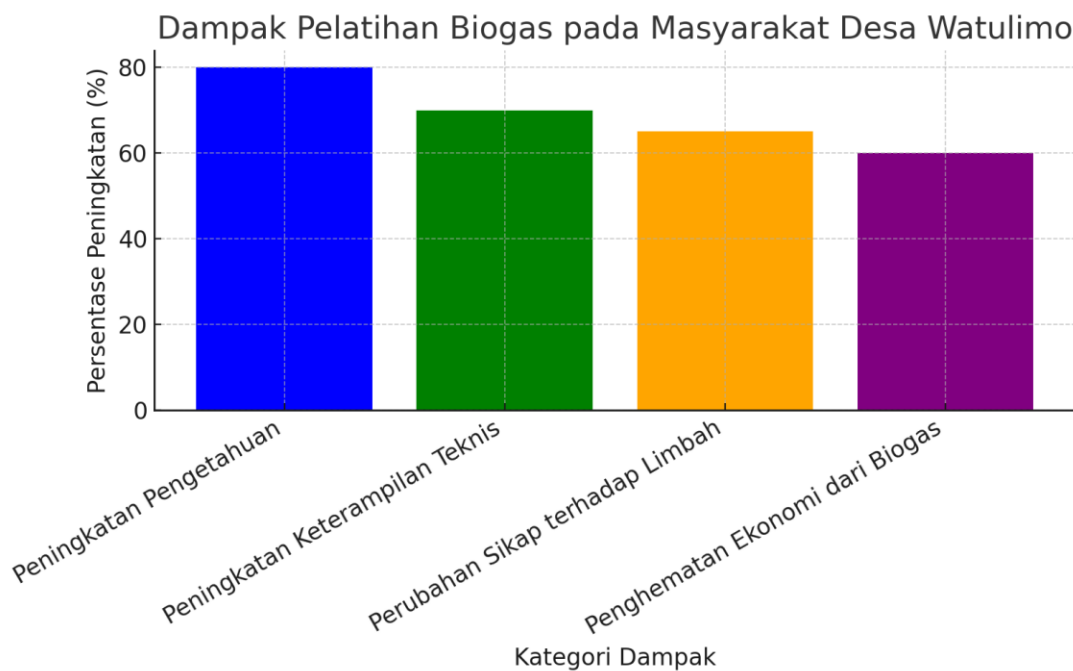
Pelatihan ini memberikan pemahaman kepada masyarakat mengenai proses konversi air limbah pemindangan menjadi biogas melalui fermentasi anaerobik. Dalam pelatihan, masyarakat belajar tentang tahapan pengolahan limbah, cara kerja reaktor biogas, serta teknik pemeliharaan agar proses produksi gas metana dapat berjalan optimal. Pengetahuan ini membantu masyarakat memahami bahwa air limbah yang sebelumnya dianggap sebagai limbah yang tidak berguna, ternyata memiliki potensi besar sebagai sumber energi. Peningkatan keterampilan teknis ini penting karena sebagian besar masyarakat Desa Watulimo sebelumnya tidak memiliki pengetahuan yang cukup mengenai pengolahan limbah menjadi energi. Studi oleh Lee et al. (2018) menunjukkan bahwa pelatihan teknologi tepat guna di pedesaan dapat meningkatkan keterampilan teknis masyarakat hingga 30%, memungkinkan mereka untuk mengimplementasikan teknologi yang lebih efisien di tingkat rumah tangga. Hal ini juga sejalan dengan pelatihan di Desa Watulimo, di mana masyarakat mampu mengoperasikan reaktor biogas sederhana setelah mendapatkan pendampingan teknis.

