

Superkarbon Sebagai Sumber Energi Terbarukan Bagi Pengembangan Industri Rumah Tangga

Akhyar Ibrahim¹, Syukran², Marzuki³, Manfarisyah⁴, Abdul Muhyi⁵

^{1,3} *Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe*

Jln. B.Aceh Medan Km.280, PO Box 90, Buketrata, Lhokseumawe 24301

¹akhyari@pnl.ac.id

³abdulmuhyi@pnl.ac.id

^{2,5} *Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe*

Jln. B.Aceh Medan Km.280, PO Box 90, Buketrata, Lhokseumawe 24301

²manfarisyah@unimal.ac.id

⁴ *Fakultas Hukum Universitas Malikussaleh*

Jln. Jawa No. 1, PO Box 141, Buket Indah, Lhokseumawe 24355

Abstrak— Penerapan Ipteks untuk meningkatkan keterampilan masyarakat berbasis teknologi tepat guna produksi superkarbon sebagai sumber energi terbarukan untuk *home industry*; untuk diterapkan masyarakat perkotaan tersebut dalam pengelolaan sampah organik, terutama dedaunan dan rerumputan kering; dan untuk meningkatkan nilai tambah ekonomis dan kesejahteraan bagi masyarakat. Peserta pelatihan yang dipilih dari warga yang dikenal sebagai pengusaha industri makanan dan panganan skala rumah tangga. Hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan pembuatan superkarbon ini berjalan lancar dan memuaskan, dan peserta dapat membuat briket superkarbon dari sampah organik daun-daunan dan rumput-rumputan dengan baik; peserta yang telah mengikuti pelatihan dan telah memiliki ketrampilan tambahan, khususnya dalam pemanfaatan sampah dedaunan dan rerumputan sebagai bahan baku pembuatan briket superkarbon dari sampah organik, yang selama ini terbatas pada karbon tempurung kelapa dan karbon kayu saja; dan sekaligus menginspirasi warga desa untuk berwirausaha dalam skala industri rumah tangga secara mandiri.

Kata kunci— Briket, Superkarbon, Rerumputan, Dedaunan, Energi Terbarukan.

Abstract— The application of science and technology was order to increase the people's technology-based skills in the production of supercarbon as a renewable energy source for home industry; to be applied by the urban community in the management of organic waste, especially dry leaves and grasses; and to increase economic added value and welfare for the community. The training participants were selected from residents who were known as food industry entrepreneurs and household-scale snacks. The results of this activity indicate that the supercarbon making training activity was running smoothly and satisfactorily, and all participants can make supercarbon briquettes from organic waste from leaves and grass well; participants who have attended training and have additional skills, particularly in the use of leaves and grass waste as raw material for making supercarbon briquettes from organic waste, which has been limited to coconut shell charcoal and wood charcoal only; and at the same time inspire the villagers to do entrepreneurship on a home industry scale independently.

Keywords— Bricket, Supercarbon, Grass, Wood leaves, Renewable Energy.

I. PENDAHULUAN

Didasarkan Undang-undang Nomor 2 Tahun 2001 tentang Pembentukan Kota Lhokseumawe, Desa Blang Panyang ini termasuk dalam wilayah Kecamatan Muara Dua. Kemudian, didasarkan Peraturan Daerah Kota Lhokseumawe Nomor 22 Tahun 2005 tanggal 28 Juli 2005, Kecamatan Muara Dua dimekarkan menjadi Kecamatan Muara Satu dan Kecamatan Muara Dua di wilayah Kota Lhokseumawe. Akibat pemekaran tersebut, Desa Blang Panyang ini masuk ke dalam wilayah Kecamatan Muara Satu.

Desa Blang Panyang, Kecamatan Muara Satu ini merupakan salah satu desa tua di Kota Lhokseumawe. Desa Blang Panyang ini terdiri atas tiga dusun, yaitu Dusun Laoskala, Dusun Mon Carak, dan Dusun Wee Buket. Sejak zaman penjajahan Belanda, Laoskala merupakan stasiun pengisian air ketel Kereta Api Aceh yang sangat penting, tempo doeloe.

