



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202028867, 21 Agustus 2020

Pencipta

Nama : Windarta
Alamat : Jl. Dr. Sutomo 6 Badegan RT 008 Bantul, Bantul, Bantul, Di Yogyakarta, 55711
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : Windarta
Alamat : Jl. Dr. Sutomo 6 Badegan RT 008 Bantul, Bantul, Bantul, Di Yogyakarta, 55711
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : Laporan Penelitian
Judul Ciptaan : **Potensi Dan Tantangan Pengembangan Material Untuk Riset Energi Terbarukan Studi Kasus: Limbah Ampas Tebu, Daun Tebu, Dan Tongkol Jagung**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 15 Agustus 2020, di Jakarta

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000199495

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

LAPORAN PENELITIAN
POTENSI DAN TANTANGAN PENGEMBANGAN MATERIAL
UNTUK RISET ENERGI TERBARUKAN
STUDI KASUS: LIMBAH AMPAS TEBU, DAUN TEBU, dan TONGKOL
JAGUNG



Diusulkan oleh:

Windarta
NIDN: 0517017301

PRODI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA

2020

DATA PENELITIAN

1. **JudulKegiatan** : Potensi dan Tantangan Pengembangan Material untuk Riset Energi Terbarukan Studi Kasus: Limbah Ampas Tebu, Daun Tebu, dan Tongkol Jagung

2. **BidangKegiatan** : **Rekayasa**
3. **KetuaPelaksanaKegiatan**
 - a. NamaLengkap : Windarta, S.T., M.T.
 - b. NIDN : 0517017301
 - c. ProgramStudi : Teknik Mesin
 - d. PerguruanTinggi : Universitas Muhammadiyah Jakarta
 - e. AlamatRumahdanNoTel./HP: Jl. Dr. Sutomo 6 Badegan Bantul, Bantul 55711
 - f. Alamatemail : windarta@ftumj.ac.id

4. **Biaya Kegiatan Total**
 - a. Kemenristekdikti : -
 - b. Sumber lain :

5. **Jangka Waktu Pelaksanaan** : 4 bulan

DAFTAR ISI

DATA PENELITIAN	3
DAFTAR ISI	4
Potensi dan Tantangan Pengembangan Material untuk Riset Energi Terbarukan ..	5
1. Latar Belakang	5
2. Limbah Padat Tebu (<i>Saccharum officinarum</i> L.) Sebagai Penghasil Bioetanol Menggunakan Gasifier Tipe Downdraft	6
3. Limbah Daun Tebu Sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan Berbasis <i>Densification Method</i>	9
4. Tongkol Jagung Sebagai Biomass Menggunakan Reaktor Torefaksi.....	13
5. Diskusi Potensi Material untuk Riset Energi Terbarukan	19
6. Kesimpulan	20
7. Referensi:.....	21

**Potensi dan Tantangan Pengembangan Material untuk Riset Energi
Terbarukan**
Studi Kasus: Limbah Ampas Tebu, Daun Tebu, dan Tongkol Jagung

1. Latar Belakang

Kebutuhan energi di Indonesia kian meningkat hingga 9% per tahun. Pemenuhan energi ini didapatkan dari sektor energi tak terbarukan yang berasal dari fosil, terutama minyak bumi. Untuk mengeliminasi kemungkinan terburuk dampak pemakaian bahan bakar fosil, maka pengembangan sumber energi terbarukan menjadi salah satu alternatif pengganti bahan bakar fosil. Energi biomassa merupakan salah satu sumber energi alternatif yang perlu mendapat prioritas dalam pengembangannya.

Pencarian sumber-sumber energi alternatif yang terbarukan, ramah lingkungan dan ekonomis terus digalakkan untuk menjaga kelestarian lingkungan serta mencegah resiko kesehatan. Salah satu sumber energi terbarukan tersebut adalah biomassa. Biomassa merupakan bahan bakar yang dapat digunakan langsung atau diolah terlebih dahulu menjadi bahan bakar padat, cair atau gas melalui proses tertentu. Biomassa ini dapat menggantikan beberapa batubara di pembangkit listrik, dan akan mengurangi emisi karbon dan efek gas rumah kaca. Sumber biomassa yang sangat mudah dijumpai sekarang ini adalah limbah perkebunan menurut data yang dikeluarkan oleh Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian (2014).

Biomassa yang di dapat dari limbah hasil pertanian dan kehutanan merupakan bahan yang tidak berguna, tetapi dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi bahan bakar alternatif, yaitu dengan mengubahnya menjadi bioarang yang memiliki nilai kalor lebih tinggi daripada biomassa melalui proses pirolisis. Bioarang yang dihasilkan tersebut dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif yaitu pada skala rumah tangga ataupun industri.

Di Indonesia, perkebunan tebu menempati luas areal + 232 ribu hektar, yang tersebar di Medan, Lampung, Semarang, Solo, dan Makassar (Herawati dan Melani, 2018). Dari seluruh perkebunan tebu yang ada di Indonesia, 50% di antaranya adalah perkebunan rakyat, 30% perkebunan swasta, dan hanya 20% perkebunan negara. Dalam proses produksi di pabrik gula, ampas tebu dihasilkan sebesar 90% dari setiap tebu yang diproses, gula yang dimanfaatkan hanya 5%, sisanya berupa tetes tebu (*molase*) dan air. Selama ini pemanfaatan ampas tebu (*sugar cane bagasse*) yang dihasilkan masih terbatas untuk makanan ternak, bahan baku pembuatan pupuk, *pulp*, *particle board*; dan untuk bahan bakar *boiler* di pabrik gula.

