

Gayo Eco-Coffee: Inovasi Limbah Kopi Menjadi Briket Energi Alternatif Melalui Pendekatan Ekonomi Sirkular di Aceh Tengah

Ainun Nazwa^{1,*}, Mutia Hidayati², Fadhilah Aini³, Nurul Husna⁴

¹⁾ Man 1 Aceh Tengah

²⁾ Universitas Syiah Kuala

³⁾ Universitas Pendidikan Indonesia

⁴⁾ Min 12 Nagan Raya

*) Corresponding author: ainunnazwa2605@gmail.com

Abstrak

Produksi kopi di Aceh Tengah menghasilkan limbah organik dalam jumlah besar, dimana sekitar 35% dari total panen berupa kulit kopi yaitu sekitar rata-rata 2–3 kg ampas kopi per hari dari unit roasting yang jarang dimanfaatkan. Penumpukan limbah ini yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan menganalisis limbah kopi sebagai bahan baku briket biomassa melalui pendekatan ekonomi sirkular. Penelitian menggunakan metode kualitatif deskriptif yang dilaksanakan selama maret–april 2026 di Kabupaten Aceh Tengah. Data dikumpulkan melalui observasi langsung pada rantai produksi kopi, wawancara mendalam dengan petani, pengolah kopi, UMKM, dan masyarakat, serta dokumentasi. Analisis data dilakukan menggunakan model Miles dan Huberman, melalui reduksi data, penyajian, dan penarikan kesimpulan. Limbah utama yang dihasilkan berupa kulit kopi ($\pm 35\%$), kulit tanduk (12–18%), serta ampas kopi ($\pm 2\text{--}3$ kg/hari). Sebagian besar limbah hanya ditumpuk (65%) tanpa pemanfaatan. Limbah kopi terbukti memiliki karakteristik biomassa yang mendukung pembuatan briket, seperti kandungan lignoselulosa tinggi, mudah dikeringkan, dan menghasilkan panas stabil. Prototipe briket menunjukkan nilai kalor kompetitif serta densitas yang memenuhi standar dasar briket biomassa. Masyarakat menunjukkan minat tinggi terhadap pemanfaatan limbah sebagai energi alternatif jika tersedia teknologi sederhana. Limbah kopi di Aceh Tengah memiliki potensi signifikan sebagai bahan baku briket biomassa berbasis ekonomi sirkular. Pemanfaatannya dapat mengurangi pencemaran lingkungan, menyediakan sumber energi alternatif, serta membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat.

Kata kunci: Limbah kopi; Briket biomassa; Energi alternatif; Ekonomi sirkular

Abstract

Coffee production in Central Aceh generates large quantities of organic waste specifically coffee pulp (accounting for approximately 35% of the total harvest) and spent coffee grounds (averaging 2–3 kg per day from roasting units) which often go unutilized. The accumulation of this waste poses a potential risk of environmental pollution. This study aims to analyze coffee waste as a raw material for biomass briquettes through a circular economy approach. A descriptive qualitative method was employed, with fieldwork conducted in Central Aceh Regency between March and April 2026. Data were gathered through direct observation of the coffee production chain, in-depth interviews with farmers, processors, MSMEs, and local community members, as well as documentation. Data analysis followed the Miles and Huberman model, involving data reduction, data display, and conclusion drawing. The primary waste products identified were coffee pulp ($\pm 35\%$), parchment/husk (12–18%), and spent coffee grounds ($\pm 2\text{--}3$ kg/day). The majority of this waste (65%) is simply stockpiled without further utilization. Coffee waste was found to possess biomass characteristics favorable for briquette production, such as high lignocellulose content, ease of drying, and the ability to generate stable heat. Briquette prototypes demonstrated competitive calorific values and density levels that met basic standards for biomass briquettes. The community showed strong interest in utilizing this waste for alternative energy, provided that simple technology is made available. Coffee waste in Central Aceh holds significant potential as a raw material for biomass briquettes within a circular economy framework. Its utilization could mitigate environmental pollution, provide an alternative energy source, and create new economic opportunities for the local community.

Keywords: Coffee waste; Biomass briquettes; Alternative energy; Circular economy

PENDAHULUAN

Kopi merupakan komoditas strategis di Indonesia, dimana komoditas Perkebunan rakyat menjadikan kopi khas Indonesia memiliki potensi besar dalam pasar persaingan global seperti Amerika, Eropa, dan Asia. Pada saat ini Indonesia merupakan produsen kopi terbesar, dimana mencapai 1,24 juta ha, dan produksinya sebesar 717,9 ribu ton dengan melibatkan sebanyak 1,8 juta petani. Kopi memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia (Maulani & Wahyuningsih, 2021), laporan dari CNBC Indonesia (2025), Indonesia berada di peringkat keempat setelah Brazil, Vietnam, dan Kolombia. Hal ini menunjukkan bahwa kopi memiliki peran penting bagi Indonesia.

