



TEKIBA :

Jurnal Teknologi dan Pengabdian Masyarakat



E-ISSN : 2776-947X



Journal Title

Pelatihan Konversi Syngas Gasifikasi Limbah Kulit Kopi Menjadi Energi Listrik di Kecamatan Silo

Muhammad Dimiyati Nashrullah^{1*}  Andi Sanata²  Imam Sholahuddin³  Dani Hari Tunggal Prasetyo⁴  Elvira Wahyu Arum Fanani⁵  Dwi Wahyu Hardiyanto⁶  Faizah Ali⁷  M. Thoriq Akbar Fauzi⁸  Ricky Kurnia Yudistira⁹  Brayen Jovanda¹⁰ 
Muhammad Kaka Gabriel Ilah¹¹  Faqih Noval¹² 

¹m.dimiyati.nashrullah@unej.ac.id, ²andisanata@unej.ac.id, ³imam.teknik@unej.ac.id,
⁴dani.hari@unej.ac.id, ⁵elvirawahyu@unej.ac.id, ⁶dwiwahyu@unej.ac.id, ⁷faizah.a@unej.ac.id,
⁸thoriqsadega123@gmail.com, ⁹rickykurniay24@gmail.com, ¹⁰brayenjovanda86@gmail.com,
¹¹muhammadkaka365@gmail.com, ¹²faqihmasingai@gmail.com

*Correspondence Author: m.dimiyati.nashrullah@unej.ac.id

^{1,2,5,6,7}Program Studi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember, 68121, Indonesia

^{3,4}Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik, Fakultas Teknik, Universitas Jember, 68121, Indonesia

^{8,9,10,11,12}Mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember, 68121, Indonesia

ARTICLE INFO

Article History:

Submitted: 02-03-2026

Revised: 25-04-2026

Accepted: 31-05-2026

Published: 19-06-2026

ABSTRACT

Jember Regency is a major coffee producer in East Java with high production volumes; however, the coffee processing activities generate large quantities of coffee husk waste that remain underutilized. The target partner, GAPOKTAN Suka Maju in Pace Village, Silo Sub-district, sells the waste at very low prices and lacks knowledge of gasification technology to convert it into electrical energy. This community engagement program aimed to raise awareness of the environmental impact of indiscriminate coffee husk disposal and to provide training on converting syngas from gasification into electricity. The service method consisted of pre-activity, implementation, and evaluation stages. Pre-activities included improvement, modification of the gasification equipment, and drying of the coffee husk waste. The implementation stage consisted of socialization and training on the use of the equipment. The modified gasifier is capable of producing up to 1020 watts of electricity at an air discharge of 40 SCFH. The success of the modified gasifier in generating electricity was demonstrated by a light that turn on after being connected to the system. The demonstration was successfully carried out to showcase the potential for converting coffee husk waste into electrical energy. In the evaluation stage, a questionnaire consisting of 10 questions was administered, followed by interviews. The activity was attended by 19 members of the GAPOKTAN. After the program, the partner



License: This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



gained new knowledge, a practical experience in operating the equipment, and opportunity to utilize coffee husk waste as an alternative energy source. Evaluation results showed a very high acceptance rate, with 95.8% positive responses. Furthermore, the participants experienced an increase in understanding, from an average of 47.37% before the program to an average of 86.87% after the program. In conclusion, the program successfully enhanced the partner's insight and awareness, but ongoing technical assistance is required to maximize technology adoption.

Keywords:

Coffee Husk Waste, Gasification, Electricity, Pace Village, Jember

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan tantangan global yang disebabkan salah satunya oleh penggunaan energi fosil secara besar-besaran [1]-[2]. Pembakaran bahan bakar fosil menghasilkan emisi gas rumah kaca yang mengakibatkan peningkatan suhu global. Hal ini mengancam keseimbangan ekosistem, ketersediaan sumber daya alam, dan kehidupan manusia [3]-[6]. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan beralih ke sumber energi yang lebih bersih dan ramah lingkungan.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah biomassa. Biomassa merupakan bahan organik yang berasal dari makhluk hidup, seperti tanaman, hewan, dan limbah organik [7]. Penggunaan biomassa sebagai sumber energi memiliki keunggulan, di antaranya ketersediaan yang melimpah, dapat diperbaharui, dan dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil [8]. Biomassa dapat diolah menjadi berbagai bentuk energi, diantaranya syngas melalui proses gasifikasi [9]. Syngas dapat dimanfaatkan

untuk menghasilkan listrik, memberikan solusi energi bersih dan berkelanjutan [10]-[11].

Gasifikasi adalah proses termokimia mengubah biomassa menjadi syngas [7]. Syngas dapat berupa CH₄, CO, dan H₂ yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi, termasuk pembangkitan listrik [12]-[13]. Pemanfaatan limbah kulit kopi sebagai bahan baku untuk gasifikasi memiliki beberapa keuntungan. Selain mengurangi limbah yang mencemari lingkungan, teknologi ini juga memberikan nilai tambah ekonomis bagi petani kopi. Dengan mengubah limbah menjadi sumber energi, petani dapat mengurangi biaya konsumsi listrik.

Kabupaten Jember merupakan salah satu sentra utama penghasil kopi di Jawa Timur, dengan jumlah produksi tercatat sebesar 12.361 tons pada tahun 2023 [14]. Sekitar 40% dari total produksi kopi robusta di wilayah ini disumbang oleh Kecamatan Silo [15]. Proses pengolahan kopi menghasilkan limbah kulit kopi dalam jumlah yang sangat besar. Ironisnya, limbah ini kerap diabaikan dan tidak

dikelola dengan baik. Pembuangan limbah kulit kopi secara langsung ke lingkungan dapat memicu terjadinya masalah ekologis [16]. Padahal, melalui penerapan teknologi gasifikasi, limbah kulit kopi memiliki potensi menjanjikan sebagai sumber energi biomassa [17]-[18].

Di Desa Pace, terdapat Gabungan Kelompok Tani (GAPOKTAN) Suka Maju yang diketuai oleh Bapak Zainal Arifin [19]. Kelompok ini beranggotakan sekitar 30 orang dan berfokus pada upaya peningkatan produktivitas pertanian dengan menanam kopi di lahan yang tersedia. Rangkaian kegiatan mereka meliputi penanaman, perawatan, pemanenan, hingga pemasaran hasil kopi. Akan tetapi, pemanfaatan limbah kulit kopi oleh GAPOKTAN Suka Maju belum optimal, limbah tersebut hanya dijual dengan nilai ekonomis yang sangat rendah, yakni pada kisaran Rp400–Rp1000 per kilogram. Di samping itu, wawasan para anggota mengenai teknologi gasifikasi sebagai sarana pengolahan limbah biomassa menjadi energi listrik pun masih sangat minim.

