**Socialization and Training on Production of Bio-charcoal Made from Biomass Waste Using a Double-Tube Reactor**

Sosialisasi dan pelatihan pembuatan bio-arang dari sampah biomassa menggunakan reaktor tabung ganda

Lukas Kano Mangalla, Raden Rinova Sisworo, Budiman Sudia, Samhuddin dan Minson Simatupang

**ABSTRACT**

*Proper handling of biomass waste can turn waste into something beneficial for society. One way that can be done is to convert biomass waste into quality biochar for energy needs and agriculture as a planting medium. This partnership program is intended to provide education and practical knowledge to the community regarding utilizing biomass waste for biochar production using a double tube reactor. The activities consisted of socialization of the impact of the abandonment of biomass and the benefits of biomass for household energy needs, as well as practical experience of carbonizing biomass by directly involving partner communities. This activity was carried out at Pambulaan Jaya Village Hall attended by 32 community partners and 9 teams from Halu Oleo University. This partnership activity is very relevant for people in the village where most of the population lives as rice and field farmers. The practical knowledge on carbonizing biomass waste was conducted in two days for the two types of biomasses, namely wood chips and coconut shells. The community was very enthusiastic about continuing the carbonization process after they learned about the great benefits of this biochar product for household energy needs, growing media for plantations, and increasing their income.*

***Keywords****: Carbonization, Biomass waste, Bio-charcoal, Energy, and Double tube teactor*

**ABSTRAK**

Penanganan sampah biomassa secara tepat dapat mengubah sampah menjadi sesuatu yang menguntungkan bagi masyarakat. Salah satu caranya adalah mengkonversi sampah biomassa menjadi bioarang berkualitas untuk kebutuhan energi masyarakat dan untuk pertanian serta perkebunan rakyat sebagai media tanam. Program kemitraan ini dimaksudkan untuk memberikan edukasi dan pengetahuan praktis kepada masyarakat tentang pemanfaatan sisa biomassa untuk produksi bioarang dengan menggunakan reaktor tabung ganda. Kegiatan ini terdiri atas dua tahapan yakni sosialisasi dampak negatif pembiaran biomassa dan manfaat positif bioarang bagi kebutuhan energi rumahtangga, dan praktek pengarangan biomassa dengan melibatkan masyarakat secara langsung. Kegiatan ini dilakukan di Balai Desa Pambulaan Jaya dengan dihadiri oleh 32 masyarakat mitra dan 9 tim dari Universitas Halu Oleo. Kegiatan kemitraan ini sangat relevan bagi masyarakat di desa yang sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai petani padi dan ladang. Pengetahuan praktis karbonisasi limbah biomassa dilakukan selama dua hari untuk dua jenis biomassa, yaitu serpihan kayu dan tempurung kelapa. Masyarakat sangat antusias melanjutkan proses karbonisasi setelah mengetahui manfaat besar produk biochar ini untuk kebutuhan energi rumah tangga, media tanam untuk perkebunan, dan menambah pendapatan mereka.

**Kata Kunci**: Pengarangan, sampah biomassa, bioarang, energi dan reaktor tabung ganda

1. **PENDAHULUAN**

Permintaan energi global terus meningkat dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk serta bertambahnya pemakaian energi ekonomi masyarakat dalam waktu mendatang. Meskipun teknologi energi baru dan terbarukan telah berkembang pesat tetapi penggunaan energi fosil masih terus mendominasi pasar energi dunia dimana sumber energi ini terkait langsung dengan emisi ags rumah kaca dan pemanasan global. Cadagan sumber energi yang berasal dari fosil seperti minyak bumi dan batubara mulai menipis, sehingga banyak negara berusaha mengembangkan energi terbarukan atau energi alternatif Kekawatiran terhadap pemanasan global dan dampak lain penggunaan energi fosil, serta kemajuan dalam teknologi energi terbarukan telah mendorong penggunaan energi biomassa untuk dijadikan sumber energi terbarukan dan berkelanjutan(Adams et al., 2018)..