Pada tahun 2006 Badan Pusat Statistik (BPS) mengatakan, luas panen jagung adalah 3,5 juta hektar dengan produksi rata-rata 3,47 ton/ha, produksi jagung secara nasional 11,7 juta ton. Sedangkan menurut Prasetyo (2002) limbah batang dan daun jagung kering adalah 3,46 ton/ha sehingga limbah pertanian yang dihasilkan sekitar 12.1 juta ton. Dengan konversi nilai kalori 4370 kkal/kg. Potensi energi limbah batang dan daun jagung kering sebesar 66,35 GJ. Energi tongkol jagung dapat dihitung dengan menggunakan nilai Residue to Product Ratio (RPR) tongkol jagung adalah 0,273 (pada kadar air 7,53%) dan nilai kalori 4451 kkal/kg Potensi energi tongkol jagung adalah 55,75 GJ. (Koopmans and Koppejan, 1997; Sudradjat, 2004).

Kajian ini akan membahas potensi material terutama ampas tebu, daun tebu dan tongkol jagung untuk riset energi terbarukan. Kajian dilakukan dengan membandingkan potensi energi masing-masing material dengan melalui proses pembuatan briket, pembuatan pellet dan pembuatan arang. Tujuan kajian ini adalah untuk menemukenali potensi material baru yang menjadi cadangan energi baru dan mengenal tantangan dalam riset pengembangan material tersebut.

2. Limbah Padat Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Sebagai Penghasil Bioetanol Menggunakan Gasifier Tipe Downdraft

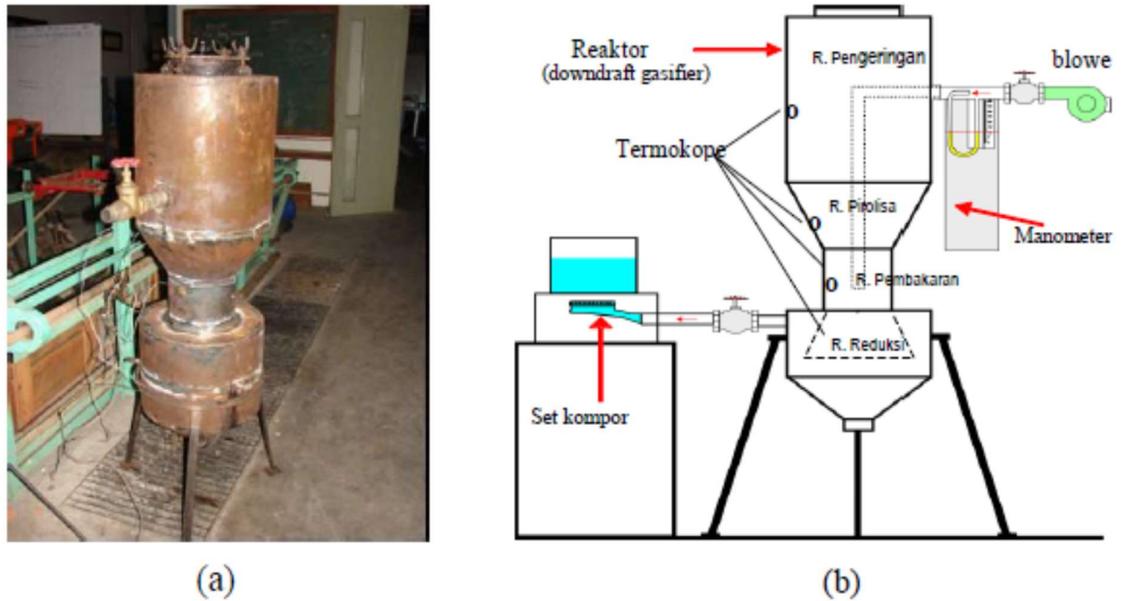
Ampas tebu secara fisik tersusun atas 55-60% serat, 30-35% pith dan 10-15% tanah dan bahan terlarut. Secara kimia, ampas tebu terdiri atas 46-47% selulosa, 24-26% pentose, 20-21% lignin, dan 10-15% unsur lainnya. Pada kadar air 50%, ampas tebu

memiliki nilai kalori sekitar 7.600 kJ/kg (Prihandana, 2008). Berdasarkan potensi jumlah maupun kandungan kimia dan energi yang tersimpan dalam ampas tebu maka pemanfaatannya sebagai sumber energi terbarukan layak untuk dipertimbangkan.

Ampas tebu (*bagasse*) adalah limbah padat industri gula tebu yang mengandung serat selulosa, Sehingga dilakukan analisa terhadap pemanfaatan Ampas tebu sebagai bahan baku pembuatan biogasoline. Purwantana dkk. (2011) mengkaji unjuk kerja gasifikasi ampas tebu menggunakan *gasifier* unggun tetap tipe *downdraft* dilihat dari aspek suhu proses, prosentase gas metana yang dihasilkan, panas pembakaran gas dan efektifitas dan kestabilan produksi gas bakar.

Alat-alat yang digunakan antara lain *gasifier* tipe *downdraft* (Gambar 1-a), blower, termokopel, manometer, data logger, kompor gas, tabung venojet, dan gas kromatograf. Bahan utama yang digunakan sebagai bahan bakar gasifikasi adalah limbah padat berupa ampas tebu yang diperoleh dari Pabrik Gula Madukismo Yogyakarta. Pada saat digunakan, ampas tebu tersebut memiliki rerata kadar air 11,3% basis basah (WB) dan berat curah sebesar 60,5 kg/m³.

Untuk pengambilan data, peralatan utama penelitian dirangkai seperti ditunjukkan pada Gambar 1-b. Setiap pengamatan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan dengan masing-masing menggunakan 4 kg ampas tebu. Data yang diamati dalam penelitian meliputi perilaku suhu pada setiap zona, waktu nyala efektif dari gas produksi, kalor pembakaran gas, dan kadar metan gas produksi.