Menurut BPS [1], Desa Blang Panyang, Kecamatan Muara Satu, Kota Lhokseumawe terletak antara 96°40' - 96°50' BT dan 05°04' - 05°10' LS dengan luas wilayah keseluruhan mencapai 4,08 km². Memiliki dua musim yaitu musim

penghujan dan musim kemarau dengan curah hujan rata-rata tertinggi 129,91 mm. Suhu harian rata-rata antara 19,6° - 34,2°C, dan memiliki topografi mulai dari datar sampai bergelombang (perbukitan dan pegunungan).

Desa Blang Panyang berbatasan dengan Desa Ujong Blang, Kecamatan Banda Sakti di sebelah Utara, Desa Paloh Dayah dan Desa Paya Bilir, Kecamatan Muara Satu di sebelah Selatan, Desa Panggoi, Kecamatan Muara Satu di sebelah Timur, dan Desa Meuria Paloh, Kecamatan Muara Satu di sebelah Barat.

Menurut Statistik Desa Blang Panyang [2], bahwa jumlah penduduk pada tahun 2010 sebesar 2.485 jiwa yang terdiri dari perempuan sejumlah 1.250 jiwa dan laki-laki sejumlah 1.235 jiwa, dengan prediksi laju pertumbuhan penduduk sebesar 2,20% per tahun. Jumlah pemuda sebesar 22,5% dari jumlah penduduk, tingkat pendidikan rata-rata tamat SD, SMTP, SMTA, dan Perguruan Tinggi. Namun demikian, sebagian besar (67,5%) hanya tamat SMTA/ sederajat saja karena alasan ekonomi dan kurang motivasi untuk melanjutkan studinya.

Luas dan penggunaan lahan sebesar 615,68 Ha (37%) untuk pemukiman, 499,2 Ha (30%) kebun campuran, 249,6 Ha (15%) perkebunan rakyat, 83,2 Ha (5%) pertamanan, 83,2 Ha (5%) cagar budaya, 66,56 Ha (4%) pertambahan, 33,28 Ha (2%)

hutan belukar, 29,96 Ha (1,8%) untuk lahan pertanian musiman, dan sisanya lahan industri pabrik, perairan darat dan laut. Dengan luas lahan penghasil akan menghasilkan sampah organik yang berlimpah ruah, sekitar 1,2 – 2,5 ton per hari [3]. Menurut Kurniawan dan Marsono [4], sampah organik, seperti daun dan rumput kering, dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan superkarbon sebagai energi alternatif. Kadar karbon terikat rerumputan dan dedaunan masing-masing 38,91% [5] dan dedaunan 52,66% [6].

Kebanyakan penduduknya mempunyai pekerjaan sebagai pedagang/pengusaha, pelajar/mahasiswa, pegawai negeri, karyawan swasta, nelayan, peternak, tukang bangunan, buruh, sopir dan lain-lain.

Hasil observasi lapangan terungkap bahwa mereka mengalami kendala saat menjalankan usaha karena akses sumber energi bahan bakar yang terbatas dan harga yang melambung tinggi. Kendala yang dihadapi oleh pengusaha makanan skala industri rumah tangga ini berdampak kepada kapasitas dan kualitas produksi, biaya produksi, dan keuntungan usaha mereka yang menurun tajam. Karena itulah, mereka sangat menghendaki peran serta pihak lain untuk membantu mereka dengan suatu teknologi tepat guna. Adapun teknologi tepat guna yang ditawarkan oleh Tim Pelaksana kegiatan Produksi Superkarbon ini adalah cara membuat dan menggunakan superkarbon sebagai sumber energi alternatif bagi pengusaha Industri Rumah Tangga dalam di Desa Blang Panyang.

Adapun tujuan tulisan ini untuk meningkatkan keterampilan berbasis teknologi tepat guna bagi masyarakat untuk pengelolaan sampah organik, produksi briket superkarbon sebagai sumber energi terbarukan; dan untuk meningkatkan nilai tambah ekonomis dan kesejahteraan bagi masyarakat..