Aceh Tengah merupakan salah satu penghasil kopi terbesar di Indonesia, dimana Aceh Tengah memiliki kondisi geografis yang mendukung dengan dikelilingi pegunungan dan letaknya 200 – 2600 mdpl (“Kabupaten Aceh Tengah,” 2025), yang menyebabkan daerah ini memiliki udara yang sangat sejuk dan melegakan. Hal ini membuat tanah di daerah ini menjadi subur sehingga memiliki banyak kekayaan alam, salah satunya adalah kopi. Masyarakat di Aceh Tengah mayoritasnya adalah petani kopi, dimana luas Perkebunan kopi Arabika sebesar 50.034,1 ha dan kopi robusta sebesar 1.114,4 ha (Badan Pusat Statistik Kabupaten Aceh Tengah, 2024) serta Aceh Tengah mampu memproduksi 36.532ton kopi Arabika gayo pada tahun 2021 (The Conversation, 2025), sehingga menjadikan kopi sebagai sumber ekonomi yang bernilai tinggi untuk Masyarakat di Aceh Tengah.

Tingginya produksi kopi di Aceh Tengah tentunya memiliki tantangan dalam prosesnya, yang dimana pada saat ini limbanya belum di manfaatkan secara tepat, dalam pengolahan kopi menghasilkan 65% biji kopi dan 35% limbah kulit kopi (Saisa & Syabriana, 2018). Adapun jenis limbah yang di hasilkan yaitu kulit kopi, ampas kopi, daun kopi yang sudah kering dan sekam kopi. Limbah limbah ini belum dimanfaatkan dan Sebagian besar berakhir tanpa adanya penggunaan proses pengolahan lebih lanjut sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan, seperti bau tidak sedap, pencemaran tanah, dan kontribusi gas metana dari proses pembusukan alami.

Di sisi lain pada saat ini mayoritas masyarakat menggunakan lpg, kayu bakar dan minyak tanah dalam menggunakan energi, yang semakin memperparah pencemaran lingkungan dan tidak berkelanjutan, lpg dan minyak tanah di ambil dari dalam bumi dengan tambang yang membuat bumi tercemar, kayu bakar diperoleh dari pohon yang di tebang di hutan yang mana ini juga mencemari lingkungan. Sesuai dengan penelitian (Wirmayanti et

al., 2021) penebangan kawasan hutan secara liar akan mengakibatkan banyak terjadi bencana alam seperti banjir, tanah longsor, erosi dan lain sebagainya.

Tantangan pengelolaan limbah kopi di daerah sentra produksi masih menjadi persoalan lingkungan yang signifikan di berbagai negara penghasil kopi, termasuk Indonesia (International Coffee Organization, 2019). Limbah kopi yang dihasilkan dari proses pasca panen dan pengolahan, seperti kulit ceri, kulit tanduk, dan ampas kopi, umumnya hanya dibuang tanpa pemanfaatan lebih lanjut (Murthy & Naidu, 2012). Padahal, limbah tersebut memiliki kandungan bahan organik yang tinggi dan berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan (Demirbas, 2001). Salah satu bentuk pemanfaatan yang potensial adalah pengolahan limbah kopi menjadi briket biomassa sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan (Rahman et al., 2020). Briket dari limbah kopi diketahui memiliki nilai kalor yang relatif tinggi, stabilitas pembakaran yang baik, serta emisi yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar konvensional (Kaliyan & Morey, 2009).

Pemanfaatan limbah kopi sebagai briket juga sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular yang menekankan pemanfaatan sumber daya secara berulang melalui pendekatan *reduce, reuse, dan recycle* (Geissdoerfer et al., 2017). Menurut Low Carbon Development Indonesia, ekonomi sirkular merupakan bagian dari strategi pembangunan rendah karbon nasional yang terintegrasi dalam RPJMN 2020–2024 (Low Carbon Development Indonesia, 2020). Pendekatan ini bertujuan menciptakan sistem produksi tertutup (*closed-loop system*) agar limbah tidak berakhir sebagai beban lingkungan, melainkan kembali menjadi sumber daya bernilai ekonomi (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Dalam konteks industri kopi, penerapan ekonomi sirkular memungkinkan limbah organik diolah kembali menjadi produk turunan seperti pupuk, pakan ternak, maupun energi biomassa (Winans et al., 2017).