Gambar 1. (a) Prototipe downdraft gasifier, (b) Skema rangkaian peralatan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa setiap interval waktu tersebut diperoleh kenaikan rerata suhu sebesar $2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dengan mengambil nilai panas spesifik air $c = 4.186\text{ Joule/kg}^{\circ}\text{C}$ dan waktu nyala $60,7$ menit untuk setiap 4 kg ampas tebu, maka berdasarkan perhitungan secara integratif dari tiga ulangan percobaan diperoleh kalor pembakaran gas rerata sebesar $2.237,9\text{ kJ/kg-ampas tebu}$.

Berdasarkan hasil penelitian Prihandana (2008), ampas tebu memiliki nilai kalor 7.600 kJ/kg sehingga efisiensi konversi energi yang dicapai gasifier dalam penelitian ini adalah $29,5\%$.

Pengambilan sampel gas metana (CH_4) dari proses gasifikasi ampas tebu dilakukan baik pada saat gas produksi dapat dibakar dengan stabil maupun pada saat gas tidak dapat dinyalakan. Analisa dilakukan dengan metode perbandingan relatif kadar gas metana gas terhadap gas asetilen. Hasil pengamatan disajikan pada Tabel 1. Hasil tersebut menunjukkan rerata kadar metana gas produksi adalah $3,6\%$. Pada kondisi tersebut gas produksi dapat dibakar atau dinyalakan dengan stabil. Pada nilai kadar gas metana dibawah 1% gas relatif sulit terbakar.

Hasil pengukuran terhadap kadar gas metana khususnya pada periode gas terbakar stabil telah menunjukkan kinerja yang cukup baik. Namun demikian nilai-nilai tersebut cenderung masih fluktuatif dan tidak bisa bertahan secara stabil dimana

pada saat kondisi gas tidak terbakar kandungan gas metana sangat kecil. Langkah yang perlu dilakukan untuk memperbaiki kinerja reduksi gas adalah menstabilkan proses dengan memperbaiki laju aliran bahan khususnya laju bahan hasil oksidasi dan pirolisa menuju zona reduksi. Penambahan mekanisme pemadatan bahan direkomendasikan untuk memperbaiki proses tersebut.

Tabel 1. Kadar metana pada sampel gas produksi gasifikasi ampas tebu.

Sampel	Kadar CH ₄ , % (Gas terbakar stabil)	Kadar CH ₄ , % (Gas tidak terbakar stabil)
1	5,12	1,61
2	3,29	1,09
3	2,70	0,21
4	3,30	0,38
Rerata	3,60	0,82

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan didapatkan hasil, bahwa gasifier yang dikembangkan dalam penelitian memiliki kapasitas waktu operasional 15,2 menit per kg ampas tebu dengan waktu nyala efektif gas 11,6 menit/kg. Nilai kalor pembakaran gas produksi hasil gasifikasi adalah 2.237,9 kJ/kg ampas tebu, dengan efisiensi konversi energi yang dicapai gasifier sebesar 29,5%. Rerata kadar metan hasil gasifikasi limbah padat tebu adalah 3,6%.

3. Limbah Daun Tebu Sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan Berbasis *Densification Method*

Metode penelitian limbah daun tebu yang digunakan adalah proses densifikasi jenis peletisasi seperti yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yaitu penelitian bahan bakar biomassa non daun tebu dengan tujuan penelitian adalah untuk meningkatkan densitas dan menurunkan persoalan penanganan seperti penyimpanan dan pengangkutan. Kemudian metode densifikasi pada penelitian ini diikuti dengan metode eksperimen pada variasi ukuran serbuk daun tebu dan variasi

pencampuran antara masing-masing ukuran serbuk daun tebu dengan perekat dengan perbandingan tertentu. Penggunaan metode densifikasi jenis pelet, eksperimental dan perekat pada pelet daun tebu didasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya dan yang membedakan adalah pada variasi ukuran serbuk dan rasio perbandingan antara biomassa dan perekat. Penggunaan metode dan perekat juga berkaitan dengan tujuan dari penelitian ini dilakukan yaitu untuk mendapatkan jenis biomassa yang memiliki karakteristik dan kualitas yang baik berupa nilai kalor, kadar abu dan kadar air yang menyamai batubara.

Anam dan Majid (2020) mengkaji potensi energi dari daun tebu dengan cara densifikasi dan kemudian dibuat pelet. Dalam kajian ini daun tebu digiling dan dipress. Mesin penggiling pada penelitian ini seperti tampak pada Gambar 2(a) yang memiliki beberapa komponen yakni motor penggerak, *pulley*, *van belt*, *control switch on/off* dan satu set tempat untuk penggilingan. Sedangkan alat pengepresan pelet serbuk daun tebu seperti tampak pada Gambar 2(b), dengan menggunakan sistem hidrolik sebagai penggerak mesin pres dengan komponen, yaitu *solenoid valve*, *pressure gauge*, *pressure valve*, dan *controller*. Prinsip kerja alat pengepresan pelet adalah tekanan diatur *pressure valve*, *solenoid* digunakan untuk mengatur naik turun *piston pres*, *controller* berfungsi sebagai penggerak *solenoid pressure gauge* digunakan untuk mengetahui tekanan pengepresan. Sedangkan beberapa alat bantu yang digunakan adalah *burner pellet*, termokopel, *stopwatch*, timbangan digital, *moisture meter*, dan cetakan pelet.