Energi biomassa dihasilkan ketika biomassa dapat dikonversi menjadi tenaga listrik, panas dan berbagai aplikasi lainnya melalui proses thermal (Sharma et al., 2020). Proses konversi ini juga akan menghasilkan limbah biomassa secara berkelanjutan(Ghodake et al., 2021; Salman, 2022). Biomassa merupakan bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik. Biomassa dapat dibaharui, karena biomassa sebagaian besar berasal dari pohon atau tumbuhan lainnya yang akan tumbuh kembali dalam waktu yang singkat. Penggunaan biomassa secara massiv khususnya berupa kayu atau tanaman akan berdampak pada pengrusakan lingkungan dan pemanasan global (Ghodake et al., 2021). Penebangan kayu hutan dapat menghasilkan sampah biomassa yang besar. Namun demikian sampah biomassa yang dibiarkan melapuk begitu saja secara alami akan menghasilkan gas methana ke udara akibat aktivitas microorganisme dan tentunya hal ini berbahaya bagi peningkatan gas rumah kaca atau pemanasan global (Shiralipour & Smith, 1984). Oleh karena itu diperlukan berbagai upaya untuk mengurangi tumpukan biomassa yang dihasilkan dari berbagai olahan industri meubeller dan industri pertanian yang banyak berkembang di Indonesia. Upaya ini dapat dilakukan dengan proses thermal untuk mengubah sisa biomassa mentah menjadi bioarang melalui proses pengarangan (karbonisasi), pirolysis dan gasifikasi(Basu, 2013; Dornburg et al., 2006).

Meskipun nilai kalor biomassa cukup rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya, namum upaya pemanfaatan sebagai sumber energi tetap diupayakan. Produk bioarang energi adalah sumber energi dari biomassa yang telah mengalami proses thermal sehingga terjadi pengurangan massa dan peningkatan densitas energinya. Dan kandungan energi ini dapat bervariasi tergantung pada bahan biomassanya, temperatur pengarangannya dan waktu pengarangannnya (Nhuchhen et al., 2014; Pap et al., 2022; Sharma et al., 2020; Yilmaz & Selim, 2013). Semakin tinggi temperature karbonisasinya maka semakin besar nilai kalor yang diperoleh tetapi massanya akan berkurang. Setelah proses pengarangan maka massa karbon sisa dan kepadatan energi yang diperoleh dapat diukur secara praktis dengan menggunakan rumus sederhana berikut ini(Sharma et al., 2020):

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1) |

Sedangkan densitas energi yang merupakan kepadatan energi yang diperoleh setelah mengalami proses karbonisasi dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

|  |  |
| --- | --- |
|  | 2) |
|  |  |

Efisiensi energi dari produk pengarangan ini dapat dihitung dari kombinasi kedua rumus di atas yakni:

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3) |

Untuk kebutuhan memasak dan penerangan lainnya sebagian masyarakat indonesia masih menggunakan biomassa seperti kayu bakar, sisa olahan produk-produk pertanian, dan lain sebagainya (Sumaryati, 2017). Biomassa seperti ini dalam penggunaannya biasanya dibakar langsung dan menimbulkan polusi asap yang cukup besar sehingga dapat menimbulkan ganguan kesehatan bagi masyarakat terutama anak anak (Goldemberg & Teixeira Coelho, 2004). Oleh karena itu diperlukan upaya yang cerdas dalam memanfataakan biomassa sebagai sumber energi alternatif dalam masyarakat.