Konsep biomassa sebagai sumber energi terbarukan merujuk pada pemanfaatan material organik yang berasal dari residu pertanian, perkebunan, dan limbah industri berbasis hayati (Klass, 1998). Briket biomassa merupakan produk hasil pemadatan bahan berkarbon seperti sekam, serbuk kayu, dan limbah pertanian yang bertujuan meningkatkan densitas energi, kemudahan distribusi, serta efisiensi pembakaran (Wilaipon, 2008). Limbah kopi mengandung komponen lignoselulosa berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang berperan penting dalam proses pembakaran dan pembentukan nilai kalor (Siregar & Yuliana, 2021). Selain itu, pendekatan *waste-to-energy* menempatkan limbah

organik sebagai bahan baku energi untuk mengurangi volume limbah sekaligus memenuhi kebutuhan energi berbasis sumber daya lokal (Tan et al., 2014).

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji pemanfaatan limbah kopi menjadi briket biomassa. Pratama dan Hidayat melaporkan bahwa briket berbahan kulit kopi yang dikombinasikan dengan serbuk kayu memiliki nilai kalor yang cukup tinggi untuk substitusi kayu bakar pada skala rumah tangga (Pratama & Hidayat, 2021). Penelitian lain oleh Lestari et al. menunjukkan bahwa penambahan ampas kopi mampu meningkatkan kestabilan pembakaran dan memperbaiki karakteristik fisik briket (Lestari et al., 2022). Sementara itu, Tchuente et al. menegaskan bahwa pengolahan limbah kopi menjadi briket tidak hanya menurunkan volume limbah organik, tetapi juga mendukung prinsip ekonomi sirkular karena limbah diubah menjadi produk bernilai guna (Tchuente et al., 2020).

Kajian ekonomi sirkular dalam industri kopi juga telah berkembang, khususnya pada aspek pengurangan limbah dan peningkatan nilai tambah (Korhonen et al., 2018). Putra dan Widyawati menyatakan bahwa penerapan ekonomi sirkular mampu membuka peluang usaha baru berbasis olahan limbah kopi serta mengurangi tekanan lingkungan di sekitar sentra produksi (Putra & Widyawati, 2020). Namun, sebagian besar penelitian tersebut belum secara spesifik mengaitkan konsep ekonomi sirkular dengan pemanfaatan limbah sebagai energi alternatif berbasis teknologi briket biomassa yang dapat diterapkan langsung oleh masyarakat (Murray et al., 2017). Di sisi lain, penelitian mengenai briket biomassa dari limbah pertanian lebih banyak menitikberatkan pada aspek nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan karakteristik pembakaran (Sari & Nugroho, 2019), tanpa mengkaji kesiapan sosial dan ekonomi komunitas produsen dalam mengadopsi teknologi tersebut (Foley et al., 2019).

Berdasarkan tinjauan pustaka tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian terdahulu memiliki kekuatan pada aspek pembuktian teknis potensi limbah kopi dan biomassa pertanian sebagai bahan baku briket berkualitas (Pratama & Hidayat, 2021; Putra & Widyawati, 2020; Siregar & Yuliana, 2021; Tan et al., 2014). Namun demikian, terdapat gap penelitian yang masih terbuka, yaitu belum adanya kajian yang mengintegrasikan potensi limbah kopi tingkat daerah, pendekatan ekonomi sirkular, aspek sosial ekonomi masyarakat, serta keberlanjutan lingkungan dalam satu kerangka penelitian yang utuh (Foley et al., 2019; Murray et al., 2017). Selain itu, sebagian besar penelitian masih dilakukan pada skala laboratorium dan belum menyentuh praktik nyata di tingkat komunitas produsen kopi secara langsung (Bhattacharya & Leon, 2002).

Penelitian ini menawarkan beberapa kebaruan (novelty). Kebaruan pertama terletak pada lokasi dan objek kajian, yaitu limbah kopi Gayo di Aceh Tengah yang memiliki karakteristik fisik dan komposisi kimia spesifik dibandingkan daerah penghasil kopi lainnya (International Coffee Organization, 2022). Kebaruan kedua adalah penggabungan analisis teknis kualitas briket dengan pemetaan alur limbah dalam kerangka ekonomi sirkular berbasis komunitas (Kirchherr et al., 2017). Kebaruan berikutnya terletak pada perancangan prototipe briket yang disesuaikan dengan karakteristik lokal limbah kopi Gayo, berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan bahan baku campuran dari berbagai daerah (Ahmad et al., 2018). Selain itu, penelitian ini juga menekankan aspek sosial ekonomi, seperti peluang usaha, penerimaan masyarakat, dan potensi peningkatan pendapatan berbasis pemanfaatan limbah (FAO, 2017).