(a)

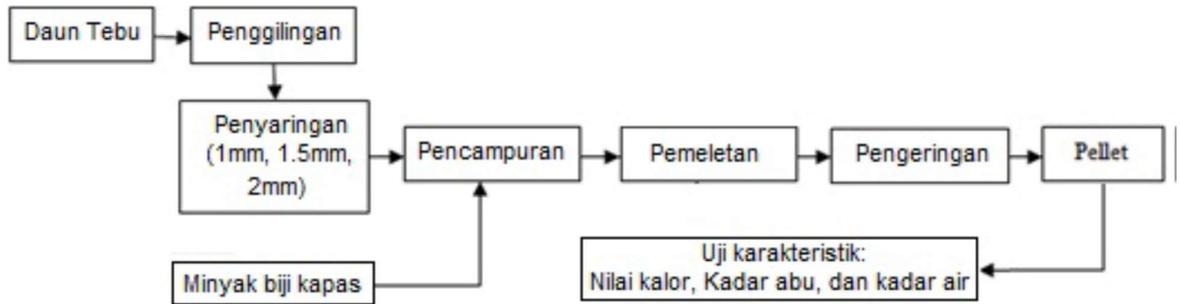


(b)

Gambar 2. (a). Mesin penggiling daun tebu dan (b)Alat pengepresan pelet daun tebu (Anam dan Majid, 2020)

Metode pengambilan data

Metode pengambilan data pada penelitian ini adalah metode densifikasi berupa peletisasi serbuk daun tebu dan diikuti metode eksperimental yaitu uji karakteristik biomassa daun tebu dengan memvariasikan ukuran serbuk daun tebu (DT) dan campuran serbuk daun dengan perekat (DTP). Variasi DT adalah 1 mm, 1,5 mm, dan 2 mm dengan DTP 200 gram : 1 gram, 200 gram : 2 gram, dan 200 gram : 3 gram pada tekanan pengepresan 400 psi, dengan bagan pembuatan pelet daun tebu seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan pembuatan pelet daun tebu

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data-data pengujian seperti pada Tabel 2. Tabel 2 menyatakan nilai kalor rata-rata dalam satuan (kal/gram). Nilai kalor rata-rata diperoleh setelah dilakukan tiga kali pengujian masing-masing variable.

Tabel 2. Data pengujian kalor

No	Ukuran Serbuk (mm)	Rasio	
		Campuran Perekat (gr)	Q rata-rata(kal/gr)
1	1 mm	200 : 0	3751
		200 : 1	3975
		200 : 2	3815
		200 : 3	3914
2	1.5 mm	200 : 0	3923
		200 : 1	3511
		200 : 2	3441
		200 : 3	3768
3	2 mm	200 : 0	4335
		200 : 1	3932
		200 : 2	3493
		200 : 3	3786

Berdasarkan Tabel 2 ditunjukkan bahwa pada pengujian serbuk daun tebu 1mm tanpa perekat nilai kalor pada pembakarannya 3.751 cal/gr; setelah dilakukan pencampuran dengan perekat, nilainya kalor tertinggi pada campuran 3 gr, sebesar 3.914 cal/gr; dan nilai kalor terendah pada campuran perekat 2gr, yaitu 3.815 cal/gr. Sedangkan pada pengujian ukuran serbuk 1,5mm tanpa perekat

menghasilkan nilai kalor tertinggi 3.751 cal/gr; setelah dilakukan pencampuran dengan perekat, nilai kalor pada perekat 3gr tertinggi mencapai 3.768 cal/gr; dan nilai kalor terendah dengan campuran perekat 2gr, yaitu 2.441 cal/gr. Kemudian pada pengujian ukuran serbuk 2mm tanpa perekat memiliki nilai kalor tertinggi pada 3.751 cal/gr; setelah dilakukan pencampuran dengan perekat menghasilkan nilai kalor tertinggi dengan campuran perekat 1 gr yaitu 3.932 cal/gr; dan nilai kalor terendah pada campuran perekat 2 gr yaitu 2.493 cal/gr.

Berdasarkan hasil penelitian karakteristik limbah daun tebu dapat di simpulkan bahwa ukuran serbuk daun tebu dan variasi campuran serbuk daun tebu dengan perekat minyak biji kapas mempengaruhi karakteristik limbah daun tebu sebagai bahan bakar biomassa, baik nilai kalor, kandungan air maupun kadar abu. Nilai kalor tertinggi pada ukuran serbuk 2 mm, yaitu 3975,01 cal/gr pada rasio campuran 1; kadar abu paling baik pada ukuran serbuk 2 mm yaitu 6,6% pada rasio campuran 3 dan kadar air paling sedikit ukuran serbuk 1 mm yaitu 9,8% pada rasio campuran 2

4. Tongkol Jagung Sebagai Biomass Menggunakan Reaktor Torefaksi

Pembangkit listrik berbahan bakar biomassa juga bisa diintegrasikan dengan pabrik pengolahan kelapa sawit sehingga menjadi sumber energi terbarukan selalu tersedia. Keberadaanya sekaligus juga mendatangkan manfaat besar bagi masyarakat. Pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan bakar alternatif telah dilakukan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat ITB bekerjasama dengan PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero) yang telah berhasil dalam penggunaannya yakni sebagai sumber energi dengan pembuatan PLTD berbahan bakar dari tongkol jagung dengan merubahnya menjadi biomassa dan dengan melakukan proses gasifikasi menjadi bahan bakar. 1 liter BBM dapat di gantikan dengan 4-8 kg tongkol jagung sedangkan 1 kw listrik bisa diproduksi dari 1,2-0,2 kg/jam tongkol jagung (Ardiansyah, 2009).

Selain itu pemanfaatan lain dari penggunaan tongkol jagung sebagai bahan padatan telah dilakukan, namun proses ini menggunakan proses gasifikasi yang telah menghasilkan data sebagai berikut di Tabel 3.