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode pelaksanaan ini menawarkan suatu solusi untuk mengatasi permasalahan sebagai berikut: melakukan identifikasi permasalahan yang dihadapi mitra, dan melakukan justifikasi tim mitra dan menentukan permasalahan prioritas yang harus ditangani. Metode pendekatan kegiatan untuk menyelesaikan permasalahan mitra dan prosedur kerja adalah pelatihan dan memberi serangkat peralatan untuk mendukung realisasi produksi briket superkarbon ini menjelaskan secara rinci tentang penelitian yang dilakukan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan penerapan Ipteks produksi superkarbon yang memanfaatkan bahan baku sampah dedaunan dan rerumputan di Desa Blang Panyang, Kecamatan Muara Satu, Lhokseumawe ini melibatkan keuchik dan seluruh peserta telah diterapkan 100% program kegiatan meliputi penyuluhan dan pelatihan produksi briket superkarbon sampah dedaunan dan rerumputan yang baik; dan sosialisasi pemakaian briket superkarbon itu bagi kepentingan para pengusaha industri makanan skala rumah tangga. Pengujian sifat-fisis produk superkarbon dilakukan dengan menggunakan metode *gravity analysis* dan *bomb calorimeter*.

A. Identifikasi Masalah

Hasil identifikasi permasalahan yang telah diutarakan di atas, dan telah dipilih suatu kelompok mitra yang terdiri atas keuchik dan para pengusaha jajanan pasar di Desa Blang Panyang, Kecamatan Muara Satu dalam bentuk kemitraan dengan memberikan fasilitas berupa teknologi dan cara

produksi briket superkarbon dari sampah dedaunan dan rerumputan. Pertemuan Tim Pelaksana IbM dengan Peserta Pelatihan di Desa Blang Panyang dalam rangka menyampaikan materi sosialisasi dan pelatihan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Ketua Tim PelaksanaIbM sedang mengantar materi sosialisasi dan pelatihan kepada Peserta

B. Kelangkaan Bahan Bakar bagi UKM

Kegiatan Penerapan Ipteks ini ditargetkan dapat memproduksi briket superkarbon sebagai suatu energi terbarukan dengan bahan baku dari sampah organik khususnya sampah dedaunan dan rerumputan sehingga dapat membantu masyarakat UMK Jajanan Pasar dalam menjalankan usahanya secara tertib dan berkelanjutan [7].

Dalam kesempatan survey lokasi ini telah teridentifikasi kebutuhan briket karbon yang nilai bakar tinggi dan tanpa polusi asap yang tinggi. Minyak tanah dan LPG adalah energi fosil yang tidak dapat terbarukan [8-9], dan mahal harganya, sedangkan sampah organik (daun dan rumput) sebagai bahan baku untuk produksi briket superkarbon sangat banyak tersedia di Desa Blang Panyang yang menjadi lokasi Penerapan Ipteks ini. Apalagi desa ini termasuk wilayah yang tumbuh pepohonan dan rerumputan yang subur (Gambar 2).



Gambar 2. Sampah kering dedaunan kayu (kiri) dan rerumputan (kanan)

C. Pengenalan Bahan Bakar

Berbagai jenis bahan bakar fosil dan sampah organik telah dikenal oleh masyarakat. Akibat kelangkaan dan harga yang mahal, masyarakat UMKN Produsen Makanan Jajanan Pasar, misalnya, menghendaki bahan bakar alternatif lain di masa depan. Beberapa bahan bakar, nilai bakar, dan lama penyalaan dengan berat ekuivalen per 3 kg LPG seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel I
 Nilai kalor beberapa bahan bakar per 3 Kg

No.	Jenis Bahan Bakar	Nilai Kalor*) kkal/kg	Lama penyalaan menit
1.	Arang Kayu	6.750	60
2.	Arang Tempurung Kelapa	7.700	30
3.	Batubara	8.500	90
4.	Minyak tanah	9.766	120
5.	LPG	11.250	180