Permasalahan pengelolaan limbah kopi di Aceh Tengah tidak berdiri sendiri, melainkan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan. Dari sisi lingkungan, penumpukan limbah organik berpotensi menimbulkan pencemaran dan gangguan kesehatan (Simate & Ndlovu, 2014; U.S. Environmental Protection Agency, 2016). Dari sisi ekonomi, limbah kopi belum dimanfaatkan sebagai sumber nilai tambah sehingga masih dianggap sebagai beban biaya (Kaza et al., 2018). Dari sisi sosial, rendahnya pengetahuan masyarakat mengenai teknologi pemanfaatan limbah menjadi energi alternatif menjadi penghambat utama inovasi (Rogers, 2003). Sementara itu, dari sisi teknis, keterbatasan teknologi sederhana yang terjangkau untuk produksi briket skala rumah tangga dan UMKM turut memperkuat permasalahan (Widodo et al., 2006).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini diarahkan untuk memahami secara komprehensif potensi limbah kopi di Aceh Tengah sebagai bahan baku briket biomassa, sekaligus mengembangkan model pemanfaatan yang berbasis prinsip ekonomi sirkular. Penelitian ini juga menganalisis kualitas fisik dan karakteristik briket yang dihasilkan, serta menilai kelayakan penerapannya sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, ekonomis, dan berkelanjutan bagi masyarakat penghasil kopi Gayo.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Aceh Tengah, Kecamatan Bebesen, Desa Mongal, dengan kurun waktu 1 bulan, yakni dari maret -april 2026. Dalam penelitian ini penulis menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk mengetahui serta memberikan gambaran komprehensif mengenai praktik pengelolaan limbah kopi di Kabupaten Aceh Tengah serta peluang pemanfaatannya sebagai bahan baku briket energi berbasis prinsip

ekonomi sirkular. Pendekatan ini dipilih untuk menggali informasi secara mendalam tentang proses produksi kopi, dinamika pengelolaan limbah, nilai potensi biomassa, serta persepsi masyarakat terhadap inovasi energi alternatif yang berasal dari limbah organik. Penelitian dilakukan melalui studi lapangan (field research) dengan mengamati secara langsung rantai produksi kopi Gayo, mulai dari tahapan pascapanen, pengolahan biji kopi, hingga proses pembuangan limbah organik seperti kulit buah kopi, kulit tanduk, dan ampas kopi.

Responden penelitian ini merupakan petani kopi yang terlibat dalam aktivitas produksi dan pengolahan kopi di Kabupaten Aceh Tengah, yaitu pada skala rumah tangga, kelompok tani, dan pelaku UMKM. Sampel penelitian dipilih menggunakan metode purposive sampling berdasarkan keterlibatan responden dalam proses pengelolaan limbah kopi dan pengetahuan mereka tentang penggunaan limbah sebagai sumber energi alternatif. Informan utama yaitu petani kopi Gayo, pemilik unit pengolahan kopi (huller dan roastery), pekerja pengolahan, masyarakat yang tinggal di sekitar lokasi penumpukan limbah serta informan tambahan meliputi pihak yang pernah melakukan eksperimen produksi briket biomassa.

Penelitian ini tidak menggunakan variabel kuantitatif sebagaimana studi eksperimental, tetapi fokus pada pemahaman tematik yang meliputi: (1) jenis dan karakteristik fisik limbah kopi yang dihasilkan pada setiap tahap pengolahan; (2) pola pengelolaan limbah oleh petani, pengolah, dan masyarakat; (3) persepsi dan tingkat pengetahuan masyarakat terhadap konsep ekonomi sirkular; (4) pembuatan briket ramah lingkungan; (5) potensi teknis limbah kopi sebagai bahan baku briket biomassa; serta (6) faktor pendukung dan penghambat implementasi inovasi briket limbah kopi di wilayah tersebut. Pemaknaan ini kemudian disusun menjadi struktur data kualitatif yang merepresentasikan konteks sosial, ekonomi, dan lingkungan pada sentra produksi kopi Aceh Tengah.