Salah satu yang dapat dilakukan secara sederhana adalah pengarangan biomassa menjadi bioarang. Bioarang adalah bahan berpori padat kaya karbon yang dihasilkan oleh konversi termokimia dari beragam bahan baku biomassa di dalam kondisi tanpa oksigen(Ghodake et al., 2021; Kant Bhatia et al., 2021). Pengarangan ini dimaksudkan untuk memperbaiki densitas energinya dan mengurangi polusi asap saat pembakaran. Dengan proses tersebut kandungan airnya berkurang signifikan, dan kandungan karbonnya meningkat sehingga dapat menghasilkan pembakaran yang lebih baik(Basu, 2013). Hasil pengarangan juga dapat dibriketkan sehingga bentuknya teratur, padat dan mudah digunakan (Adams et al., 2018). Penggunaan bioarang tersebut bukan hanya untuk penggunaan energi domestik di masyarakat tetapi juga sebagai bahan bakar yang dapat disubstitusi ke dalam batu bara untuk pembakaran di ketel-ketel pembangkit listrik (Pap et al., 2022; Wander et al., 2020). Proses pengarangan biomassa biasanya membutuhkan teknik dan perlakuan yang tepat agar dapat dihasilkan kualitas yang baik. Selain itu resiko yang ditimbulkan dari proses pengarangan ini adalah asap yang dapat mengganggu kesehatan dan kualitas yang rendah karena terbakar secara sempurna sehingga yang tersisa adalah abu pembakaran(Kant Bhatia et al., 2021; Poudel et al., 2018). Hal ini dapat membuat masyarakat sangat terbatas dalam mengimplementasikan teknologi pengarangan terhadap biomassa. Agar meningkatkan minat masyarakat dalam membuat bioarang dari biomassa, maka dibutuhkan suatu sentuhan teknologi pengarangan yang mudah dioperasikan dengan biaya yang cukup murah dan efektif dalam pengarangannya.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi yang dilakukan sebelumnya, kesadaran masyarakat akan manfaat arang biomassa dan cara pembuatannya masih sangat kurang. Bahkan masyarakat perdesaan dan pulau-pulau kecil yang banyak di Sulawesi Tenggara masih cenderung merasa nyaman menggunakan kayu bakar sebagai sarana memasak atau memanaskan air kebutuhan mereka. Mereka bahkan belum menyadari adanya nilai ekonomi dari produk pengarangan biomassa tersebut. Disamping itu mereka juga tidak mengetahui alat pengarangan yang baik untuk mereka gunakan sehingga perlu dilakukan sosialisasi dan pelatihan pembuatan bioarang berkualitas dari sisa biomassa yang banyak terdapat di lingkungan mereka seperti potongan kayu, cangkang kelapa, cangkag mete, tongkol jagung, sekam padi dan biomassa lainnya. Dengan menyadarkan masyarakat, maka mereka akan menerima manfaat secara ekonomis dan akan termotivasi untuk mengolah sampah-sampah biomassa tersebut menjadi arang untuk kebutuhan energi mereka.

Pengarangan yang dibuat untuk kegiatan ini adalah model reaktor tabung ganda dimana reaktor bagian dalam berisi biomassa yang akan diarangkan sedangkan reaktor bagian luar berisi biomassa yang akan digunakan sebagai pemanas atau pembakar reaktor dalam. Reaktor bagian dalam akan ditutup setelah diisi biomassa yang diarangkan dan bagian bawah reaktor tersebut terdapat empat lubang diameter 12mm untuk kelurnya gas bakar yang dihasilkan saat biomassa tersebut dipanaskan. Pada reaktor bagian luar terdapat beberapa lubang udara pada bagian bawah dan bagian atas dinding. Melalui saluran tersebut, kebutuhan udara untuk pembakaran biomassa pada bagian tabung luar dapat mencukupi dalam memanaskan biomassa pada tabung dalam. Sekamatik pengarangan yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

**Gambar 1**. Skematik dan bagian pengarangan biomassa dengan tabung ganda

Target utama dari kegiatan kemitraan ini adalah ibu-ibu rumah tangga karena merekalah yang banyak memanfaatkan biomassa untuk kebutuhan memasak di rumah. Keterlibatan mereka dalam program seperti ini diharapkan membawa perubabahan positif bagi anggota keluarga lainnya dan bahkan tetangganya. Kegiatan ini diawali dengan memberikan sosialisasi cara pemanfaatan biomassa sekitar rumah mereka dan dampak negatif dari pembiaran biomassa ataupun pembakaran secara bebas sisa biomassa. Para peserta juga diberikan pendidikan terkait nilai ekonomis dari pengolahan biomassa. Arang biomassa sangat bermanfaat bagi masyarakat selain sebagai bahan bakar dapat pula digunakan sebagai media tanam, untuk penyaringan air, pembakaran sate atau ikan dan lain sebagainya. Sehingga polusi asap dan dampak lainnya pembakaran biomassa secara langsung dapat dikurangi.

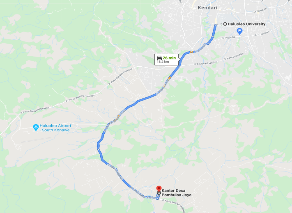
Kegiatan kemitraan masyarakat telah dilakukan untuk membantu suatu komunitas masyarakat perdesaan di Desa Pambulaan Jaya Kabupaten Konawe Selatan di Sulawesi Tenggara, dalam proses pembuatan bioarang dari sampah biomassa. Tulisan ini memuat pelaksanaan kegiatan kemitraan tersebut yang terdiri atas kegiatan sosialisasi penggunaan sampah biomassa dan pembuatan prototype tungku pembakar untuk menghasilkan bio-arang yang berkualitas. Tujuannya adalah untuk memberikan edukasi kepada masyarakat dalam pembuatan bioarang untuk kebutuhan energi dan bahkan kebutuhan tanaman sebagai media tanam. Kegiatan ini juga akan mendorong masyarakat dalam mengurangi tumpukan biomassa di sekitar rumah mereka.