2. METODE

Kegiatan pengabdian ini memiliki tiga tahapan utama seperti yang ditampilkan oleh **Gambar 1**, yaitu pra-kegiatan pengabdian, pelaksanaan kegiatan pengabdian, dan evaluasi.

1. Pra-Kegiatan Pengabdian

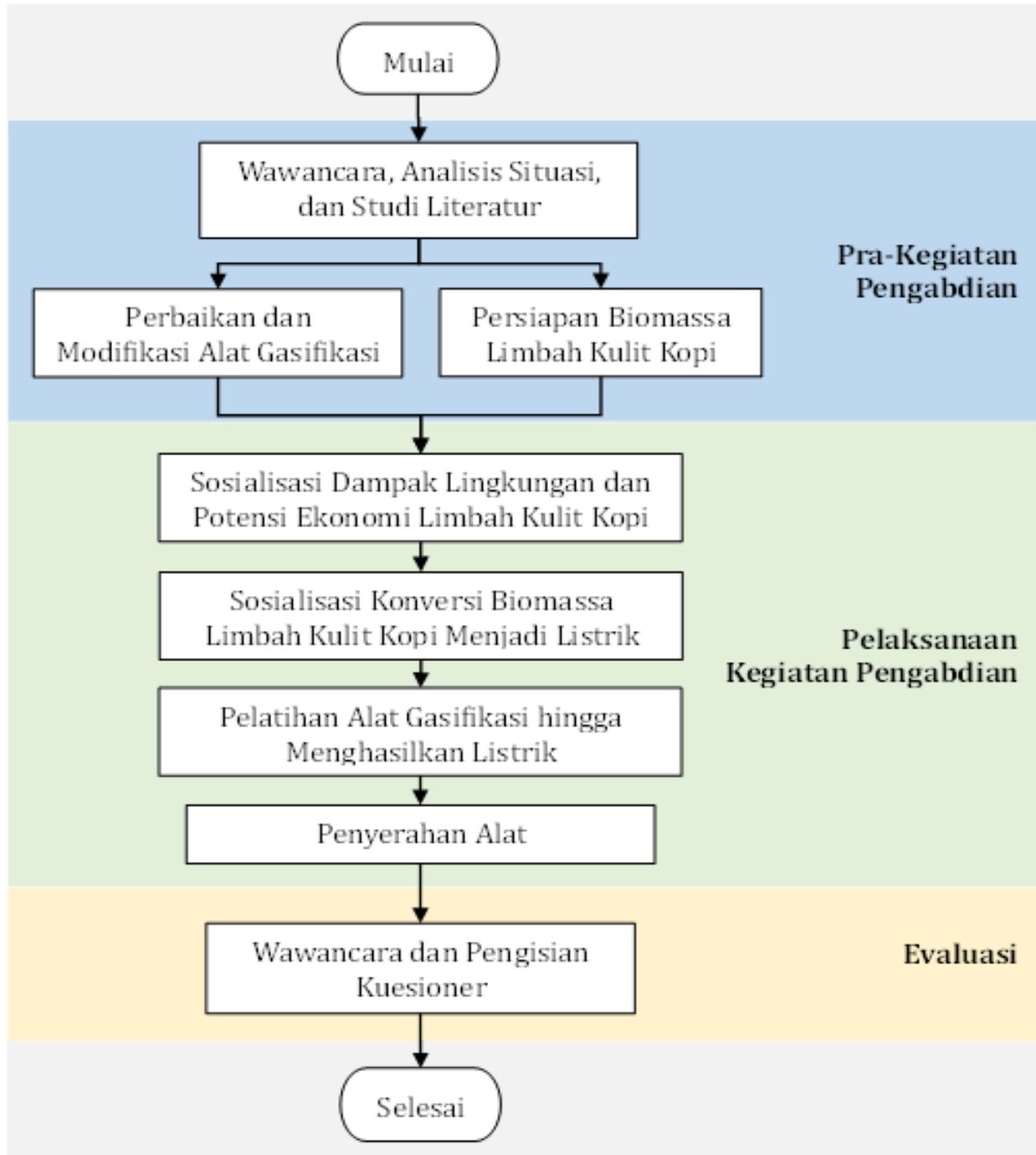
Pra-kegiatan pengabdian terdiri atas perbaikan dan modifikasi alat gasifikasi serta persiapan biomassa limbah kopi. Alat gasifikasi yang pernah digunakan untuk pengabdian bersama GAPOKTAN akan diperbaiki dan dimodifikasi sesuai kebutuhan. Tim pengabdian akan melakukan pemeriksaan menyeluruh

Pada pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan sosialisasi dampak pembuangan limbah kulit kopi ke lingkungan dan pelatihan pemanfaatan syngas hasil gasifikasi untuk dirubah menjadi energi listrik. Pengabdian ini melibatkan mitra yaitu GAPOKTAN Suka Maju. Pelatihan pengoperasian alat dilakukan menggunakan alat gasifikasi yang dibuat oleh tim pengabdian sebelumnya [20]. Pada pengabdian sebelumnya, alat gasifikasi hanya mengonversi limbah kulit kopi menjadi syngas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Akan tetapi pada penelitian ini, alat gasifikasi tersebut dilakukan pembaharuan sehingga tidak hanya dapat menghasilkan syngas dari biomassa limbah kulit kopi, tetapi dapat pula mengonversi syngas tersebut menjadi energi listrik. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kesadaran GAPOKTAN Suka Maju terhadap dampak lingkungan yang terjadi ketika limbah kulit kopi dibuang sembarangan di lingkungan serta memberikan pengetahuan potensi pemanfaatan energi limbah kulit kopi berupa energi listrik.