Tabel 3. Gas, Abu, Arang dan Liquida terkondensasi pada proses karbonisasi tongkol jagung

Temperature (°K)	550	650	750	850	950	1050	1150
Abu Arang (%)	31.8	26.0	23.2	21.5	20.2	19.8	19.1
Gas(%)	20.2	24.4	24.4	39.8	61.4	64.7	72.0
Liquida terkondensasi (%)	36.7	40.2	40.2	31.7	13.3	12.3	6.0
Tar	11.3	10.5	10.5	7.0	5.1	3.2	1.7

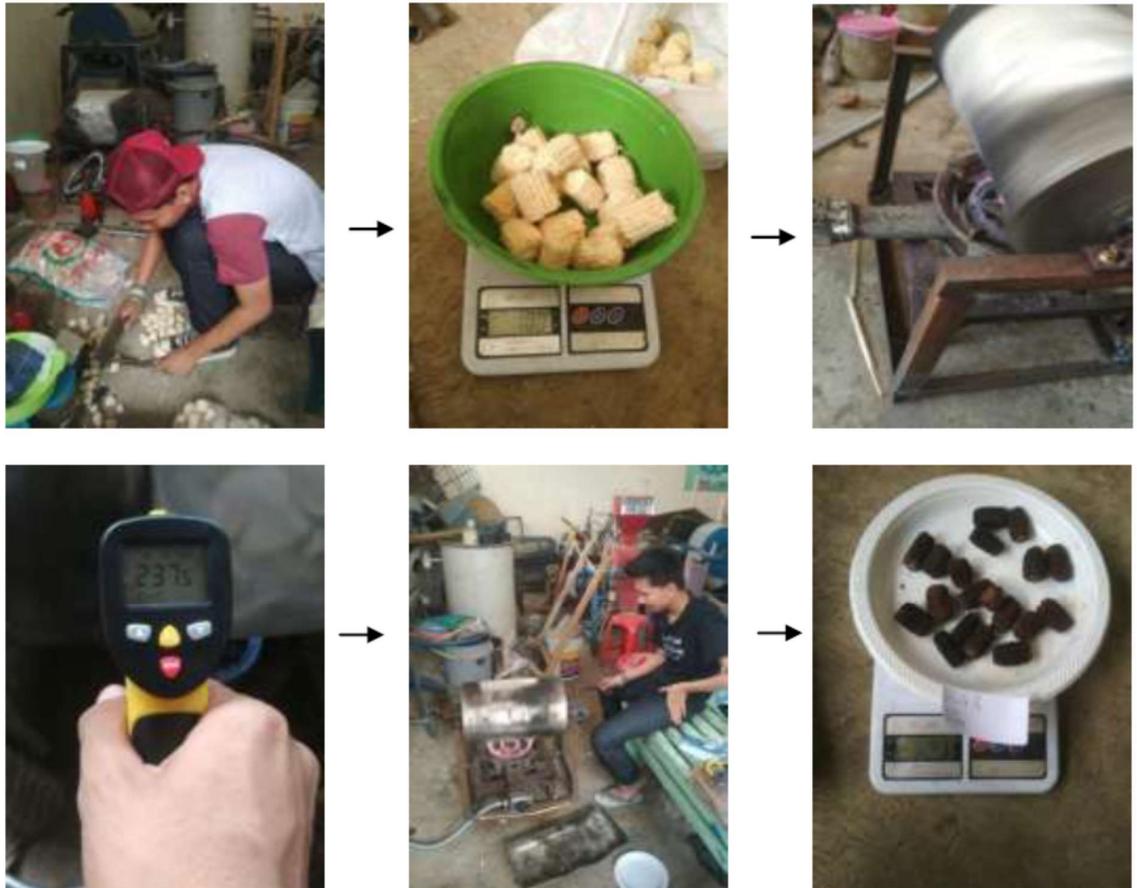
Kelebihan biomassa tongkol jagung sebagai bahan bakar ini secara umum adalah sebagai berikut:

1. Bahan baku tongkol jagung yang mudah dijumpai di seluruh Indonesia
2. Bahan baku tongkol jagung sudah memiliki nilai C,H dan O
3. sifatnya yang mudah terbakar akan membantu memudahkan proses pembakaran

Kekurangan dari biomassa tongkol jagung sebagai bahan bakar ini adalah sebagai berikut :

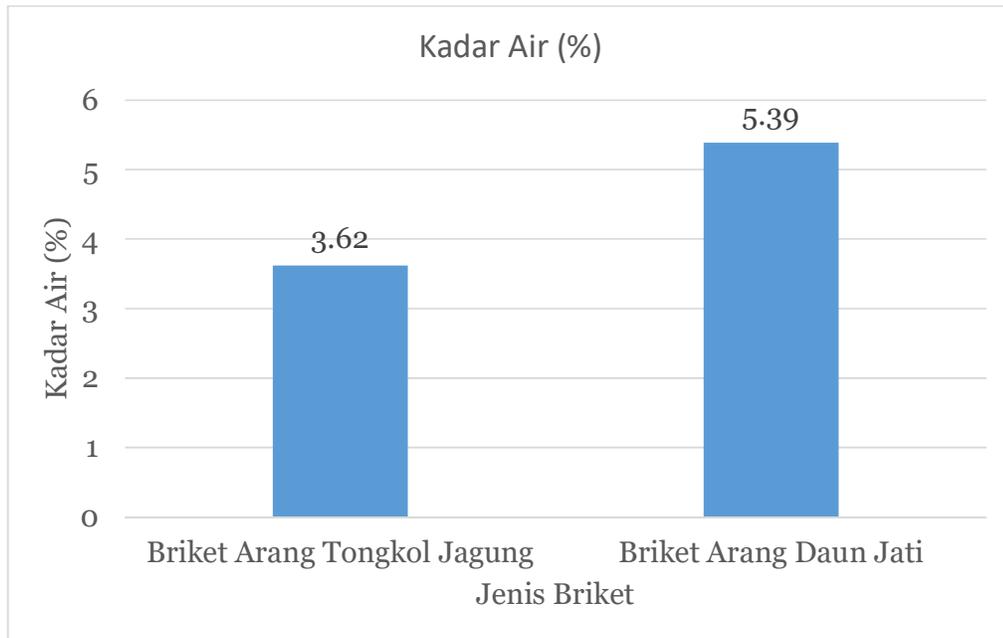
1. Terlalu banyak biomassa yang mudah diproses sebagai bahan bakar selain tongkol jagung
2. Harus memiliki jumlah bahan baku tongkol jagung yang sangat banyak untuk dijadikan sebagai bahan bakar
3. Nilai kalor nya masih terlalu sedikit dan bisa ditingkatkan melalui proses torefaksi
4. Kandungan air yang ada di tongkol jagung masih terlalu banyak
5. Kandungan serat tongkol jagung yang kurang banyak apabila belum dijadikan sebagai bahan bakar.