Sumber : [4,8,9,12] (diolah)

Tabel 1 memperlihatkan bahwa bahan bakar Arang atau Karbon Kayu dan Tempurung Kelapa memiliki nilai kalor rendah dibandingkan bahan bakar fosil. Meskipun nilai kalor rendah, pemanfaatan sampah organik ini harus diarahkan juga pada kebutuhan pembangunan usaha industri kecil dan menengah, termasuk pengusaha kuliner dan jajanan pasar di pedesaan sebagai bagian integral dari proses pembangunan nasional berkelanjutan.

Setiowati dan Tirono [10] menemukan bahwa makin besar tekanan kempa dan kepadatan briket karbon, makin tinggi nilai bakar dan lama penyalaan. Karena itulah, Tim Pelaksana Ipteks ini membuat buat ukuran serbuk karbon yang halus, campuran serbuk karbon-perekat-air yang tepat, dan tekanan kempa yang tinggi untuk memperoleh nilai bakar dan lama penyalaan yang tinggi pula.

D. Alat dan Proses Karbonisasi

Setelah dipahami gambar teknik dan gambar rinciannya, peserta diajarkan dan dilatih untuk mengerjakan konstruksi Alat Karbonisasi Rerumputan dan Dedaunan seperti tampak pada Gambar 3. Proses konstruksi dapur ini melibatkan semua peserta pelatihan di bawah bimbingan langsung Tim Pelaksana dan didampingi oleh Tim Pemantau dari Unit MonEv Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Alat karbonisasi atau pengarangan terdiri atas sebuah *drum kiln* yang diberi beberapa lubang kecil di dindingnya, didudukkan di atas tungku, dan kemudian diberi perapian. Rerumputan dan dedaunan dimasukkan ke dalam drum kiln yang ditutup sedemikian rupa agar terjadi proses pembakaran tidak sempurna atau minimum oksigen selama waktu 10 – 18 jam hingga diperoleh karbon rerumputan dan dedaunan.

Setelah mencapai warna hitam legam di dalam drum kiln selama waktu 10 – 18 jam, bentuk karbon rerumputan dan dedaunan yang masih ada dalam drum kiln disiram dengan air biasa agar tidak terjadi pembakaran sempurna [11]. Dengan demikian, proses pembakaran karbon terhenti dan karbon tidak berubah menjadi abu seperti diperlihatkan Gambar 4.



Gambar 3. Alat Karbonisasi



Gambar 4. Proses Penyiraman Karbon

Setelah penyiraman dan pendinginan, karbon rerumputan dan dedaunan dilanjutkan proses pengeringan seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Proses pengeringan pada tahap ini dimaksudkan agar karbon rerumputan dan dedaunan mudah dihaluskan nanti.



Gambar 5. Proses Pengeringan Karbon

E. Alat dan Proses Peletisasi

Peralatan dan bahan yang dipakai pada proses peletisasi meliputi alat penumbuk atau mesin penggiling, ayakan, pengepresan, dan bahan perekat. Proses peletisasi atau lazimnya disebut briketisasi adalah upaya pemadatan serbuk karbon agar diperoleh densitas dan nilai bakar yang lebih tinggi [12].

Karbon rerumputan dan dedaunan yang telah kering dengan kadar air maksimum 8% itu ditumbuk dengan alu penumbuk atau digiling dengan mesin penggiling hingga diperoleh serbuk karbon dengan ukuran yang cukup halus. Kemudian, karbon diayak untuk mendapatkan ukuran yang halus dan seragam. Ukuran *mesh* ayakan yang digunakan sekitar 40 μ m. Jika diayak dengan ukuran *mesh* lebih rendah, akan meningkatkan biaya produksi briket karbon ini.

Setelah diperoleh serbuk karbon yang halus dan seragam itu dipersiapkan bahan perekat seperti dapat dilihat pada Gambar 6. Bahan perekat ini dapat dibuat dari tepung tapioka dan dimasak dalam wadah yang berisi air sehingga menjadi lem. Bahan perekat ini dibuat sendiri karena cara pembuatannya mudah dan biaya murah dibandingkan lem FOX, HVAC, dan sejenisnya.