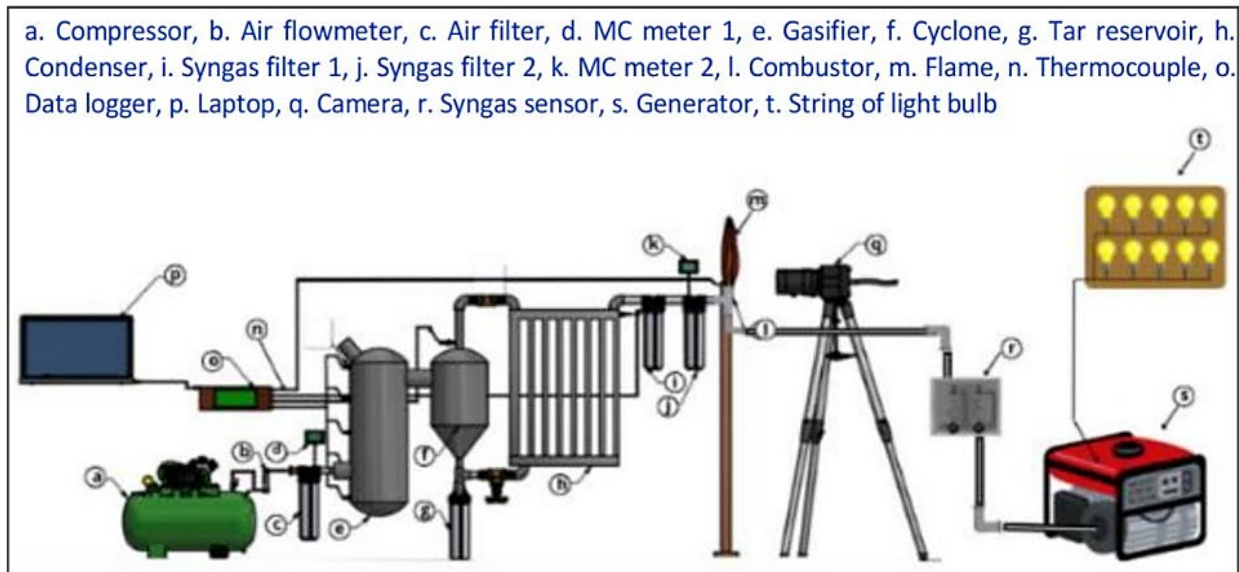
terhadap alat untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik. Salah satu peningkatan utama adalah pembuatan konverter yang memungkinkan syngas hasil gasifikasi disalurkan ke genset, sehingga genset dapat memanfaatkan syngas sebagai bahan bakar penghasil listrik. Proses ini melibatkan modifikasi sambungan dan

penyesuaian pada alat gasifikasi agar sesuai dengan spesifikasi genset. Modifikasi alat gasifikasi ini berdasarkan pengalaman penelitian tim di Kelompok Riset Advanced Combustion Fakultas Teknik Universitas Jember dengan skema alat ditampilkan **Gambar 2** [21]. Alat

gasifikasi yang telah dimodifikasi dengan penambahan konverter dan genset akan dilakukan pengujian untuk memastikan dapat menghasilkan listrik dengan cara memberikan pembebanan berupa rangkaian lampu.



Gambar 1. Diagram Alir Pengabdian



Gambar 2. Skema Alat Gasifikasi [21]

Pada persiapan biomassa, limbah kulit kopi harus diolah terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai sumber biomassa. Proses ini berupa pengeringan limbah kulit kopi. Pengeringan dapat dilakukan dengan metode penjemuran. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi gasifikasi dan memastikan kualitas syngas yang dihasilkan. Tim akan bekerja sama dengan petani untuk mengumpulkan limbah kulit kopi yang memenuhi kriteria dan melakukan pelatihan sederhana mengenai pengolahan limbah

2. Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian

Kegiatan pengabdian akan diawali dengan sesi sosialisasi yang dilakukan oleh dosen dan mahasiswa. Materi yang dipaparkan mencakup potensi nilai ekonomi limbah kulit kopi, seperti penggunaan sebagai bahan baku energi dan produk turunan lainnya. Selanjutnya, akan dijelaskan proses gasifikasi limbah kulit kopi hingga menjadi syngas dan pemanfaatannya untuk menghasilkan listrik melalui genset. Tujuan dari sosialisasi ini adalah untuk memberikan

pemahaman kepada peserta tentang manfaat ekonomi dan lingkungan dari pemanfaatan limbah kulit kopi. Peserta juga akan diajak berdiskusi dan berbagi pengalaman mengenai pengelolaan limbah yang selama ini mereka lakukan.

Setelah sosialisasi, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan praktis. Tim pengabdian akan memberikan pelatihan mengenai persiapan dan pengoperasian alat gasifikasi, sambungan alat gasifikasi ke genset, serta komponen-komponen lain yang dibutuhkan. Demonstrasi alat akan dilakukan dengan memasukkan biomassa kulit kopi yang telah kering ke dalam gasifier, menunjukkan bagaimana syngas dihasilkan dan digunakan untuk menghasilkan listrik melalui genset. Keberhasilan demonstrasi konversi limbah kulit kopi menjadi listrik dilakukan dengan cara memastikan lampu dapat hidup setelah disambungkan dengan sistem. Peserta akan diajak untuk berpartisipasi langsung dalam proses ini agar mereka dapat memahami dan mengoperasikan alat secara mandiri. Pelatihan ini akan

dilengkapi dengan modul dan panduan tertulis yang dapat digunakan peserta sebagai referensi setelah kegiatan selesai.

3. Evaluasi

Tahap terakhir pengabdian adalah evaluasi kegiatan. Tim mengukur seberapa besar sosialisasi dan pelatihan ini meningkatkan pemahaman peserta tentang pemanfaatan limbah kulit kopi dan teknologi gasifikasi. Evaluasi dilakukan melalui pemberian kuesioner dengan 10 pertanyaan sederhana dengan jawaban “Ya” dan “Tidak” untuk mengetahui manfaat yang mereka peroleh serta masukan untuk perbaikan kegiatan di masa mendatang. Kesimpulan evaluasi pengabdian akan diukur melalui presentase jawaban “Ya” terhadap

keseluruhan jawaban kuesioner oleh semua peserta pengabdian. Pertanyaan kuesioner ditampilkan oleh **Tabel 1**. Lebih lanjut, dilakukan pula wawancara singkat terhadap peserta pengabdian untuk mengukur dampak pengabdian terhadap peningkatan pemahaman peserta pengabdian mengenai konversi limbah kulit kopi menjadi energi. Dampak pengabdian diukur melalui perbandingan pemahaman sesudah pengabdian dengan sebelum pengabdian. Hasil evaluasi ini akan digunakan untuk meningkatkan efektivitas kegiatan pengabdian yang akan datang. Selain itu, akan diadakan sesi diskusi pasca kegiatan untuk mendengarkan langsung tanggapan dan saran dari peserta.