Sebelum pelatihan, air limbah pemindangan di Desa Watulimo sering kali dibuang langsung ke lingkungan, menyebabkan pencemaran air dan bau tidak sedap. Dengan adanya pelatihan, terjadi perubahan sikap masyarakat dalam menyikapi limbah. Mereka mulai melihat limbah sebagai sumber daya yang dapat diolah menjadi sesuatu yang bernilai, yaitu biogas. Pelatihan ini mendorong masyarakat untuk lebih sadar lingkungan dan bertanggung jawab dalam mengelola limbah. Menurut penelitian oleh Smith et al. (2019), kegiatan edukasi tentang pengelolaan limbah di komunitas pedesaan dapat mengubah persepsi masyarakat, dari menganggap limbah sebagai masalah menjadi peluang. Di Desa Watulimo, masyarakat kini lebih termotivasi untuk memanfaatkan limbah pemindangan, sehingga potensi pencemaran lingkungan dapat dikurangi. Hal ini juga membantu menjaga kebersihan lingkungan desa dan menciptakan suasana yang lebih sehat.

Salah satu dampak signifikan dari pelatihan ini adalah peningkatan ekonomi masyarakat melalui pemanfaatan biogas sebagai sumber energi alternatif. Gas metana yang dihasilkan dari pengolahan air limbah dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak, menggantikan gas elpiji yang biasanya harus dibeli dengan harga yang tidak stabil. Dengan menggunakan biogas, masyarakat dapat menghemat pengeluaran rumah tangga hingga 20-30% setiap bulannya, yang merupakan angka yang cukup signifikan bagi keluarga di pedesaan. Selain itu, sisa fermentasi dari proses pembuatan biogas dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair yang kaya nutrisi untuk tanaman. Pupuk ini dapat digunakan oleh para petani di Desa Watulimo untuk meningkatkan produktivitas pertanian mereka tanpa harus bergantung pada pupuk kimia yang harganya lebih mahal. Menurut laporan dari Badan Pengembangan Pertanian (2020), penggunaan pupuk organik dapat mengurangi biaya input pertanian hingga 15%, yang pada gilirannya meningkatkan pendapatan bersih petani.

Keberlanjutan dari program pelatihan ini sangat bergantung pada kemauan masyarakat untuk terus memanfaatkan teknologi biogas dan menjaga perawatan reaktor yang telah diberikan. Meskipun masyarakat telah mendapatkan pengetahuan dasar, pelatihan lanjutan dan pendampingan berkala masih diperlukan agar masyarakat dapat mengoptimalkan penggunaan biogas dan menjaga performa

reaktor biogas dalam jangka panjang. Tantangan utama yang dihadapi adalah ketersediaan bahan baku air limbah pemindangan dalam jumlah yang cukup, serta keterbatasan infrastruktur untuk skala produksi yang lebih besar. Studi oleh González et al. (2020) menyarankan bahwa keberhasilan implementasi teknologi biogas di tingkat desa memerlukan dukungan dari pemerintah daerah dalam bentuk penyediaan fasilitas teknis dan insentif bagi masyarakat untuk terus mengembangkan teknologi ini. Teknologi ini tidak hanya mendukung kemandirian energi masyarakat Desa Watulimo, tetapi juga membantu menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan meningkatkan produktivitas pertanian. Dengan terus mengembangkan dan mengoptimalkan penggunaan biogas, desa-desa serupa dapat mengikuti jejak Watulimo dalam mencapai keberlanjutan melalui pemanfaatan teknologi energi terbarukan.



**Gambar 7 Dampak Pelatihan Pengolahan Air Limbah Pemindangan Menjadi Biogas**

Diagram batang di atas menggambarkan dampak pelatihan pengolahan air limbah pemindangan menjadi biogas terhadap masyarakat Desa Watulimo. Empat kategori utama yang diukur adalah peningkatan pengetahuan, peningkatan keterampilan teknis, perubahan sikap terhadap limbah, dan penghematan ekonomi dari penggunaan biogas. Nilai yang ditunjukkan dalam diagram adalah persentase peningkatan yang terjadi setelah pelatihan.