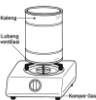
Teknik pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam (in-depth interview) menggunakan pedoman wawancara semi-terstruktur untuk memastikan fleksibilitas dan kedalaman informasi. Observasi partisipatif dilakukan di lokasi-lokasi pengolahan kopi, titik penumpukan limbah, serta tempat masyarakat memanfaatkan atau membakar limbah. Dokumentasi dilakukan melalui pencatatan lapangan, foto proses produksi dan pembuangan limbah, dokumen dari Dinas Lingkungan Hidup, dan literatur relevan mengenai biomassa kopi, nilai kalor limbah organik, serta penelitian sebelumnya mengenai briket berbahan limbah pertanian. Data sekunder diperoleh dari laporan

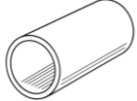
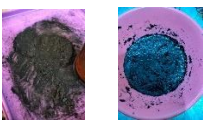
pemerintah daerah, jurnal ilmiah, artikel Sinta, dan publikasi mengenai ekonomi sirkular dalam sektor pertanian.

Analisis data dilakukan menggunakan model Miles dan Huberman yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Seluruh data yang diperoleh dari wawancara dan observasi direduksi untuk menemukan pola, kategori, dan hubungan antar-tema. Data yang telah direduksi kemudian disusun dalam bentuk matriks dan narasi untuk memudahkan proses penyajian. Penarikan kesimpulan dilakukan secara berulang (iteratif) bersamaan dengan proses verifikasi untuk memastikan temuan penelitian konsisten dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Uji keabsahan data dilakukan melalui triangulasi sumber, triangulasi metode, dan triangulasi waktu dengan cara membandingkan berbagai informasi dari informan yang berbeda serta memeriksa kembali hasil wawancara kepada informan melalui proses member checking.

Penelitian ini tidak melibatkan pemeriksaan laboratorium secara eksperimental namun tetap memanfaatkan data ilmiah mengenai karakteristik kimia dan fisik limbah kopi dari literatur. Jika pada tahapan tertentu dilakukan uji laboratorium untuk melihat nilai kalor, kadar air, densitas, atau komposisi biomassa, maka hasil tersebut dianalisis secara deskriptif untuk mendukung temuan lapangan. Penelitian ini tidak memerlukan ethical clearance karena tidak melibatkan intervensi medis ataupun pengumpulan data sensitif. Namun demikian, seluruh proses penelitian tetap memperhatikan prinsip etika penelitian kualitatif, termasuk memperoleh persetujuan informan (informed consent), menjaga kerahasiaan identitas, dan memastikan bahwa informasi yang diberikan digunakan sesuai tujuan penelitian.

Alat dan bahan penelitian

No	Nama	Alat	Keterangan
1	Kompor gas dan tabung LPG 3 kg		Kompor gas dan gas elpigi digunakan untuk proses karbonisasi pada bahan briket dan bahan perekat briket
	Kaleng cat besi		Kaleng cat digunakan untuk proses pirolisis bahan briket, seperti gambar di sebelah kanan
	Panci logam		Panci logam digunakan untuk mendidihkan air
	Lesung		Lesung berfungsi untuk menghaluskan hasil karbonisasi limbah kopi

No	Nama	Alat	Keterangan
	Ayakan		Ayakan untuk memilah serbuk halus dari arang limbah kopi
	Ember plastik dan spatula		Ember plastik dan spatula digunakan untuk proses pencampuran arang limbah kopi dengan perekat tapioka
	Alat cetak briket (manual)		Pipa digunakan untu proses pencetakan briket secara manual
	Nampan		Nampan digunakan untuk tempat ayakan dari proses pengayakan limbah kopi
	Alat pelindung diri		Alat pelindung diri berfungsi untuk melindungi diri dari abu ayakan
	Limbah kulit kopi		Merupakan bagian terbesar dari limbah kopi, menjadi bahan utama pembentukan arang briket.
	Limbah ampas kopi		Ampas dari proses penyeduhan atau roasting yang juga dikarbonisasi menjadi bahan briket.
	Daun kopi yang kering		Daun yang gugur dan kering digunakan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan komposisi biomassa
	Tepung tapioka		Berfungsi sebagai bahan perekat dalam proses pembuatan briket.

Prosedur pembuatan briket

Limbah kopi yaitu kulit, ampas dan daun kopi di karbonisasi, arang dari proses karbonisasi dihaluskan, kemudian dicampur dengan perekat tepung tapioka yang terlebih dahulu dilarutkan dalam air mendidih. Perbandingan cambpuran bahan antara arang limbah kopi dan perekat tepung tapioka adalah sekitar 90:10, yaitu 90% arang dan 10% perekat dari berat total campuran. Campuran diaduk himgga merata, kemudian dicetak menggunakan pipa dengan panjang 10 cm (manual) dan dikeringkan hingga kadar air nya berkurang.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Alur Ekonomi Sirkular Limbah Kopi Gayo