Tabel 1. Hasil Pengisian Kuesioner Pengabdian

No	Isi Pertanyaan	Jawaban “Ya”	Jawaban “Tidak”
1	Apakah materi yang disampaikan mudah dipahami?	19	0
2	Apakah Anda mengetahui bahwa limbah kulit kopi dapat dimanfaatkan sebagai energi bersih dan berkelanjutan?	17	2
3	Apakah kegiatan ini menambah wawasan baru?	19	0
4	Apakah alat gasifikasi yang didemonstrasikan mudah dipahami cara kerjanya?	15	4
5	Apakah kegiatan ini bermanfaat bagi masyarakat sekitar	19	0
6	Apakah Anda ingin kegiatan serupa dilaksanakan kembali di masa depan?	19	0
7	Apakah Anda bersedia merekomendasikan kegiatan ini kepada orang lain?	19	0
8	Apakah penyampaian oleh pemateri jelas dan tidak membosankan?	18	1
9	Apakah lokasi pelaksanaan kegiatan sudah nyaman dan mendukung jalannya acara?	18	1

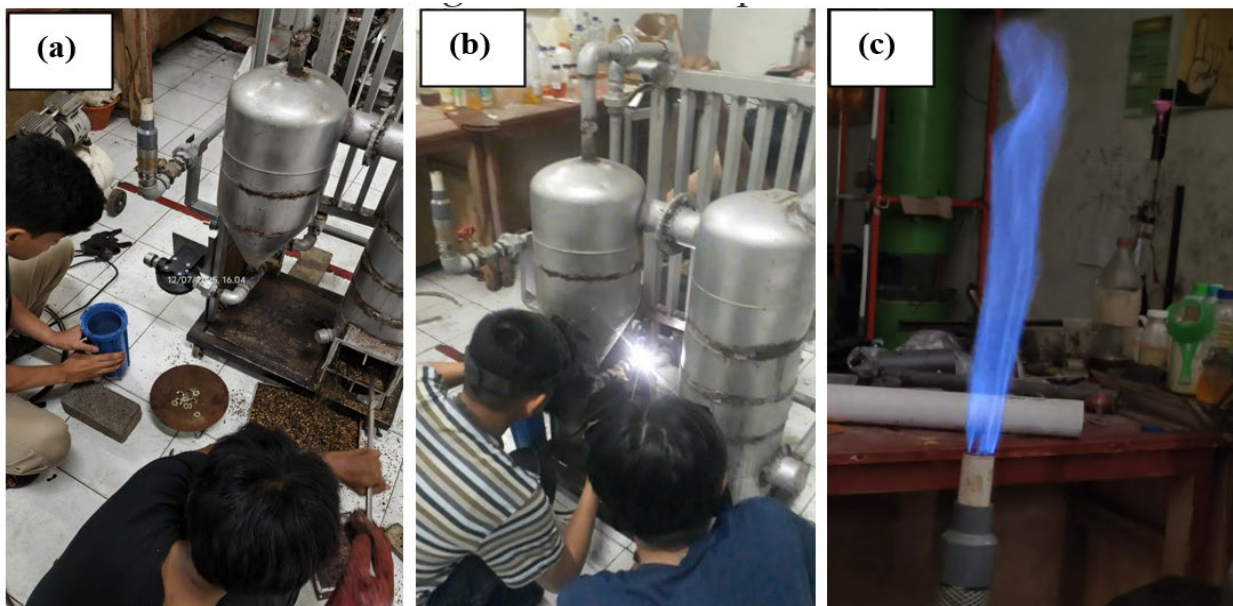
3. HASIL

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan oleh tim yang beranggotakan dosen serta mahasiswa dari Fakultas Teknik Universitas Jember, yang bermitra dengan GAPOKTAN Suka Maju. Program ini mengusung tema sosialisasi dan pelatihan pemanfaatan limbah kulit kopi. GAPOKTAN Suka Maju, yang dipimpin oleh Zainul Arifin, berlokasi di Desa Pace, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember. Paparan hasil dalam artikel ini disusun mengikuti alur tahapan pengabdian, yang meliputi tahap pra-kegiatan pengabdian, tahap pelaksanaan kegiatan pengabdian, dan tahap evaluasi.

1. Pra-Kegiatan Pengabdian

Alat gasifikasi yang digunakan merupakan alat gasifikasi pengembangan Kelompok Riset Advanced Combustion Fakultas Teknik Universitas seperti yang

telah ditampilkan oleh Gambar 1. Alat gasifikasi ini memiliki komponen utama berupa reaktor, cyclone, kondensor, dan filter udara. Reaktor gasifikasi ini dapat menampung 10kg biomassa limbah kulit kopi. Alat gasifikasi ini juga telah digunakan dan dihibahkan pada pengabdian sebelumnya dengan mitra yang sama yakni GAPOKTAN Suka Maju [20]. Alat gasifikasi tersebut dibawa ke Laboratorium Konversi Energi Fakultas Teknik Universitas Jember untuk dilakukan perbaikan dan modifikasi. Proses perbaikan meliputi pembersihan, perbaikan saluran, pengecekan komponen alat dan sambungan, dan uji coba alat gasifikasi setelah dilakukan perbaikan. Perbaikan alat gasifikasi ditampilkan oleh Gambar 3.