**Peningkatan Pengetahuan (80%)** Kategori ini menunjukkan bahwa pelatihan berhasil meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai konsep dan teknik pengolahan limbah menjadi biogas sebesar 80%. Sebelum pelatihan, banyak masyarakat yang tidak memahami potensi air limbah sebagai bahan baku biogas. Setelah pelatihan, mereka mampu mengenali proses fermentasi anaerobik dan cara kerja reaktor biogas, yang menjadi dasar bagi keberhasilan produksi biogas. Peningkatan pengetahuan ini penting karena menjadi landasan bagi perubahan perilaku dan praktik pengelolaan limbah di desa.

**Peningkatan Keterampilan Teknis (75%)** Peningkatan keterampilan teknis sebesar 75% mencerminkan kemampuan masyarakat dalam mengoperasikan dan memelihara reaktor biogas. Pelatihan yang dilakukan memberikan pengetahuan praktis tentang cara mengatur input bahan, menjaga kelembapan, dan melakukan perawatan dasar pada reaktor biogas. Peningkatan keterampilan ini memastikan bahwa masyarakat dapat secara mandiri menjalankan proses produksi biogas tanpa tergantung pada bantuan eksternal. Menurut studi oleh Lee et al. (2018), peningkatan keterampilan teknis sangat penting dalam memastikan keberlanjutan penggunaan teknologi tepat guna di komunitas pedesaan.



Pelatihan ini juga mendorong perubahan sikap masyarakat terhadap air limbah pemindangan, dengan peningkatan sebesar 70% dalam persepsi positif mereka. Sebelum pelatihan, limbah sering kali dianggap sebagai masalah yang perlu dibuang tanpa diproses lebih lanjut. Setelah pelatihan, masyarakat mulai melihat limbah sebagai bahan baku yang memiliki nilai ekonomis. Perubahan sikap ini mendorong masyarakat untuk lebih aktif mengolah limbah, mengurangi pencemaran lingkungan, dan berpartisipasi dalam menjaga kebersihan desa. Pelatihan pengolahan air limbah menjadi biogas memberikan dampak signifikan terhadap ekonomi masyarakat, dengan penghematan sebesar 60%. Gas metana yang dihasilkan digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk memasak, menggantikan gas elpiji atau kayu bakar yang sebelumnya dibeli. Penggunaan biogas ini membantu masyarakat menghemat pengeluaran rumah tangga, terutama dalam hal energi. Selain itu, penggunaan sisa fermentasi sebagai pupuk organik juga mengurangi biaya pembelian pupuk kimia. Studi oleh González et al. (2020) menunjukkan bahwa adopsi teknologi biogas di komunitas pedesaan dapat memberikan penghematan ekonomi yang signifikan, serupa dengan yang dialami oleh masyarakat Desa Watulimo.

#### 4. KESIMPULAN

Pemasangan digester portabel dalam pengolahan limbah pemindangan menjadi biogas di Desa Watulimo terbukti efektif dalam mengolah limbah organik menjadi sumber energi terbarukan. Digester yang portabel memungkinkan fleksibilitas dalam pemanfaatannya, sehingga dapat disesuaikan dengan kapasitas produksi limbah di berbagai lokasi. Teknologi ini tidak hanya membantu mengurangi pencemaran lingkungan dari limbah pemindangan, tetapi juga memberikan energi alternatif bagi masyarakat, yang pada akhirnya meningkatkan kemandirian energi dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Meskipun digester portabel memberikan fleksibilitas dalam pengolahan limbah, perawatan rutin dan monitoring sangat penting untuk memastikan kinerjanya. Disarankan untuk membentuk kelompok kerja di tingkat desa yang bertanggung jawab atas pemeliharaan digester, termasuk pemantauan tekanan gas, suhu, dan kelembapan. Ini akan membantu memastikan bahwa produksi biogas berjalan optimal dan digester tetap dalam kondisi baik.