Gambar 1 menunjukkan alur ekonomi sirkular pengolahan kopi Gayo, di mana seluruh komponen dalam rantai produksi kopi dimanfaatkan kembali sehingga limbah dapat dikonversi menjadi energi alternatif. Buah kopi yang dipanen diproses menjadi biji kopi untuk konsumsi. Limbah pengolahan seperti kulit buah, kulit tanduk, daun kopi kering, serta ampas kopi kemudian dikumpulkan sebagai bahan baku biomassa. Limbah ini selanjutnya melalui proses karbonisasi hingga menghasilkan arang (ditunjukkan pada gambar bagian bawah). Arang dicampur dengan perekat tapioka dan dicetak menjadi briket biomassa yang digunakan kembali sebagai sumber energi rumah tangga.

Pola ini merepresentasikan penerapan prinsip ekonomi sirkular yang menekankan proses *reduce-reuse-recycle* sebagaimana dijelaskan oleh Geissdoerfer et al. (2017) dan sejalan dengan konsep *closed-loop system* dalam ekonomi berkelanjutan (Ellen MacArthur Foundation, 2015; Kirchherr et al., 2017).

Jenis dan Jumlah Limbah Kopi yang Dihasilkan

Observasi lapangan menunjukkan bahwa setiap tahap pengolahan kopi menghasilkan limbah organik dalam jumlah besar. Limbah terbesar berasal dari kulit buah kopi ($\pm 35\%$ dari total panen), diikuti kulit tanduk (12–18% dari berat kering), dan ampas kopi yang mencapai $\pm 2\text{--}3$ kg/hari pada unit roasting. Rincian limbah ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis Limbah Kopi pada Proses Pengolahan di Aceh Tengah (2025)

Tahap Pengolahan	Jenis Limbah	Volume Rata-Rata	Kondisi Pengelolaan
Pengupasan basah	Kulit buah kopi	35% dari total panen	Ditumpuk, sebagian dibuang ke kebun
Pengupasan kering	Kulit tanduk	12–18% dari berat kering	Tidak dimanfaatkan
Penyangraian	Ampas kopi	$\pm 2\text{--}3$ kg/hari per unit roastery	Dibuang ke lingkungan
Sortasi	Serbuk dan pecahan kopi	Rendah	Tidak dimanfaatkan

Hasil ini konsisten dengan laporan Murthy & Naidu (2012), yang menemukan bahwa limbah kopi memiliki komposisi lignoselulosa yang tinggi sehingga potensial sebagai sumber energi biomassa. Penumpukan limbah tanpa pengolahan juga memperkuat temuan International Coffee Organization (2019), yaitu bahwa mayoritas limbah kopi di negara produsen masih belum dimanfaatkan secara optimal.

Pola Pengelolaan Limbah oleh Petani dan Pengolah Kopi

Wawancara dengan petani dan pelaku UMKM menunjukkan bahwa 65% informan hanya menumpuk limbah tanpa pengolahan, 25% menjadikannya kompos alami, dan sebagian kecil membakar atau menjualnya. Pola ini menunjukkan bahwa prinsip ekonomi sirkular belum diterapkan secara optimal.

Temuan ini didukung oleh penelitian Putra & Widyawati (2020) serta Murthy & Naidu (2012), yang menyatakan bahwa rendahnya pemanfaatan limbah kopi sering disebabkan oleh kurangnya teknologi sederhana dan edukasi pada tingkat komunitas. Kondisi ini memperkuat urgensi pengembangan inovasi pemanfaatan limbah menjadi energi alternatif.

Potensi Pemanfaatan Limbah Kopi sebagai Briket Biomassa

Limbah kopi memiliki karakteristik biomassa yang mendukung pembuatan briket, seperti kandungan lignin dan selulosa tinggi (Siregar & Yuliana, 2021), kemudahan pengeringan, dan kestabilan pembakaran. Pada penelitian ini, proses karbonisasi menghasilkan arang berkualitas yang dicampur dengan perekat tapioka (rasio 90:10) sehingga menghasilkan briket dengan densitas baik dan nilai kalor yang kompetitif.

Temuan ini sesuai dengan penelitian Pratama & Hidayat (2021) serta Lestari et al. (2022), yang menunjukkan bahwa limbah kopi berkontribusi terhadap peningkatan kualitas briket biomassa. Penelitian Tchuente et al. (2020) juga menegaskan bahwa pemanfaatan limbah kopi menjadi briket dapat mengurangi volume limbah organik sekaligus menghasilkan energi terbarukan.