Arifin (2019) mengkaji pembuatan bahan bakar padat setengah arang menggunakan proses torefaksi ini adalah tongkol jagung. Alat yang di gunakan dalam melakukan penelitian ini adalah alat penyangrai, cawan, porselin, oven, gelas ukur, tanur, kompor gas, thermokopel, desikator, bomb kalori meter, timbangan, dan stopwatch. Bahan berupa tongkol jagung yang telah di potong pada pelakuan yaitu 1cm utuh, 2cm utuh ,dan 3cm utuh. Lalu potongan tersebut ditimbang sebanyak 100gr untuk setiap kali percobaan. Alat penyangrai disiapkan dengan menghidupkan kompor gas sehingga suhu di dalam meningkat menjadi sekitar 200°C sampai 350°C. Apabila alat penyangrai sudah mencapai suhu kurang lebih 200°C maka potongan tongkol jagung dimasukan. Lama pembakaran 30menit, 45menit,dan 60 menit sesuai dengan perlakuan selama pembakaran Suhu alat penyangrai dikontrol pada rentang 200°C-300°C, apabila suhu turun maka api kompor dibesarkan dan sebaliknya apabila suhu naik api kompor di kecilkan. Pembuatan bahan bakar padat dari tongkol jagung ini menggunakan proses torefaksi. Tongkol jagung dipotong dengan ukuran 1cm, 2cm, dan 3cm dengan menggunakan lama waktu yang bervariasi yaitu 30 menit, 45 menit, dan 60 menit. Masing-masing memiliki sebanyak 3 proses perlakuan. Proses ini memengaruhi sifat dan kandungan yang ada di dalam tongkol jagung yang sudah dilakukan torefaksi yaitu, nilai kalor dan kadar airnya.



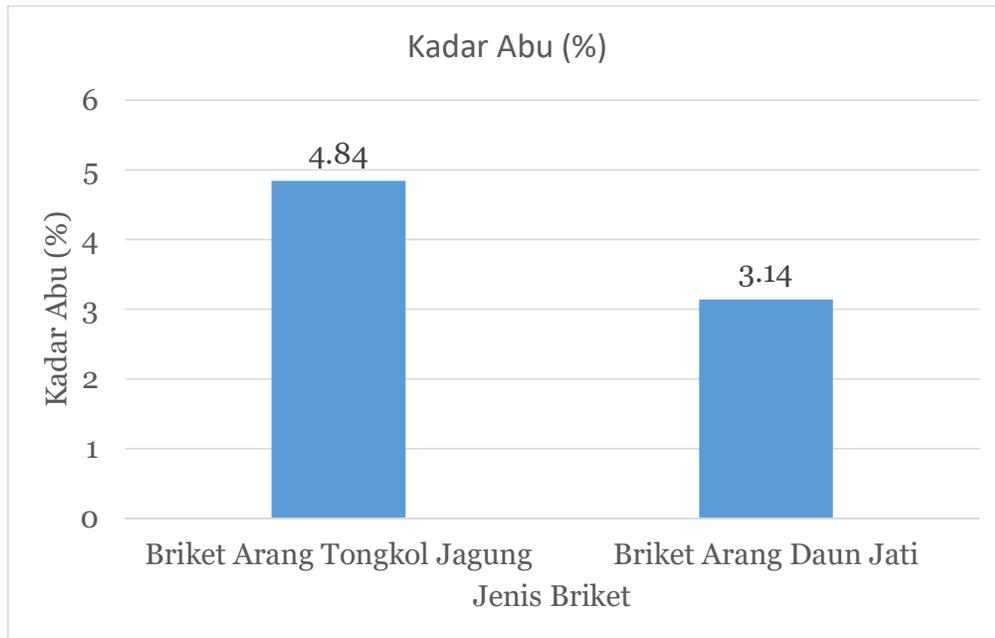
Gambar 4. Pembuatan Arang Tongkol Jagung Menggunakan Proses Torefaksi

Hasil Pembuatan arang tongkol jagung dengan menggunakan proses torefaksi tersebut kemudian diuji kadar air, kadar abu dan nilai kalor kemudian hasilnya dibandingkan dengan arang daun jati, selengkapnya disajikan pada Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7. Kadar air suatu briket dikatakan baik jika tidak lebih dari 8%. Semakin sedikit kadar air yang dikandung suatu briket maka kualitas briket tersebut semakin bagus. Kandungan kadar air briket dipengaruhi oleh luas permukaan pori-pori arang dan kadar karbon terikat yang terdapat pada briket (Kahariyadi dkk., 2015). Hasil kadar air briket arang bonggol jagung dengan daun jati terlihat pada Gambar 5 berikut.