1. **METODE**

Metode pelatihan dan sosialisasi pembuatan bioarang dari sampah biomassa ini terdiri atas dua tahapa utama yakni persiapan dan pelaksanaan kegiatan. Tahapan awal ini sekaliguas mencari informasi mengenai potensi penggunaan peralatan yang akan digunakan dan sekaligus sosialisasi pentingnya kegiatan dilakukan. Tahap kedua adalah pelaksanaan kegiatan yang terdiri dari pembuatan pengarangan dan pelatihan di masyarakat sasaran.

**Tahap persiapan**

Kegiatan ini diawali dengan perkunjungan ke desa Pambulaan Jaya dimana sebagian besar penduduknya hidup bertani dan berkebun. Dalam kunjungan tersebut tim pelaksana menggali informasi tentang sistem penggunaan biomassa yang dihasilkan dari sisa kayu atau sampah produk pertanian mereka. Perkunjungan ini dimulai dengan pertemuan di rumah Kepada Desa Pambulaa Jaya, Jafar, dan dilanjutkan dengan masyarakat sekitarnya. Tim pelaksana menggali informasi dari ibu ibu yang bersentuhan langsung dengan penggunaan biomassa untuk memasak di rumah. Melalaui wawancara tersebut tim mulai mengerti atau mendapatkan informasi mengenai permasalahan yang mereka hadapi selama ini dengan penggunaan biomassa sebagai bahan bakar. Mereka umumnya mengeluhkan asap tebal dan dan susahnya mengawali pembakaran kayu biomassa saat digunakan untuk memasak terutama pada musim hujan. Tim mulai memberikan gambaran solusi dari permasalahan mereka. Setelah mendapatkan gambaran yang jelas maka kami mulai menawarkan suatu pelatihan pengarangan kepada mereka di balai desa Pambulaan Jaya.

Kantor Desa

Pambulaa Jaya

Universitas Halu Oleo

**Gambar 2**. Lokasi kegiatan yang berjarak sekitar 18 km dari Universitas Halu Oleo Kendari.

Setelah dicapai kesepakatan pelaksanaan kegiatan oleh aparat desa maka dilakukan pula persiapan peralatan dan material yang digunakan dalam pengarangan. Persiapan ini dimulai dengan mendiskusikan model pengarangan yang efisien, mudah diperoleh bagi masyarakat dan harga murah. Model pengarangan kemudian didesain dengan mempertimbangkan beberapa hal termasuk materia dan peralatan pembuatannya. Bahan utama dari reaktor pengarangan ini adalah pelat sisa yang diperoleh dari penjualan besi bekas dalam kota kendari sehingga harganya sangat murah. Peralatan yang akan digunakan adalah peralatan las, bor, gurinda dan pemotong pelat yang dipinjam dari Laboratorium Teknologi Mekanik Universitas Halu Oleo. Biomassa yang digunakan dalam pelaksanaan kegiatan ini adalah potongan kayu dari salah satu tukang kayu yang ada di desa tersebut dan cangkang kelapa dari hasil pabrik parut kelapa di masyarakat desa.

**Gambar 3.** Persiapan reaktor pengarangan tabung ganda

**Tahap pelaksanaan**

Pelaksanaan kegiatan ini dilaksanakan setelah bersiskusi dengan kepala desa sebagai pemangku kebijakan pemerintahan di desa Pambulaan Jaya. Ibu ibu peserta kegiatan terlihat sangat antusias dalam mempelajari hal hal baru yang bermanfaat bagi mereka terutam sistem pengarangan bahan biomassa tersebut. Dengan suatu harapan dapat memperoleh manfaat ekonomis dari pelatihan yang diadakan oleh Tim dari Universitas Halu Oleo. Pelaksanaan kegiatan ini dilaksanakan pada hari Jumat Tanggal 29-30 September 2022 bertempat di Balai Desa Pambulaan Jaya. Pelatihan dimulai dari pukul 8.30 – 13.30 dan dihadiri sebanyak 32 orang peserta dari masyarakat desa pambulaa jaya dan 9 orang Tim dosen dan mahasiswa dari Universitas Halu Oleo.