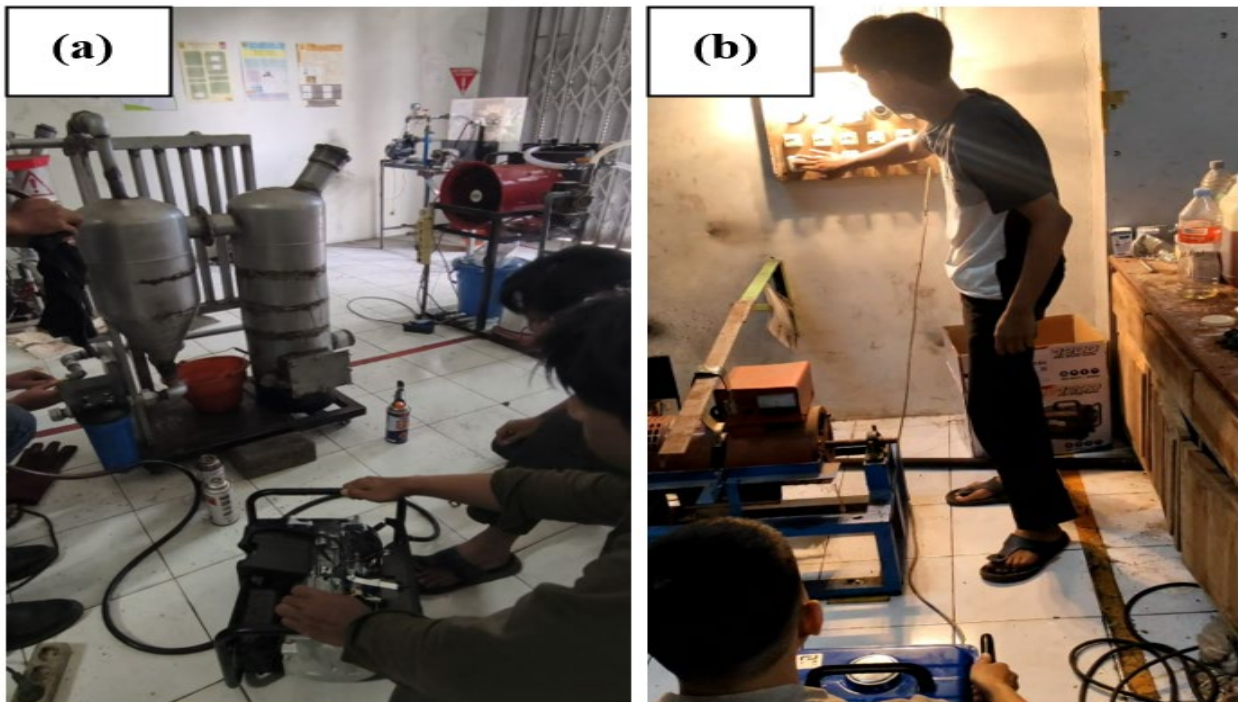


Gambar 3. (a) Pembersihan, (b) Pengelasan Kebocoran, dan (c) Pengetesan Alat Gasifikasi

Syngas hasil alat gasifikasi pada pengabdian ini ditargetkan dapat dikonversi menjadi energi listrik. Proses konversi syngas menjadi listrik dilakukan dengan cara penambahan genset pada rangkaian alat gasifikasi. Oleh karena itu dilakukan pembuatan konverter dari alat gasifikasi menuju genset. Proses pengetesan genset dan pengujian konversi syngas menjadi energi listrik oleh genset ditampilkan oleh **Gambar 4**. Dari hasil penelitian yang telah tim lakukan sebelumnya, rangkaian alat gasifikasi

menjadi listrik ini mampu menghasilkan listrik sampai dengan 1020 watts dengan mengatur debit udara masuk reaktor sebesar 40 SCFH [21].

Pada tahapan persiapan biomassa, limbah kulit kopi sebagai bahan bakar gasifikasi dilakukan pengeringan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai sumber energi biomassa pada alat gasifikasi. Pengeringan dilakukan dengan menjemur limbah kulit kopi di bawah sinar matahari. Proses pengeringan limbah kulit kopi ditampilkan oleh **Gambar 5**.



Gambar 4. (a) Pengujian Rangkaian Alat Gasifikasi-Genset dan (b) Pengetesan Konversi Syngas Menjadi Energi Listrik



Gambar 5. Pengeringan Limbah Kulit Kopi

2. Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian

Rangkaian kegiatan pengabdian mencakup sosialisasi dan pelatihan pengoperasian alat gasifikasi yang mampu mengonversi biomassa menjadi energi listrik. Kegiatan ini diselenggarakan pada Sabtu, 9 Agustus 2025, bertempat di sekretariat GAPOKTAN Suka Maju, Desa Pace, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember. Sebanyak 19 orang anggota GAPOKTAN Suka Maju hadir sebagai peserta. Acara dibuka dengan sesi sosialisasi yang membahas dampak negatif pembuangan limbah kulit kopi terhadap lingkungan. Tim pengabdian memaparkan bahwa praktik

membuang limbah kopi secara sembarangan dapat menimbulkan bau menyengat serta berpotensi menjadi sumber penyakit bagi tanaman di area sekitarnya. Selain itu, disampaikan pula potensi pemanfaatan limbah kopi sebagai sumber energi, salah satunya melalui metode gasifikasi untuk memproduksi listrik. Dalam sesi ini, para peserta kembali menerima penjelasan ringkas mengenai prinsip dasar proses gasifikasi serta teknik penyiapan biomassa sebagai bahan baku energi. Dokumentasi kegiatan sosialisasi ini disajikan pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Sosialisasi Dampak Pembuangan Limbah Kulit Kopi ke Lingkungan dan Potensi Energi Limbah Kulit Kopi dan (b) Sesi Tanya Jawab

Pemberian pelatihan penggunaan alat gasifikasi untuk mengonversi limbah kulit kopi menjadi energi dilakukan setelah pemberian sosialisasi. Pada pelatihan ini, tim pengabdian memberikan penjelasan komponen-komponen yang ada pada alat gasifikasi beserta fungsinya, tidak ketinggalan pula penjelasan mengenai saluran atau konverter yang berfungsi menghubungkan alat gasifikasi dengan genset. Proses konversi energi kimia syngas menjadi energi listrik dilakukan dengan menyalurkan syngas ke ruang bakar genset sehingga motor pada genset dapat memutar generator yang kemudian menghasilkan listrik. Keberhasilan

konversi gasifikasi limbah kulit kopi menjadi listrik dibuktikan dengan keberhasilan alat menghidupkan lampu pada saat demonstrasi. Tim pengabdian juga menjelaskan bagaimana persiapan limbah kulit kopi sebelum dapat digunakan pada alat gasifikasi serta menjelaskan aspek keselamatan penggunaan alat gasifikasi. Selain penjelasan penggunaan alat, peserta juga diberikan kesempatan untuk melakukan pengoperasian alat serta diberikan buku panduan operasi alat dan keselamatan. Pelatihan penggunaan alat gasifikasi sampai dihasilkannya energi listrik ini ditampilkan oleh **Gambar 7**.