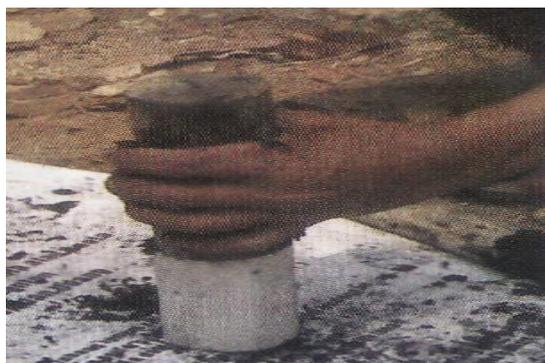
Gambar 6. Penyiapan bahan perekat

Arang karbon yang telah berukuran halus dan seragam itu dicampur dengan bahan perekat dan air dengan takaran perbandingan masing-masing 1 kg, 50 gr, dan 100 cc yang diaduk perlahan-lahan secara merata hingga menjadi adonan arang-perekat sekitar 1,2 kg seperti tampak pada Gambar 7.



Gambar 7. Adonan Arang Karbon-Perekat

Adonan arang-perekat ini dicetak melalui cetakan (silinder, bola, atau kubus) sesuai dengan bentuk akhir yang dikehendaki oleh masyarakat. Pencetakan ini menggunakan tekanan kompaksi dengan alat pengepresan dalam cetakan seperti dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pencetakan briket superkarbon

Produk arang rerumputan dan dedaunan yang disebut superkarbon ini dikeluarkan dari cetakan. Selanjutnya, produk superkarbon dikeringkan di tempat teduh yang cukup terhalang dari sinar matahari langsung, yang biasanya disebut pendinginan angin selama 1 – 2 hari seperti tampak dalam Gambar 9.



Gambar 9. Briket Superkarbon siap digunakan

Akhirnya, produk superkarbon siap untuk dipakai langsung atau dikemas dalam kemasan plastik sehingga aman simpan untuk kebutuhan sendiri dan atau dipasarkan ke pihak lain.

F. Pengujian Produk Superkarbon

Pengujian pendahuluan produk superkarbon ini dilakukan untuk meningkatkan pemahaman akan sifat-sifat fisika, khususnya pengaruh tekanan kompaksi terhadap kadar karbon dan nilai bakar (kalor). Pengujian karakteritik itu yang dilakukan dengan menggunakan metode *gravity analysis* dan *bomb calorimeter* yang diperoleh hasil seperti diturunkan dalam Tabel 2.

Tabel II
Pengujian kadar karbon dan nilai bakar

No	Perlakuan	Tekanan kompaksi	Kadar Karbon	Nilai kalor
		kg/cm ²	%	kal/gr
1	T-1	3,00	59,97	5925,83
2	T-2	3,50	63,41	6386,46
3	T-3	4,00	65,75	6575,98
4	T-4	4,50	68,32	6894,52
5	T-5	5,00	70,36	6645,76

Pada Tabel 2 di atas nampak secara umum bahwa makin besar tekanan kompaksi makin tinggi pula kadar karbon dan nilai bakar. Dalam hal ini, kadar karbon terikat berkisar 59,97 – 70,36% sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai kalor. Menurut Junary, *et al* [13], semakin tinggi kadar karbon terikat, semakin tinggi nilai bakar.

Pada Tabel 2 juga dapat diperhatikan bahwa hasil pegujian nilai bakar atau nilai kalor berkisar antara 5925,83 - 6894,52 kal/gr. Dengan demikian, nilai bakar superkarbon rerumputan dan dedaunan ini memenuhi ketentuan SNI 8021-2000 yang menetapkan nilai bakar untuk briket arang kayu minimum 5000 kal/gr [14].