**Gambar 4.** Para peserta dan tim pelaksana kegiatan

Pelaksanaan kegiatan diawali dengan sosialisasi pemanfaatan biomassa yang banyak terdapat di sekitar perumahan penduduk. Kegiatan ini juga menjelaskan tahapan-tahapan yang terjadi dalam proses pengarangan sampai terbentuk arang berkualitas. Termasuk bagaimana mengatur udara pembakaran sehingga produk arang biomassa yang dihasilkan tidak terbakar secara sempurna di dalam reaktor pengarangan.

Diakhir kegiatan sosialisasi ini dilakukan tanya jawab dengan peserta kegiatan untuk dapat mengetahui secara jelas kemampuan penerimaan dari materi yang telah disampaikan. Metode ini juga dilakukan sebagai bentuk interaksi atau komunikasi yang dijalin antara tim pelaksana dengan peserta kegiatan. Tanya jawab tidak hanya dilakukan di dalam ruangan, tetapi terutama saat pelaksanaan pengarangan. Hal ini dimaksudkan agar para peserta dapat melihat langsung dan mempraktikan proses pengarangan biomassa.

**Tabel 1.** Tahapan kegiatan sosialisasi dan pelatihan

|  |  |
| --- | --- |
| **Tahapan 1** | **: Sosialisasi dan Perkenalan** |
| Aktifitas | * Penjelasan tentang maksud dan tujuan kegiatan * Perkenalan anggota tim pelaksana * Pengenalan peralatan yang akan digunakan |
| Tujuan | * Untuk menyampaikan pentingnya kegiatan dilakukan * Untuk mengakrabkan dengan anggota masyarakat * Memberikan pengenalan peralatan yang digunakan |
| **Tahapan 2** | **: Persiapan alat dan bahan** |
| Aktifitas | * Persiapan bahan yang akan digunakan dalam pengaranga yakni sampah kayu hasil olahan * Persiapan peralatan pengarangan * Penyiapan Gambar peralatan |
| Tujuan | * Untuk dapat memberikan pengetahuan mengenai syarat-syarat dari biomassa yang akan digunakan untuk menghasilkan biorarang yang baik. * Persiapan pengarangan dilakukan di workshop kampus Universitas Halu Oleo dan hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pekerjaan atat. * Untuk memudahkan penjelasan tentang komponen peralatan |
| **Tahapan 3** | **: Pelaksanaan pengarangan** |
| Aktifitas | * Pengarangan kayu dari sampah pertukangan di sekitar lingkungan masyarakat * Penjelasan hasil/produk arang yang berkualitas |
| Tujuan | * Untuk memberi gambaran secara nyata proses pengarangan yang dapat menghasilkan arang yang baik . * Menjelaskan kriteria arang berkualitas seperti bunyi seperti logam apabila dijatuhkan ke lantai, tidak terdapat abu, mudah dipatahkan dan berwarna hitam kecoklatan. |
| **Tahapan 4** | **: Ramah tamah dan sharing bebas** |
| Aktifitas | * Berdiskusi terbuka dan bebas dengan peserta kegiatan * Penjelasan tambahan tentang pengembangan peralatan yang digunakan |
| Tujuan | * Untuk memperdalam pemahaman peserta dan mempererat persaudaraan * Untuk mendorong peserta untuk berinovasi dalam mengembangan alat pengarangan |

1. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pelaksanaan kegiatan sosialisasi dan pelatihan pengarangan biomassa ini telah terlaksana dengan baik sesuai rencana di Balai Desa Pambulaan Jaya, Kecamatan Konda, Kabupaten Konawe Selatan, provinsi Sulawesi Tenggara.

**Gambar 5**. Penjelasan fungsi arang dan reaktor pengarangan tabung ganda

Peserta kegiatan terdiri atas masyarakat desa dengan tingkatan pendidikan yang cukup bervariasi mulai SMP, SMA, S1 dan bahkan ada S2. Distribusi peserta berdasarkan usi dan pendidikan dapat dilihat dalam gambar 6 berikut ini. Sebagian besar berusia 41-45 tahun dengan tingkat pendidikan SMA sekitar 47%. Diyakini bahwa tingkat pendidikan masyarakat berkorelasi langsung dalam penerimaan suatu pendidikan atau pekerjaan tertentu, khususnya yang membutuhkan keahlian tertentu.

**Gambar 6**. Kategori peserta kegiatan berdasarkan kelompok umur dan pendidikan

Dalam pelatihan ini masyarakat dihimbau untuk membentuk suatu kelompok usaha yang akan menjalankan program pengarangan ini di setiap RW dan diketuai oleh ibu RW sehingga memudahkan koordinasi. Ibu ibu juga menyatakan bersedia dengan sukarela untuk membantu terlaksananya program dimaksud. Tidak hanya itu masyarakat juga diberikan arahan untuk proses pengolahannya sampai pada pengepakan dan penjualannya. Pelaksanaan pembuatan organisasinya dipandu juga oleh Tim pelaksana dari Universitas Halu Oleo seperti pada gambar 7 berikut ini.