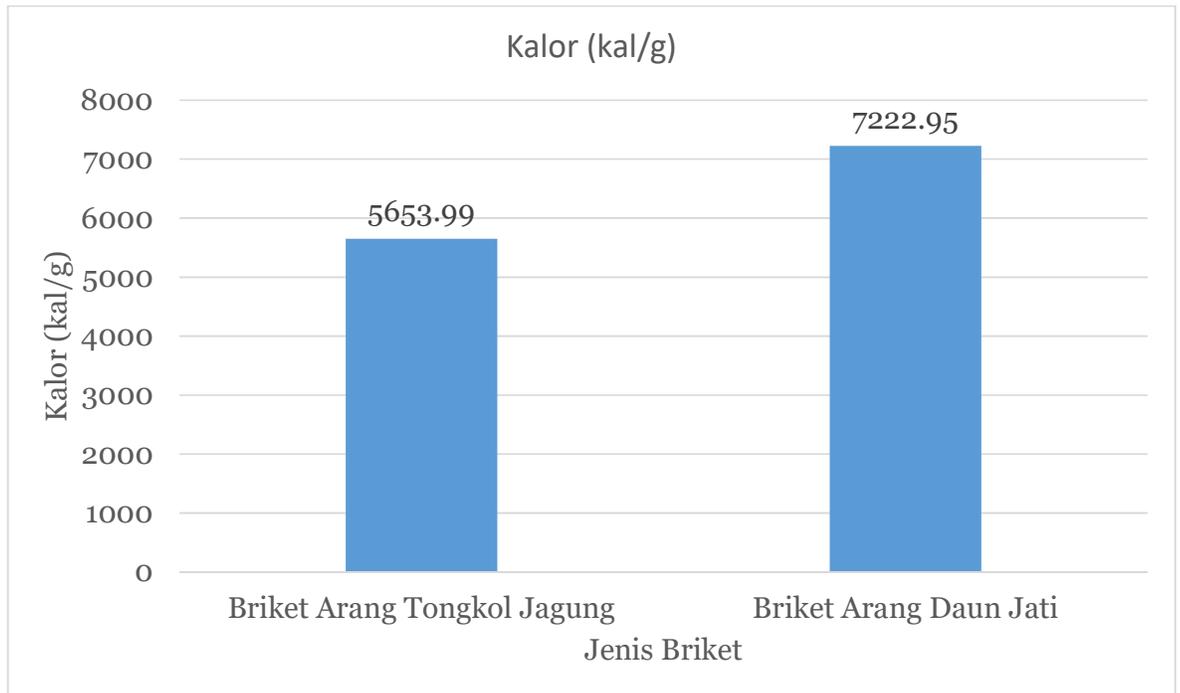
Gambar 5. Perbandingan kadar air (%) dari briket arang tongkol jagung dan briket arang daun jati

Sesuai standar SNI kadar abu yang harus dimiliki briket tidak lebih dari 8%. Semakin kecil nilai kadar abu, semakin bagus kualitas briket, karena jika kadar abu tinggi mengartikan briket tersebut mengandung silika yang tinggi juga. Unsur silika merupakan unsur yang memiliki pengaruh kurang baik terhadap kualitas briket. Dari hasil penelitian yang didapat Gambar 6., briket arang bonggol jagung memiliki kadar abu lebih tinggi yaitu 4,84%. Artinya kualitas briket dari segi kadar abu dimiliki oleh briket arang daun jati dengan kandungan silika lebih rendah dibanding bonggol jagung.



Gambar 6. Perbandingan kadar abu (%) dari Briket Arang Tongkol Jagung dan Briket Arang Daun Jati

Kadar abu : Sesuai standar SNI kadar abu yang harus dimiliki briket tidak lebih dari 8%. Jika kadar abu tinggi mengindikasikan briket tersebut mengandung silika yang tinggi juga. Unsur silika merupakan unsur yang memiliki pengaruh kurang baik terhadap kualitas briket. Dari hasil penelitian yang didapat Gambar 2., briket arang bonggol jagung memiliki kadar abu lebih tinggi yaitu 4,84%.



Gambar 7. Perbandingan Kalor Briket Arang Tongkol Jagung dan Briket Arang Daun Jati

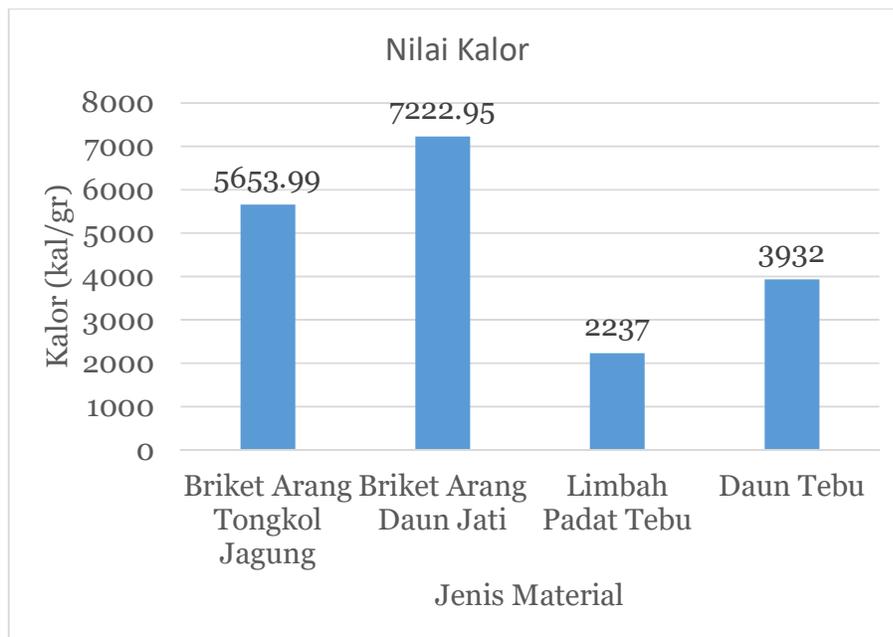
Nilai kalor briket arang daun jati lebih tinggi dibanding dengan nilai kalor briket arang bonggol jagung sebesar 7222,95 kal/g. Nilai kalor briket arang daun jati telah memenuhi standar SNI. Artinya, briket arang daun jati dapat menjadi salah satu alternatif pengganti bahan bakar khususnya kayu.