Sebagian informan menyatakan minat tinggi terhadap penggunaan briket karena dapat menjadi alternatif pengganti LPG dan kayu bakar. Namun, keterbatasan alat pencetak briket dan kurangnya pengetahuan teknis menjadi hambatan utama, sebagaimana dijelaskan oleh Foley et al. (2019).

Faktor Pendukung dan Penghambat Implementasi Briket Limbah Kopi

Faktor Pendukung

- Ketersediaan limbah kopi melimpah dan berkelanjutan.

- Kebutuhan energi alternatif yang terus meningkat.
- Kesadaran lingkungan masyarakat yang semakin tinggi.
- Dukungan kebijakan mengenai energi terbarukan dan pengurangan limbah (FAO, 2017; Low Carbon Development Indonesia, 2020).

Faktor Penghambat

- Minimnya alat dan teknologi pengolahan briket sederhana (Foley et al., 2019).
- Kurangnya pelatihan teknis pada tingkat petani dan UMKM.
- Tidak adanya fasilitas pengolahan terpadu.
- Persepsi bahwa limbah kopi tidak memiliki nilai ekonomi (Rogers, 2003).

Hambatan ini menunjukkan perlunya transfer teknologi dan pendampingan komunitas. Hal ini sejalan dengan konsep ekonomi sirkular yang menekankan pentingnya rekayasa sistem untuk memaksimalkan pemanfaatan sumber daya (Geissdoerfer et al., 2017; Kirchherr et al., 2017; Murray et al., 2017).

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah kopi di Aceh Tengah memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan baku briket biomassa berbasis prinsip ekonomi sirkular. Limbah pengolahan kopi seperti kulit buah, kulit tanduk, daun kopi kering, dan ampas kopi ditemukan melimpah dan selama ini belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga berkontribusi terhadap timbulnya pencemaran lingkungan. Melalui proses karbonisasi dan pencetakan sederhana, limbah tersebut terbukti dapat diubah menjadi briket dengan nilai kalor yang kompetitif, densitas stabil, serta karakteristik pembakaran yang sesuai untuk kebutuhan energi rumah tangga maupun UMKM.

Penerapan model ekonomi sirkular dalam pengelolaan limbah kopi memberikan dua manfaat utama: (1) mengurangi volume limbah organik yang selama ini menumpuk dan mencemari lingkungan, serta (2) menghasilkan sumber energi alternatif yang lebih murah, terjangkau, dan berkelanjutan bagi masyarakat. Selain itu, penelitian ini menemukan bahwa masyarakat memiliki minat yang cukup tinggi terhadap pemanfaatan briket limbah kopi apabila tersedia teknologi dan pendampingan yang memadai. Dengan demikian, inovasi briket biomassa tidak hanya memberikan solusi lingkungan, tetapi juga membuka peluang ekonomi lokal melalui diversifikasi usaha berbasis limbah.

Meskipun memiliki potensi besar, implementasi inovasi ini masih menghadapi beberapa kendala, seperti keterbatasan alat produksi, kurangnya keterampilan teknis, dan

belum adanya fasilitas pengolahan biomassa terpadu di tingkat komunitas. Oleh karena itu, diperlukan dukungan pemerintah daerah, lembaga pendidikan, dan pelaku usaha untuk menyediakan pelatihan, teknologi sederhana, serta akses pemasaran bagi produk energi alternatif berbasis limbah kopi.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa pengelolaan limbah kopi berbasis ekonomi sirkular merupakan strategi yang layak, aplikatif, dan berdampak luas bagi aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi di Aceh Tengah. Model ini dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai bagian dari penguatan ketahanan energi lokal dan peningkatan kesejahteraan masyarakat penghasil kopi Gayo.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian seminar ini, baik dalam bentuk fasilitas, kerjasama, maupun bantuan teknis. Ucapan terimakasih juga kepada para petani kopi, pelaku UMKM, serta masyarakat di kabupaten Aceh tengah yang telah bersedia memberikan informasi yang sangat berharga selama proses penelitian ini.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada pihak institusi pendidikan yang telah memberikan dukungan akademik serta fasilitas yang menunjang kelancaran penelitian, ini dan juga saya sangat mengapresiasi kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengumpulan data, analisis, sehingga saya dapat menyusun karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., Ansari, K. A., & Mehmood, K. (2018). Development of biomass briquettes from agricultural waste. *Fuel Processing Technology*, 173, 1–9.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Aceh Tengah. (2024). *Luas areal tanaman perkebunan rakyat menurut jenis tanaman di Kabupaten Aceh Tengah (ribu ha), 2023*.
- Bhattacharya, S. C., & Leon, M. A. (2002). Densification of agricultural residues for energy use. *Biomass and Bioenergy*, 22(3), 239–251.
- CNBC Indonesia. (2025, 5 Agustus). *Video: Produksi kalah jauh dari Vietnam, RI sulit jadi raja kopi dunia* [Video]. CNBC Indonesia TV.
<https://www.cnbcindonesia.com/news/20250805120211-8-655151/video-produksi-kalah-jauh-dari-vietnam-ri-sulit-jadi-raja-kopi-dunia>
- The Conversation. (2025). *Kopi gayo mendorong pemulihan Aceh, tapi menyisakan persoalan lingkungan*.