**Gambar 7**. Pembentukan tim pengelola usaha arang bersama kepala desa

Gambar berikut memperlihatkan model reaktor yang digunakan dalam proses pengarangan ini dengan membakar biomassa itu sendiri sebagai sumber panas bagi biomassa yang akan diarangkan.

b))

a)

**Gambar 8**. Model pengarangan yang digunakan a). gambar skematik dan b) asli hasil rancangan

b)

a)

**Gambar 9**. Tabung bagian dalam dan luar pengarangan dan pengisian biomass untuk proses pengarangan

Praktek pengarangan dilakukan di luar balai desa dengan mempertimbangkan berbagai resiko yang ditimbulkan diantaranya kepulan asap dan panas yang timbul selama porses karbonisasi. Asap yang dihasilkan sangat tergantung dari kondisi kering biomassa atau kayu yang digunakan. Apabila kayunya kering maka proses pembakarannya cepat dan asap yang ditimbulkan cenderung berkurang.

(b)

(a)

**Gambar 10**. Asap yang timbul selama proses pengarangan (a) dan produk arang yang dihasilkan (b)

Produk arang yang dihasilkan dalam praktek pengarangan ini dapat ditimbang setelah reaktor dingin dan arang yang terbentuk mulai dingin. Dari hasil pengarangan biomassa yang dilakukan pada hari pertama dengan menggunakan kayu mentah seberat 2,15 kilogram diperoleh 1,05 kilogram arang kayu yang sangat baik. Artinya diperoleh massa tersisah sebesar 48%. Untuk cangkang kelapa cenderung lebih banyak yang dihasilkan dibanding massa produk dari kayu. Dengan memasukkan cangkang kelapa sebesar 2,45 kilogram maka diperoleh arang cangkang kelapa sebesar 1,47 kilogram atau massa tersisa sebesar 60%. Hasil arang kedua bahan tersebut kemudian dibawa untuk dianalisis di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Halu Oleo Hal ini dimaksudkan untuk melihat peningkatan nilai kalor dan perubahan sifat kimiawi lainnya melalui analisis proximate dan uji nilai kalor. Kandungan karbon meningkat signifikan sehingga nilai kalor bertambah. Demikian pula dengan kandungan uap air dan zat terbang yang mengalami penurunan.

**Tabel 2.** Karakteristik produk pengarangan hasil pengujian

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Keterangan  Bahan | Kandungan uang air (*moisture*) | Kandungan karbon tetap (*Foxed* *carbon)* | Kandungan zat terbang (*Volatile matter*) | Kandungan Abu  (*Ash*) | Nilai Kalor  (*HHV*) |
| Kayu mentah | 15,20% | 16,66% | 63,94% | 4,20% | 15,52 kJ/kg |
| Produk Bioarang | 6,42% | 39,05% | 52,11% | 2,42% | 19,57 kJ/gr |
| Tempurung kelapa | 9,57% | 20,91% | 68,38% | 4,14% | 24,65 kJ/kg |
| Produk Bioarang | 5,74% | 35,13% | 56,07% | 3,12% | 28,14 kJ/gr |

Kegiatan program kemitraan masyarakat desa dalam bentuk pengarangan sampah biomassa untuk kebutuhan memasak di rumah dan kebutuhan lainnya ini memiliki relevansi dengan kebutuhan dan pemanfaatan biomassa secara optimal di masyarakat. Pelaksanaan program berupa sosialisasi dan pelatihan ini, bertujuan untuk menambah pengetahuan peserta mengenai pemanfaatan biomassa tersisa untuk dioleh menjadi suatu sumber energi yang bersih dan mudah digunakan. Hal ini ditunjang dari komunikasi yang diberikan oleh pihak mitra kepada warga sekitar tempat pelaksanan mengenai dampak yang akan diterima oleh peserta. Oleh karena itu, dari target peserta yang berasal dari lulusan SMP, SMA, S1 dan S2 menganggap dengan adanya program PKM dalam bentuk sosialisasi dan pelatihan pemanfaatan sampah biomassa ini dianggap dapat membantu mereka untuk menambah pengetahuan mengenai adanya teknik dan proses dari pemanfaatan sampah biomassa untuk dapat dijadikan produk arang berkualitas bagi kebutuhan energi rumahtangga.