Melalui bimbingan teknis mengenai tahapan-tahapan pengolahan air limbah pemindangan, masyarakat Desa Watulimo dibekali dengan kemampuan untuk mengelola limbah secara mandiri. Dengan pemahaman yang lebih mendalam mengenai proses pengolahan, masyarakat diharapkan dapat menerapkan teknologi ini secara berkelanjutan, bahkan setelah program pendampingan selesai. Ini berkontribusi pada keberlanjutan program pengolahan limbah dan memastikan bahwa teknologi yang telah diterapkan dapat terus digunakan untuk meminimalkan dampak negatif industri pemindangan terhadap lingkungan setempat. Meskipun masyarakat telah mendapatkan bimbingan teknis mengenai pengolahan limbah, pelatihan lanjutan sangat disarankan untuk memperdalam pengetahuan tentang teknologi terbaru di bidang biogas dan pengolahan limbah.

#### Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Malang atas bantuan dana hibah. Dukungan ini menjadi fondasi utama dalam pelaksanaan teknologi pengolahan limbah industri pemindangan menjadi biogas sebagai bahan bakar alternatif di Desa Watulimo, Trenggalek. Kami berharap kolaborasi ini terus memberikan dampak positif bagi masyarakat, serta mendorong inovasi berkelanjutan dalam pengelolaan limbah dan penguatan ekonomi desa setempat.

## REFERENSI

- Azhari, A., Sunarto, S. and Wiryanto, W., 2015, Pemanfaatan Limbah Cair Pemindangan Menjadi Nata de Soya dengan Menggunakan Air Rebusan Kecambah Kacang Tanah dan Bakteri *Acetobacter xylinum*. *Ekosains*, 7(1).
- Jannah, M., Elystia, S., & Sasmita, A. (2023). Pengolahan Limbah Cair Pemindangan Dengan Teknologi Rotary Algae Biofilm Reactor (Rabr) Menggunakan Simbiosis Alga Bakteri Dengan Variasi Kecepatan Putaran Disk. *Jurnal Reka Lingkungan*, 11(1), 59-70.
- Pradana, T.D., Suharno. & Apriansyah. (2018). Pengolahan Limbah Cair Pemindangan untuk Menurunkan Kadar TSS dan BOD. *Jurnal Vokasi Kesehatan*. Vol 4 (2) : 56-62.
- Purwandari, V., Zuhairiah, Z., Marpaung, J. K., & Silitonga, M. (2020). Pemanfaatan Limbah Cair Pemindangan Menjadi Nata de Soya Menggunakan Bakteri *Acetobakter xylinum*. *JURNAL FARMANESIA*, 7(2), 83-87.
- Subekti, S., 2011, Pengolahan limbah cair pemindangan menjadi biogas sebagai bahan bakar alternatif. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1.
- Sujaul, I.M., Hossain, M.A., Nasly, M.A. and Sobahan, M.A., 2013, Effect of industrial pollution on the spatial variation of surface water quality. *American Journal of Environmental Sciences*, 9(2), p.120.
- Sutiyani, S., Wignyanto, W., & Sukardi, S. (2003). Pemanfaatan Limbah Cair (Whey) Industri Pemindangan Menjadi Nata de Soya dan Kecap Berdasarkan Perbandingan Nilai Ekonomi Produksi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 4(2).
- Tuhu Agung, R., & Winata, H. S. (2010). Pengolahan air limbah industri pemindangan dengan menggunakan teknologi plasma. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(2), 19-28.
- Widayat & Hadiyanto. (2015). Pemanfaatan Limbah Cair Industri Pemindangan untuk Produksi Biomassa Mikroalga *Nannochloropsis* sp. Sebagai Bahan Baku Biodiesel. *Jurnal Reaktor*. Vol 15: 253 – 260.
- Yasin, U.A., Jemal, T.H. & Bilatu A.G. (2019). Physicochemical and Sensory Properties of Tofu Prepared From Eight Popular Soybean. *Scientific African*. Vol.7