5. Diskusi Potensi Material untuk Riset Energi Terbarukan

Berdasarkan data yang diperoleh dari studi kasus pada pemanfaatan limbah ampas tebu, daun tebu, tongkol jagung, dan daun jati didapat bahwa briket arang daun jati memiliki kadar air 5.39 % lebih tinggi dibanding dengan briket arang tongkol jagung (3.62%). Hal ini menunjukkan bahwa bahwa kualitas lebih baik untuk material yang memiliki kandungan air lebih sedikit. Hasil terbalik untuk kandungan

abu ternyata briket arang tongkol jagung memiliki kandungan abu lebih banyak yaitu sebesar 4.84%.

Kandungan kalor untuk beberapa material disajikan pada Gambar 8. Berdasarkan Gambar 8 didapat bahwa kandungan kalor tertinggi berasal dari briket daun jati dan kandungan kalor terendah didapat dari limbah ampas tebu.



Gambar 8. Perbandingan Kalor untuk Beberapa Material

6. Kesimpulan

Berdasarkan studi yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Potensi pengembangan material untuk riset energi terbarukan didukung oleh ketersediaan bahan yang melimpah dan mudah didapat di Indonesia, berupa flora dan fauna.

2. Tantangan pengembangan riset bidang energi terbarukan di Indonesia didominasi oleh ketersediaan alat dan sarana pendukung riset.
3. Potensi pengembangan material untuk riset energi terbarukan didukung oleh ketersediaan bahan yang melimpah dan mudah didapat di Indonesia, berupa flora dan fauna. Briket yang berasal dari material daun jati mempunyai kandungan kalor tertinggi dan limbah ampas tebu mempunyai kandungan kalor terendah.
4. Tantangan pengembangan riset bidang energi terbarukan di Indonesia didominasi oleh ketersediaan alat dan sarana pendukung riset.
5. Peluang pengembangan riset bidang energi terbarukan sangat terbuka.

7. Referensi:

A Anam dan M. A. Majid. 2020. Karakteristik Limbah Daun Tebu Sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan Berbasis *Densification Method*. Jurnal Rekayasa Mesin p-ISSN: 1411-6863, e-ISSN: 2540-7678 Vol.15, No.1, April 2020, hal. 59-65

B. Purwantana, M. An Nurisi, S. Markumningsih. 2011. KINERJA GASIFIKASI LIMBAH PADAT TEBU (*Saccharum officinarum L.*) MENGGUNAKAN GASIFIER UNGGUN TETAP TIPE *DOWNDRAFT*. Prosiding Seminar Nasional PERTETA 2011.

D. Sukowati, T. A. Yuwono, dan A. D. Nurhayati. 2019. Analisis Perbandingan Kualitas Briket Arang Bonggol Jagung dengan Arang Daun Jati. *PENDIPA Journal of Science Education*, 2019: 3(3), 142-145

Fauziah, A., Rodiansono., Sunardi. 2019. Analisis spektroskopi inframerah transformasi fourier (FTIR) dan perubahan warna lignoselulosa alang-alang (*Imperata cylindrica*) setelah pretreatment menggunakan asam encer. *Jurnal Konversi*. 8: 10-16.

L. Brennan, P. Owende. 2010. Biofuels from microalgae. A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* .14: 557-577.

L.R. Lynd, J.H. Cushman, R.J. Nichols, C.E. Wyman. 1991. Fuel ethanol from cellulosic biomass. *Science (Washington, DC, United States)* 251: 1318-1323.

M. Balat & H. Balat. 2008. Progress in bioethanol processing. *Progress in Energy and Combustion Science*. 34: 551-573.

M. N. F. Arifin. 2019. Pembuatan Bahan Bakar Padat Setengah Arang dari Tongkol Jagung Melalui Proses Torefaksi. Skripsi tidak dipublikasikan. Universitas Lampung

M.R. Hidayat. 2013. Teknologi *pretreatment* bahan lignoselulosa dalam proses produksi bioetanol. *Biopral Industri*. 4(1).

N. Herawati dan A. Melani. 2018. Pembuatan Biogasoline dari Ampas Tebu. *Distilasi*, Vol. 3 No. 1, Maret 2018, Hal. 16 – 21

Prihandana, Rama. 2008. *Industri Gula Membangun Kompetensi: Penguasaan Teknologi dan Kemampuan Manajerial*. IKAGI. Pasuruan. Indonesia.

Sindhu. R., P. Binod, A. Pandey., S. Ankaram., Y. Duan., M.K. Awasthi. 2019. Biofuel Production From Biomass: Toward Sustainable Development. *Waste Treatment Processes for Energy Generation*. 79-92.

T.M. Mata, A.A. Martins, N.S. Caetano. 2010. Microalgae for biodiesel production and other applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14: 217-232.

<https://oilprice.com/Energy/Oil-Prices/Is-The-Oil-Price-Crash-Good-For-Renewable-Energy.html> diakses pada 04 Juni 2020

<http://ebtke.esdm.go.id/post/2019/12/19/2434/faq.program.mandatori.biodi?lang=en> diakses pada 04 Juni 2020