Hasil wawancara tidak terstruktur antara tim pelaksana PKM dan peserta yang disertakan dengan pengamatan langsung selama kegiatan, maka pelaksanaan kegiatan program PKM oleh tim pelaksana dari Universitas Halu Oleo memberikan hasil sebagai berikut:

1. Pelaksanaan kegiatan program PKM ini telah meningkatkan dan menambah pengetahuan masyarakat desa dalam memahami pentingnya pemanfaatan sampah biomassa untuk kebutuhan energi di rumah. Mereka juga mengalami langsung praktik pengarangan ini dan berkarya dalam menghasilkan produk bioarang yang baik. Keberhasilan kegiatan ini dapat dilihat dari antusiasme masyarakat yang mengikuti kegiatan ini selama dua hari.
2. Masyarakat mendapatkan pengetahuan tentang teknologi pengarangan sederhana tetapi bermanfaat besar dalam menghasilkan bioarang berkualitas untuk kebutuhan memasak atau untuk media tanan di rumah penduduk.
3. Diharapkan terbentuknya kelompok pengelolah pengarangan dapat berlanjut ke depan sehingga kegiatan tersebut dapat menmberi nilai tambah (*added* *value*) bagi masyarakat sasaran dalam meningkatkan perekonomian masyarakat desa.

**Gambar 11**. Peserta yang aktif sebagai faktor pendukung dalam kegiatan

Dalam pelaksanaan program PKM ini terdapat beberapa faktor penghambat yang terjadi pada saat pelaksanaan aktiftas seperti metode penyampaian materi yang mungkin masih asing bagi mereka serta proses pembuatan reaktor pengarangan dan fasilitas yang digunakan dalam pembuatan. Bagi masyarakat yang biasa bertani maka kehadiran teknologi pengarangan biomassa seperti ini menjadi tidak menarik untuk membuatnya. Sehingga peserta masih membayangkan sulitnya membuat sebuah pengarangan seperti yang disosialisasikan kepada mereka. Selain hal hal di atas faktor frekuensi pertemuan dengan masyarakat juga sangat terbatas sehingga transfer pengetahuan maupun keterampilan sangat terbatas apalagi tingkat pendidikan masyarakat masih tergolong rendah.

1. **SIMPULAN DAN SARAN**

**Simpulan**

Program kemitraan masyarakat ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan, keterampilan baru kepada para mitra yang sebagian besar merupakan petani sawah dan ladang di Desa Pambulaan Jaya tentang pemanfaatan sampah sampah biomassa sebagai bahan untuk membuat bio-arang berkualitas dan berdayaguna. Target program ini adalah peserta mampu mengetahui dan mengolah biomassa berupa sisa potongan kayu, sekam padi, cangkang kelapa dan berbagai jenis biomassa menjadi produk bioarang yang lebih bermanfaat. Selain untuk kebutuhan memasak, bioarang yang dihasilkan dapat pula digunakan sebagai media tanam untuk tanaman hias di pekarangan rumah atau untuk perkebunan dan sawah petani. Pelaksanaan program ini terdiri atas persiapan dan pelaksanaan kegiatan dan diakhir kegiatan tim dapat melihat keberhasilan kegiatan PKM yang ditandai dengan antusiasme masyarakat mengikuti pelatihan selama 2 hari. Dukungan penuh dari kepala desa Pambulaan Jaya sangat menentukan keberhasilan kegiatan ini melalui koordinasi dan pendekatan yang tepat kepada masyarakat. Meskipun terdapat kendala kecil dalam kegiatan ini tetapi hal ini dapat teratasi dengan membangun komunikasi yang baik dengan mitra di Desa. Masyarakt telah memahami sepenuhnya pentingnya memanfaatkan sampah biomassa menjadi sumber energi baru dan bahkan mampu melakukan pengarangan sehingga memberikan meberikan nilai tambah bagi mereka