G. Pemahaman Peserta

Untuk mengukur tingkat keberhasilan peserta pelatihan, maka dilakukan ujian yang terdiri atas ujian membuat persiapan, terutama proses karbonisasi, hingga selesai pembuatan produk superkarbon. Unsur yang dinilai adalah kebenaran mempersiapkan, membuat drum kiln, karbonisasi, perekatan, kompaksi briket, dan penyalaaan. Untuk menguji kemampuan daya serap materi dan keterampilan peserta pelatihan, diuji cara pembuatan drum kiln, karbonisasi, perekatan, kompaksi briket, dan penyalaaan sebagai pengujian mutu produk.

Dari hasil ujian teori dan praktek terhadap seluruh peserta pelatihan pembuatan superkarbon ini diperoleh nilai rata-rata baik ujian selama proses pelatihan (formatif) maupun setelah pelatihan (sumatif) [15].

Berdasarkan hasil penilaian yang diperoleh oleh peserta pelatihan dalam mengikuti setiap materi kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini. Sejatinya, pelatihan pembuatan superkarbon ini direncanakan untuk merekrut sebanyak 10 peserta saja, karena keterbatasan anggaran biaya dan waktu pelaksanaan; tetapi peminat yang cukup banyak, maka terpaksa diakomodir juga oleh pelaksana kegiatan sampai 15 orang peserta saja. Namun demikian, kegiatan pelatihan yang meliputi teori dan praktek ini tetap dilaksanakan sebanyak 12 kali pertemuan dengan 15 orang peserta aktif. Setiap kali pertemuan dialokasikan waktu selama 120 menit, kecuali kegiatan karbonisasi yang membutuhkan waktu selama 10 – 18 jam itu. Dalam hal ini, selain dilayani oleh salah seorang anggota pelaksana yang berdomisili di Desa Blang Panyang tersebut, ketua dan anggota pelaksana yang lain tetap membuka akses untuk dapat dihubungi melalui telepon seluler atau pesan singkat.

Kegiatan persiapan yang meliputi pengumpulan dan penyortiran bahan baku, bahan tambah, dan pembuatan drum kiln; kegiatan karbonisasi adalah proses pembakaran minimum oksigen selama 8 – 18 jam yang menghasilkan karbon dari daun-daunan dan rumput-rumputan, atau disebut juga proses karbonisasi; kegiatan cetak briket meliputi kegiatan penggilingan, penjemuran, pengayakan, pembuatan cetakan, dan kompaksi yang menghasilkan briket superkarbon; dan terakhir kegiatan penyalaan yaitu kegiatan melumuri bahan penyalaan (getah pinus, terpentin, atau lemak) dan menyalakan. Kegiatan penyalaan ini sekaligus merupakan kegiatan kendali mutu dengan memperhatikan warna api yang muncul, jika api biru dan sedikit sekali abu sisa pembakaran menunjukkan bahwa produk briket superkarbon itu sangat bagus, dan demikian juga sebaliknya.

Seluruh materi pelatihan yang diajarkan, tampaknya, dapat diikuti peserta dengan baik. Ukuran diberikan nilai baik kepada peserta adalah jika peserta mampu menyerap materi pelatihan sejak pengumpulan dan penyortiran bahan baku, bahan tambah, membuat drum kiln, karbonisasi, penggilingan, penjemuran, pengayakan, pencetakan, dan lain-lain. Nilai yang diperoleh peserta dengan nilai tertinggi sebesar 91,68 dan nilai terendah sebesar 83,29, dan nilai rata-rata peserta sebesar 87,97. Dengan kata lain, peserta dapat mengikuti pelatihan dengan baik.

Menilik lebih lanjut nilai rata-rata per kegiatan pelatihan ini bahwa kegiatan persiapan memberikan kontribusi nilai terendah dengan nilai teori rata-rata sebesar 83,87, sedangkan kegiatan karbonisasi memberikan kontribusi nilai tertinggi dengan nilai praktek rata-rata sebesar 90,20. Kenyataan ini menunjukkan bahwa peserta kurang berminat pada awal kegiatan, kemudian mereka sangat semangat saat praktik karbonisasi. Peserta sangat menyadari bahwa kegagalan karbonisasi akan membuat kegiatan lainnya menjadi sia-sia. Kehati-hatian ini patuh diberikan apresiasi yang tinggi kepada mereka hingga memperoleh nilai yang sangat baik.