Gambar 7. (a) Pelatihan Penggunaan Alat dan (b) Keberhasilan Konversi Syngas Gasifikasi menjadi Listrik

3. Evaluasi

Tim pengabdian melakukan evaluasi untuk mengukur keberhasilan pelaksanaan pengabdian. Evaluasi dilakukan dengan cara melakukan wawancara dan pengisian kuesioner oleh peserta pengabdian. Kuesioner terdiri atas 10 pertanyaan yang mencakup aspek pemahaman materi, manfaat kegiatan, kejelasan penyampaian oleh pemateri dan moderator, serta harapan terhadap keberlanjutan program. Isi kuesioner dan jawaban peserta pengabdian ditampilkan oleh Tabel 1. Selain pengisian kuesioner,

dilakukan pula wawancara singkat kepada peserta pengabdian untuk mengukur dampak pengabdian terhadap peningkatan pemahaman sebelum dan sesudah pengabdian. Pertanyaan meliputi pemahaman dampak membuang limbah kulit kopi ke lingkungan, potensi energi limbah kulit kopi, proses konversi energi listrik, dan cara penggunaan alat gasifikasi. Hasil wawancara tentang pemahaman peserta pengabdian saat sebelum dan sesudah pengabdian ditampilkan oleh **Tabel 2.**

Tabel 2. Hasil Wawancara Peningkatan Pemahaman Peserta Pengabdian

No	Aspek Pemahaman	Sebelum		Sesudah	
		Memahami	Tidak Memahami	Memahami	Tidak Memahami
1	Dampak Pembuangan Limbah Kulit Kopi	17	2	18	1
2	Potensi Energi Limbah Kulit Kopi	10	9	17	2
3	Proses Konversi Energi Listrik	4	15	16	3
4	Cara Penggunaan Alat Gasifikasi	3	16	15	4

4. PEMBAHASAN

1. Pra-Kegiatan Pengabdian

Tahap pra-kegiatan berfokus pada perbaikan, modifikasi alat gasifikasi, dan penyiapan biomassa. Perbaikan alat yang meliputi pembersihan, penambalan kebocoran, dan uji coba merupakan langkah penting untuk memastikan keandalan sistem sebelum digunakan dalam pelatihan. Kerusakan pada saluran gas atau kebocoran dapat menurunkan efisiensi gasifikasi bahkan membahayakan keselamatan pengguna [22]. Oleh karena itu, proses pemeliharaan alat secara berkala menjadi bagian penting dalam

penerapan teknologi tepat guna di tingkat masyarakat tani.

Modifikasi utama berupa penambahan konverter dari gasifier ke genset memungkinkan syngas tidak hanya dibakar langsung, tetapi dikonversi menjadi energi listrik. Inovasi ini sejalan dengan tren pengembangan sistem gasifikasi skala kecil yang terintegrasi dengan genset untuk menyediakan listrik di daerah terpencil [11],[23]. Keberhasilan modifikasi ini ditunjukkan melalui uji coba yang menghasilkan listrik dan mampu menghidupkan lampu seperti yang ditampilkan oleh **Gambar 4.**

Kadar air biomassa menentukan hasil gasifikasi. Kandungan air yang terlalu tinggi dapat menyerap energi panas dalam proses penguapan sehingga menurunkan suhu awal reaksi dalam reaktor dan dapat memicu pembentukan tar [24]. Selain itu, karena kalor terserap oleh kandungan air biomassa maka akan menyebabkan suhu reaktor turun sehingga sedikit syngas yang akan terbentuk [7],[25]. Proses gasifikasi pada biomassa dengan kadar air rendah. Oleh karena itu, kulit kopi perlu dikondisikan memiliki kadar air yang rendah. Pengeringan biomassa dengan penjemuran matahari merupakan metode yang sederhana, murah, dan mudah direplikasi oleh petani. Meskipun demikian, ketergantungan pada cuaca menjadi kendala yang perlu diantisipasi, misalnya dengan penyediaan rumah pengering sederhana. Dengan demikian, modifikasi alat dan penyiapan biomassa telah berhasil menciptakan sistem gasifikasi-listrik yang siap didemonstrasikan kepada mitra.

2. Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian

Pelaksanaan sosialisasi dan pelatihan berjalan sesuai rencana dan dihadiri 19 peserta. Penyampaian materi secara lisan disertai demonstrasi alat menjadi metode yang dalam kegiatan pengabdian ini. Pendekatan partisipatif ini memungkinkan peserta tidak hanya mendengar teori, tetapi juga melihat langsung proses produksi syngas dan listrik, sehingga memudahkan pemahaman.

Pada sesi sosialisasi, penjelasan tentang dampak buruk limbah kopi terhadap lingkungan relevan dengan permasalahan nyata yang dihadapi petani. Keterkaitan antara masalah lokal dengan solusi

teknologi yang ditawarkan menjadi faktor penting dalam meningkatkan motivasi adopsi inovasi. Terjadi perubahan positif pemahaman peserta pengabdian. Peserta yang awalnya hanya mengetahui bahwa limbah dijual murah, kini menyadari nilai tambah yang bisa diperoleh. Pada sesi demonstrasi dan pelatihan, peserta pengabdian memperoleh pemahaman dan gambaran langsung bagaimana persiapan biomassa limbah kulit kopi sebelum digunakan, pengoperasian gasifier, bagaimana syngas terbentuk, hingga syngas dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik melalui penggunaan genset.

Pelatihan operasional alat dan penyerahan buku panduan merupakan langkah awal yang baik untuk membangun kemandirian mitra. Namun, penguasaan teknis tidak dapat dicapai hanya dalam satu sesi. Beberapa penelitian pengabdian sejenis menunjukkan bahwa adopsi teknologi gasifikasi pedesaan membutuhkan pendampingan lanjutan dan praktik berulang hingga terbentuk operator lokal yang terampil. Kendala yang muncul saat pelatihan, seperti angin kencang, juga perlu menjadi catatan untuk perencanaan lokasi dan waktu kegiatan yang lebih baik di masa depan.

3. Evaluasi

Hasil pengisian kuesioner oleh peserta pengabdian menunjukkan tingkat penerimaan yang sangat tinggi, di mana 95,8% jawaban peserta adalah "Ya" dari keseluruhan jawaban. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar peserta merasa kegiatan ini bermanfaat, mudah dipahami, serta layak untuk dilanjutkan pada masa yang akan datang.

Meskipun demikian, terdapat beberapa catatan penting yang perlu diperhatikan. Pertama, masih terdapat sekitar 10,5% peserta (2 orang) yang belum mengetahui bahwa limbah kulit kopi dapat dimanfaatkan sebagai energi bersih dan berkelanjutan. Kondisi ini menunjukkan perlunya penekanan kembali mengenai pengenalan energi bersih dan berkelanjutan. Kedua, pada aspek pemahaman cara kerja alat gasifikasi, terdapat 4 responden (21%) yang menyatakan belum sepenuhnya memahami mekanisme alat yang didemonstrasikan. Hal ini menandakan bahwa meskipun penyampaian materi sudah cukup baik, diperlukan metode pembelajaran yang lebih aplikatif, misalnya melalui praktik langsung atau pendampingan teknis yang lebih intensif.