**Saran**

Kegiatan PKM seperti ini memerlukan waktu yang cukup dalam penerapan suatu teknologi baru di masyarakat. Promisi program seperti ini sangat penting dilakukan di seluruh lapisan amsyarakat agar tidak membiarkan sampah biomassa yang ada menjadi sumber masalah di masyarakat. Oleh karena itu penting sekali dilakukan sosialisasi secara luas mengenai pemanfaatan biorang ini sebagai sumber energi dan media tanam bagi petani dan bahkan masyarakat kota. Perlu juga dilakukan pendampingan dan monitoring secara berkesinambungan kepada para mitra agar program ini dapat berlanjut dengam membangun kemitraan secara khusus menjadi desa binaan dalam penerapan teknologi tepat guna.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak Univeritas Halu Oleo yang telah memberikan pendanaan untuk mendukung kegiatan PKM Internal ini melalui kontrak perjanjian pelaksanaan kegiatan No. 235/UN29.20/AM/2022. Juga disampaikan terimakasih yang tak terhingga kepada segenap rekan dosen dan masyarakat yang membantu kegiatan ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

Adams, S., Klobodu, E. K. M., & Apio, A. (2018). Renewable and non-renewable energy, regime type and economic growth. *Renewable Energy*, *125*, 755–767. https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.02.135

Basu, P. (2013). Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction: Practical Design and Theory. In *Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction: Practical Design and Theory*. https://doi.org/10.1016/C2011-0-07564-6

Dornburg, V., Faaij, A. P. C., & Meuleman, B. (2006). Optimising waste treatment systems. Part A: Methodology and technological data for optimising energy production and economic performance. *Resources, Conservation and Recycling*, *49*(1), 68–88. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2006.03.004

Ghodake, G. S., Shinde, S. K., Kadam, A. A., Saratale, R. G., Saratale, G. D., Kumar, M., Palem, R. R., AL-Shwaiman, H. A., Elgorban, A. M., Syed, A., & Kim, D. Y. (2021). Review on biomass feedstocks, pyrolysis mechanism and physicochemical properties of biochar: State-of-the-art framework to speed up vision of circular bioeconomy. *Journal of Cleaner Production*, *297*, 126645. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126645

Goldemberg, J., & Teixeira Coelho, S. (2004). Renewable energy - Traditional biomass vs. modern biomass. *Energy Policy*, *32*(6), 711–714. https://doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00340-3

Kant Bhatia, S., Palai, A. K., Kumar, A., Kant Bhatia, R., Kumar Patel, A., Kumar Thakur, V., & Yang, Y. H. (2021). Trends in renewable energy production employing biomass-based biochar. *Bioresource Technology*, *340*(June), 125644. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125644

Nhuchhen, D., Basu, P., & Acharya, B. (2014). A Comprehensive Review on Biomass Torrefaction. *International Journal of Renewable Energy & Biofuels*, 1–56. https://doi.org/10.5171/2014.506376

Pap, S., Gaffney, P. P. J., Zhao, Q., Klein, D., Li, Y., Kirk, C., & Taggart, M. A. (2022). Optimising production of a biochar made from conifer brash and investigation of its potential for phosphate and ammonia removal. *Industrial Crops and Products*, *185*(June), 115165. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115165

Poudel, J., Karki, S., & Oh, S. C. (2018). Valorization of waste wood as a solid fuel by torrefaction. *Energies*, *11*(7). https://doi.org/10.3390/en11071641

Salman, S. (2022). *ESG Sustainability Reporting - Sustainability Report Example BioEnergy Consult ESG Sustainability Reporting - Sustainability*. 1–7. https://www.bioenergyconsult.com/biomass-energy-resources-in-indonesia/

Sharma, R., Jasrotia, K., Singh, N., Ghosh, P., srivastava, S., Sharma, N. R., Singh, J., Kanwar, R., & Kumar, A. (2020). A Comprehensive Review on Hydrothermal Carbonization of Biomass and its Applications. *Chemistry Africa*, *3*(1). https://doi.org/10.1007/s42250-019-00098-3

Shiralipour, A., & Smith, P. H. (1984). Conversion of biomass into methane gas. *Biomass*, *6*(1–2), 85–92. https://doi.org/10.1016/0144-4565(84)90011-8

Sumaryati, S. (2017). Program Briket Bioarang Sebagai Pengganti Bahan Bakar Alternatif Bagi Masyarakat Desa Pandowan. *Jurnal Pemberdayaan: Publikasi Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, *1*(1), 56. https://doi.org/10.12928/jp.v1i1.375

Wander, P. R., Bianchi, F. M., Caetano, N. R., Klunk, M. A., & Indrusiak, M. L. S. (2020). Cofiring low-rank coal and biomass in a bubbling fluidized bed with varying excess air ratio and fluidization velocity. *Energy*, *203*. https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117882

Yilmaz, S., & Selim, H. (2013). A review on the methods for biomass to energy conversion systems design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *25*, 420–430. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.015