- Demirbas, A. (2001). Biomass resource facilities and biomass conversion processing for fuels and chemicals. *Energy Conversion and Management*, 42(11), 1357–1378.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards the circular economy*.
- FAO. (2017). *Energy-smart food for people and climate*.
- Foley, W., et al. (2019). Biomass briquettes and community adoption. *Energy for Sustainable Development*, 52, 1–10.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm. *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768.
- International Coffee Organization. (2019). *Coffee production and waste management*.
- International Coffee Organization. (2022). *Country coffee profile: Indonesia*.
- Kabupaten Aceh Tengah. (2025). In *Wikipedia bahasa Indonesia*.
- Kaliyan, N., & Morey, R. V. (2009). Factors affecting strength and durability of densified biomass products. *Biomass and Bioenergy*, 33(3), 337–359.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: Global snapshot of solid waste management*. World Bank.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232.
- Klass, D. L. (1998). *Biomass for renewable energy, fuels, and chemicals*. Academic Press.
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: The concept and its limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46.
- Lestari, D., Yulianti, E., & Kurniawan, A. (2022). Pemanfaatan ampas kopi sebagai bahan campuran briket biomassa. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1), 56–64.
- Low Carbon Development Indonesia. (2020). *Ekonomi sirkular dalam pembangunan rendah karbon*.
- Maulani, R. D., & Wahyuningsih, D. (2021). Analisis ekspor kopi Indonesia pada pasar internasional. *Pamator Journal*, 14(1), 27–33.
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The circular economy: An interdisciplinary exploration. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369–380.
- Murthy, P. S., & Naidu, M. M. (2012). Sustainable management of coffee industry by-products and value addition. *Resources, Conservation and Recycling*, 66, 45–58.
- Pratama, A., & Hidayat, M. (2021). Karakteristik briket dari kulit kopi dan serbuk kayu. *Jurnal Rekayasa Energi*, 17(2), 101–109.

- Putra, A. R., & Widyawati, R. F. (2020). Penerapan ekonomi sirkular pada industri kopi. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 21(2), 145–156.
- Rahman, A., Hidayat, M., & Saputra, R. (2020). Briket biomassa sebagai energi alternatif berbasis limbah pertanian. *Jurnal Energi Terbarukan*, 9(2), 55–63.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Saisa, & Syabriana, M. (2018). Produksi bioetanol dari limbah kulit kopi menggunakan enzim *Zymomonas mobilis* dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Serambi Engineering*, 3(1).
- Sari, R. P., & Nugroho, Y. S. (2019). Karakteristik briket biomassa dari limbah pertanian. *Jurnal Teknologi Industri*, 14, 77–86.
- Simate, G. S., & Ndlovu, S. (2014). Acid mine drainage: Challenges and opportunities. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2(3), 1785–1803.
- Siregar, K., & Yuliana, R. (2021). Karakteristik limbah kopi sebagai bahan bakar biomassa. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 22, 45–53.
- Tan, S. T., Hashim, H., Lim, J. S., Ho, W. S., Lee, C. T., & Yan, J. (2014). Energy and emissions benefits of renewable energy derived from municipal solid waste. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 613–628.
- Tchuinte, R. M., Ndzié, W., & Ndzié, E. (2020). Coffee waste briquettes as renewable energy source. *Renewable Energy*, 145, 176–184.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2016). *Solid waste management and greenhouse gases*.
- Widodo, T. W., Asari, A., Ana, N., & Elita, R. (2006). Bioenergy from agricultural residues in Indonesia. *Indonesian Energy Journal*, 24(1), 21–30.
- Wilaipon, P. (2008). The effects of briquetting pressure on banana-peel briquette. *American Journal of Applied Sciences*, 5(12), 167–171.
- Winans, K., Kendall, A., & Deng, H. (2017). The history and current applications of the circular economy concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 825–833.
- Wirmayanti, P. A. I., Widiati, I. A. P., & Arthanaya, I. W. (2021). Akibat hukum penebangan hutan secara liar. *Preferensi Hukum*, 2(1), 2746–5039.