Hasil wawancara singkat menunjukkan terjadi peningkatan pemahaman peserta pengabdian. Pada aspek dampak pembuangan limbah kulit, terjadi peningkatan pemahaman dari 89.47% menjadi 94.74%. Tingginya pemahaman peserta pada sebelum pengabdian menunjukkan peserta telah memperhatikan resiko membuang limbah kulit kopi di sembarang tempat yang akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Pada aspek pemahaman potensi energi limbah kulit kopi, terjadi peningkatan pemahaman dari 63.16% menjadi 89.47%. Pemaparan potensi limbah kulit kopi dapat diolah menjadi syngas, listrik, dan bahan bakar lain dalam sosialisasi dan pelatihan telah terbukti memberikan peningkatan pemahaman peserta pengabdian mengenai potensi energi limbah kulit kopi. Pada aspek proses konversi energi listrik,

terjadi peningkatan pemahaman dari 21.05% menjadi 84.21%. Pembahasan proses konversi energi menjadi listrik telah dikemas dalam bahasa yang mudah dimengerti sehingga meningkatkan pemahaman peserta pengabdian. Terakhir pada aspek cara penggunaan alat gasifikasi, pemahaman peserta meningkat dari 15.79% menjadi 78.95%. Pemahaman peserta sebelum pengabdian didapatkan ketika pelaksanaan pengabdian sebelumnya sedangkan setelah mengikuti pengabdian ini pemahaman peserta mengalami kenaikan. Sehingga melalui wawancara singkat ini, terukur pemahaman peserta mengalami kenaikan dari pemahaman rata-rata sebelum pengabdian adalah 47.37% menjadi rata-rata 86.87% setelah pengabdian.

Pada pengabdian ini terdapat beberapa ketebatasan pelaksanaan kegiatan. Pada sesi wawancara, terdapat satu responden yang menilai sesi tanya jawab belum sepenuhnya dipandu dengan baik oleh moderator, dan satu responden lainnya menyatakan bahwa kegiatan kurang optimal karena adanya gangguan cuaca berupa angin kencang yang memengaruhi kenyamanan. Selain itu, keterbatas lain berupa hanya 19 dari 30 anggota GAPOKTAN Suka Maju yang menghadiri pengabdian ini sehingga belum semua anggota memperoleh pelajaran langsung. Tim menilai perlu dilakukan sosialisasi pra-pengabdian sehingga meningkatkan partisipasi anggota mitra pada pengabdian selanjutnya. Walaupun demikian, pada aspek lain, seperti kejelasan materi, manfaat kegiatan bagi masyarakat, kenyamanan lokasi, serta keinginan untuk merekomendasikan maupun mengulang

kegiatan serupa, seluruh peserta memberikan tanggapan positif.

Rencana keberlanjutan pengabdian perlu dilakukan. Pelatihan penggunaan alat dengan satu kali sesi tidak cukup untuk memastikan mitra mampu mengoperasikan alat dengan benar pada kesempatan selanjutnya. Pelatihan berkelanjutan dapat dilakukan dengan melakukan pelatihan lebih komprehensif pada operator lokal anggota GAPOKTAN Suka Maju. Dengan adanya pelatihan operator lokal, maka akan lebih memastikan penggunaan alat secara benar dan mampu melakukan perbaikan sehingga alat akan lebih terawat. Selain itu, tim pengabdian juga perlu melakukan jadwal uji performa secara periodik untuk memastikan alat tetap dapat bekerja

5. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian mengenai pemanfaatan limbah kulit kopi sebagai sumber energi listrik melalui teknologi gasifikasi di GAPOKTAN Suka Maju telah berhasil dilaksanakan. Seluruh tahapan, mulai dari perbaikan dan modifikasi alat, penyiapan biomassa, sosialisasi, hingga pelatihan pengoperasian, berjalan sesuai rencana. Tujuan pengabdian berupa meningkatkan kesadaran anggota GAPOKTAN Suka Maju terhadap dampak pembuangan limbah kulit kopi secara sembarangan di lingkungan serta memberikan pengetahuan konversi limbah kulit kopi menjadi energi listrik telah berhasil dilakukan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa program ini diterima dengan sangat positif oleh mitra, di mana 95,8% jawaban peserta pada kuesioner adalah "Ya" dari keseluruhan jawaban. Lebih lanjut, peserta pengabdian

dan menentukan kapan perbaikan besar perlu dilakukan.

Secara keseluruhan, hasil kuesioner dan wawancara ini menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian mengenai gasifikasi limbah kulit kopi di Desa Pace berjalan dengan sangat baik dan diterima positif oleh masyarakat. Tingginya tingkat kepuasan peserta menjadi indikator keberhasilan program, meskipun masih diperlukan perbaikan pada aspek teknis penyampaian dan kondisi pendukung kegiatan. Dengan adanya tindak lanjut berupa penguatan praktik langsung serta pemilihan lokasi yang lebih kondusif, kegiatan serupa di masa mendatang berpotensi memberikan manfaat yang lebih besar bagi masyarakat.

mengalami peningkatan pemahaman dari rata-rata sebelum pengabdian adalah 47.37% menjadi rata-rata 86.87% setelah pengabdian. Mayoritas peserta mengakui bahwa materi mudah dipahami, kegiatan menambah wawasan, dan mereka menghendaki keberlanjutan program. Meskipun demikian, masih terdapat sebagian kecil peserta yang belum sepenuhnya memahami mekanisme alat gasifikasi dan potensi energi bersih dari limbah kopi. Hal ini menandakan perlunya pendampingan teknis lanjutan yang lebih menitikberatkan pada praktik langsung dan penguatan pemahaman konsep energi berkelanjutan. Selain itu, pembentukan operator lokal perlu dilakukan agar memastikan teknologi konversi limbah kulit kopi menjadi energi listrik dapat digunakan secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada LP2M Universitas Jember yang telah membiayai kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini melalui skema hibah Program Pengabdian Pemula Tahun 2025. Apresiasi setinggi-tingginya juga kami

berikan kepada tim mahasiswa, teknisi, serta GAPOKTAN Suka Maju atas kontribusi dan bantuan nyata mereka dalam menyukseskan pengabdian masyarakat ini.