IV. KESIMPULAN

1. Kegiatan pelatihan produksi superkarbon ini berjalan lancar dan memuaskan. Bahkan peserta dapat memproduksi superkarbon dari sampah organik daun-daunan dan rumput-rumputan dengan baik.

2. Hasil pengujian superkarbon rerumputan dan dedaunan diperoleh kadar karbon terikat berkisar 59,97 – 70,36% dan nilai kalor berkisar antara 5925,83 - 6894,52 kal/gr. Jadi, superkarbon rerumputan dan dedaunan ini memenuhi ketentuan SNI 8021-2000.
3. Setelah mengikuti pelatihan ini, warga desa telah memiliki ketrampilan pemanfaatan sampah dedaunan dan rerumputan sebagai bahan baku pembuatan superkarbon, sekaligus menginspirasi warga desa untuk berwirausaha dalam skala industri rumah tangga secara mandiri.

REFERENSI

- [1] Badan Pusat Statistik, 2010, *Lhokseumawe dalam Angka*. (Lhokseumawe: BPS)
- [2] Anonimus, 2008, *Statistik Desa Blang Panyang, Kec. Muara Satu, Kota Lhokseumawe*, (Blang. Panyang: PSD)
- [3] Ibrahim, Akhyar; Yusuf, Ilyas & CA Rahmawati (2017). Economic Empowerment for Santri Making Pulp Paper in Dayah of Ulumuddin, Lhokseumawe, *Malikussaleh Journal of Mechanical Science & Techno.*, 5(1), p. 1-5.
- [4] Kurniawan, O. & Marsono. 2008, *Superkarbon: Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah dan Gas*. (Jakarta: Swadaya).
- [5] Ikewuchi, C.C., et.al., 2010. Phytochemical Profile of *Sansevieria liberica* Gerome and Labroy, *J. Appl. Sci. Environ. Manage.*, 14 (2), p.103-106.
- [6] Ojokuku, S.A., et.al., 2010. Evaluation of the chemical composition of khaya grandifolia and *Ficus capensis*, *J. Med. Plant. Res.*, 4(12), p. 1126 – 1129.
- [7] Wibowo, S., et al., 2017. Karakteristik Karbon Pelet Campuran Rumput Gajah dan Tempurung Nyamplung, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(1), p. 73-82.
- [8] Anonimus, 2008, *Konsumsi Minyak dan Gas Bumi di Indonesia.*, (Jakarta: Direktorat Kelistrikan dan Energi Alternatif, Kementerian ESDM).
- [9] Kadir, A. 1995. *Energi*. (Jakarta: Penerbit UI Press).
- [10] Setiowati, Reni & M. Tirono (2014). Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan dan Komposisi Bahan Terhadap Sifat Fisis Briket Karbon, *Jurnal Neutrino*, 7(1), p. 23-3.
- [11] Firmansyah, F., et.al., 2010, *Modifikasi Kompor Minyak Tanah untuk Bahan Bakar Superkarbon sebagai Sumber Energi Alternatif*. (Bogor: IPB).
- [12] Balibat Kehutanan, 1994, *Pedoman Tekhnis Pembuatan Briket Karbon*, (Bogor: Departemen Kehutanan).
- [13] Junary, E., Pane, J. P., & Herlina, N. (2015). Pengaruh suhu dan waktu karbonisasi pada pembuatan bioarang berbahan baku pelepah aren. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(2), p. 46-52.
- [14] Standar Nasional Indonesia (2000). *Briket arang kayu (SNI 01 6235-2000)*. (Jakarta: Badan Standardisasi Nasional).
- [15] Toyibnapis, F.Y., 2000, *Evaluasi Program*, (Jakarta: Reneka Cipta).