REFERENSI

- [1] Filonchyk M, Peterson MP, Zhang L, et al. Greenhouse gases emissions and global climate change: Examining the influence of CO₂, CH₄, and N₂O. *Science of The Total Environment* 2024;935:173359. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173359>
- [2] Ren J, Liu Y-L, Zhao X-Y, et al. Biomass thermochemical conversion: A review on tar elimination from biomass catalytic gasification. *Journal of the Energy Institute* 2020; 93:1083–98. <https://doi.org/10.1016/j.joei.2019.10.003>
- [3] Clarke B, Otto F, Stuart-Smith R, et al. Extreme weather impacts of climate change: an attribution perspective. *Environ Res: Climate* 2022; 1:012001. <https://doi.org/10.1088/2752-5295/ac6e7d>
- [4] Shah IH, Manzoor MA, Jinhui W, et al. Comprehensive review: Effects of climate change and greenhouse gases emission relevance to environmental stress on horticultural crops and management. *Journal of Environmental Management* 2024; 351:119978. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119978>
- [5] Stump Á, Szabó-Morvai Á. The effect of air pollution on fertility in 657 European regions. *Journal of Environmental Economics and Management* 2025; 130:103111. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2024.103111>
- [6] Wu Y, Zhang Y, Wang J, et al. Genetic evidence for the causal effects of air pollution on the risk of respiratory diseases. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 2025; 290:117602. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.117602>
- [7] Zhang Y, Hou D, Sun X, et al. Different pretreatment of biomass for gasification: A critical review. *Journal of the Energy Institute* 2025; 119:101992. <https://doi.org/10.1016/j.joei.2025.101992>
- [8] Patel P, Dimitriou I, Mondal P, et al. Process optimisation and environmental assessment of carbon-negative hydrogen production from biomass co-gasification. *Energy Conversion and Management* 2025; 323:119211. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.119211>
- [9] Ajorloo M, Ghodrati M, Scott J, et al. Evaluating the role of feedstock composition and component

- interactions on biomass gasification. *Fuel* 2025; 381:133528. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2024.133528>
- [10] Kushwah A, Reina TR, Short M. Modelling approaches for biomass gasifiers: A comprehensive overview. *Science of the Total Environment* 2022; 834:155243. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155243>
- [11] Singh H, Ranjan N, Kumar S. Biomass to electricity: A comparative techno-economic and feasibility study of decentralized air and oxy-steam gasification power technologies. *Journal of Cleaner Production* 2025; 489:144733. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.144733>
- [12] Ferreiro AI, Ferreira AF, Fernandes EC, et al. Influence of process parameters on biomass gasification: A review of experimental studies in entrained flow reactors and droptube furnaces. *Biomass and Bioenergy* 2024; 185:107217. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2024.107217>
- [13] Wang F, Peng W, Zeng X, et al. Insight into staged gasification of biomass waste: Essential fundamentals and applications. *Science of The Total Environment* 2024; 953:175954. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175954>
- [14] BPS Provinsi Jawa Timur. Provinsi Jawa Timur dalam Angka 2024. vol. 47. BPS Provinsi Jawa Timur; 2024.
- [15] Septianingtyas Purwandhini A, Wahyu Pudjiastutik E, Exwin Suhaeriyah N. Analisis Perwilayahan Komoditas Kopi. *J. Sos. Ekon. Pertanian* 2023; 19:167–78. <https://doi.org/10.20956/jsep.v19i2.25124>
- [16] Ruesgas-Ramón M, Figueroa-Espinoza MC, Durand E, et al. Identification and quantification of phytoprostanes and phytofurans of coffee and cocoa by- and co-products. *Food Funct* 2019; 10:6882–91. <https://doi.org/10.1039/C9FO01528K>
- [17] Rodrigues JP, Ghesti GF, Silveira EA, et al. Waste-to-hydrogen via CO₂/Steam-enhanced gasification of spent coffee ground. *Cleaner Chemical Engineering* 2022; 4:100082. <https://doi.org/10.1016/j.clce.2022.100082>
- [18] Uwaoma RC, Strydom CA, Bunt JR, et al. Co-gasification reactivity and kinetics of municipality and coffee waste residue hydrochar and South African density separated coal blends. *Bioresource Technology Reports* 2021; 16:100877. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100877>
- [19] serayunusantara.com. Petik Kopi Merah, Bupati Jember Kenalkan Varietas Kopi Milo Robusta - Serayu Nusantara 2023. <https://serayunusantara.com/petik-kopi-merah-bupati-jember-kenalkan-varietas-kopi-milo-robusta/> (accessed January 1, 2025).
- [20] Nashrullah MD, Sanata A, Sholahuddin I, et al. Sosialisasi dan Pelatihan Pemanfaatan Limbah Kulit Kopi sebagai Sumber Energi Alternatif bagi Gabungan Kelompok Tani di Kecamatan Silo, Kabupaten Jember: Socialization and Training

- on Utilizing Coffee Husk Waste as an Alternative Energy Source for Farmer Groups in Silo Subdistrict, Jember District. *Pengabdianmu J Ilmiah Pengabdian Masyarakat* 2025; 10:1856–62.
<https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v10i8.9097>
- [21] Sanata A, Sholahuddin I, Nashrullah MD, et al. Characteristics of syngas combustion resulting from coffee husk biomass waste gasification process: Overview of automotive fuel alternatives. *Mech Eng for Soc and Ind* 2024; 4:210–22.
<https://doi.org/10.31603/mesi.12590>
- [22] Ridwan M, Indradjaja I, Nugraha N, et al. Pengujian Kinerja Dan Modifikasi Reaktor Downdraft Gasifikasi Biomassa 100 kW. *jrh* 2018;2.
<https://doi.org/10.26760/jrh.v2i2.2394>
- [23] Situmorang YA, Zhao Z, Yoshida A, et al. Small-scale biomass gasification systems for power generation (<200 kW class): A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2020; 117:109486.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109486>
- [24] Makwana J, Dhass AD, Ramana PV, et al. An analysis of waste/biomass gasification producing hydrogen-rich syngas: A review. *International Journal of Thermofluids* 2023; 20:100492.
<https://doi.org/10.1016/j.ijft.2023.100492>
- [25] Shen Y. Biomass pretreatment for steam gasification toward H₂-rich syngas production – An overview. *International Journal of Hydrogen* Energy 2024; 66:90–102.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.04.096>