



TEKNOLOGI PEMANFAATAN **LIMBAH**

Nasrul Rofiah Hidayati
Ade Trisnawati
Dyan Hatining Ayu Sudarni
Mohammad Arfi Setiawan
Sri Wahyuningsih

TEKNOLOGI PEMANFAATAN LIMBAH

Nasrul Rofiah Hidayati
Ade Trisnawati
Dyan Hatining Ayu Sudarni
Mohammad Arfi Setiawan
Sri Wahyuningsih



CV. AE MEDIA GRAFIKA

TEKNOLOGI PEMANFAATAN LIMBAH

ISBN: 978-623-5516-08-0

Cetakan ke-1 November 2021

Penulis:

Nasrul Rofiah Hidayati
Ade Trisnawati
Dyan Hatining Ayu Sudarni
Mohammad Arfi Setiawan
Sri Wahyuningsih

Penerbit

CV. AE MEDIA GRAFIKA
Jl. Raya Solo Maospati, Magetan, Jawa Timur 63392
Telp. 082336759777
email: aemediagrafika@gmail.com
website: www.aemediagrafika.com

Anggota IKAPI Nomor: 208/JTI/2018

Hak cipta @ 2021 pada penulis
Hak Penerbitan pada CV. AE MEDIA GRAFIKA

*Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit*



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Alloh SWT atas segala rahmad, karunia dan petunjukNya sehingga penulisan *book Chapter: Teknologi Pemanfaatan Limbah* dapat terselesaikan dengan baik.

Seiring meningkatnya aktivitas yang dilakukan manusia maka limbah yang dihasilkan juga semakin meningkat sehingga perlu dilakukan pengelolaan limbah berbasis teknologi dengan tujuan untuk menjaga keseimbangan lingkungan. Book Chapter ini ditulis dengan harapan dapat menambah pengetahuan para pembaca tentang teknik , metode dan peraturan-peraturan terkait pengelolaan limbah.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian penulisan book chapter ini. Kritik dan saran untuk perbaikan dalam penulisan book chapter ini penulis harapkan. Semoga kita bisa menjadi agen perubahan lingkungan salah satunya dengan melakukan pengelolaan sampah dengan baik dan benar.

Madiun, November 2021
Penulis



DAFTAR ISI

PRAKATA	i
DAFTAR ISI	iv
Bagian 1	
Briket dari Limbah Biomassa	1
Bagian 2	
Optimalisasi Potensi Kotoran Sapi sebagai Biogas	11
Bagian 3	
Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pengolahan Limbah	23
Bagian 4	
Limbah Buah Jeruk Bermanfaat?	33
Bagian 5	
Green Adsorben (Biosorpsi) Sebagai Solusi Penanganan Pencemaran Air Limbah Pewarnaan dan Limbah Logam Berat	43
Bagian 6	
Pupuk Organik Cair dari Limbah Tahu	53



Bagian 1

Briket dari Limbah Biomassa

Nasrul Rofiah Hidayati

*Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik
Universitas PGRI Madiun*

Abstrak

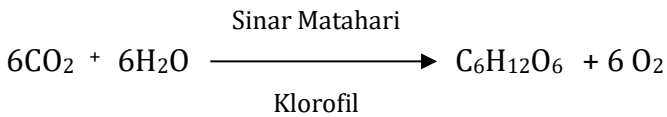
Berkurangnya ketersediaan bahan bakar minyak di Indonesia yang disertai dengan angka kenaikan konsumsinya, maka diperlukan adanya pembaharuan energi alternatif yang ramah lingkungan, salah satunya dengan memanfaatkan limbah biomassa. Di Indonesia limbah biomassa tersedia melimpah, salah satu cara mengolah limbah biomassa menjadi energi alternatif untuk meningkatkan nilai kalornya adalah dengan mengubahnya menjadi bahan bakar briket.

Bahan bakar briket dibuat dengan mengolah limbah biomassa menjadi arang (*char*) melalui proses karbonisasi. Arang adalah salah satu sumber energi biomassanya yang mempunyai sifat lebih baik dari pada kayu bakar karena arang lebih stabil, kadar airnya rendah, tidak berasap, efisien dan praktis. Dalam pembuatan bahan bakar briket limbah biomassa, arang yang telah diperoleh dari proses karbonisasi kemudian dicetak dengan bahan perekat dan tekanan tertentu (densifikasi) menjadi briket yang disebut biobriket.

Kata Kunci: Briket, Limbah Biomassa, Karbonisasi, Densifikasi

A. Biomassa

Biomassa merupakan bahan organik yang dihasilkan dari proses fotosintetik yang ada di permukaan bumi baik berupa produk maupun buangan . Berikut adalah reaksi fotosintesis:



Contoh biomassa antara lain adalah tanaman, pepohonan, rumput, ubi, limbah pertanian, limbah hutan, tinja dan kotoran ternak. Biomassa dapat dikategorikan menjadi 4 yaitu: limbah pertanian, limbah kehutanan, tanaman kebun energi, dan limbah organik (*Energy Europe Insitute*). Biomassa dimanfaatkan untuk bahan pangan, minyak nabati, serat, bahan bangunan , pakan ternak, sebagainya. Limbah hasil pengolahan biomassa dapat diolah menjadi bahan bakar sebagai salah satu cara dalam mengatasi limbah dan juga sebagai energi alternatif .

B. Potensi Energi Biomassa di Indonesia

Indonesia sebagai Negara agraris, memiliki sumber biomassa yang melimpah dari sektor pertanian, kehutanan dan perkebunan. Potensi biomassa sebagai bahan baku bioenergi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif selain dapat meningkatkan ketahanan energi nasional, juga sebagai penyedia energi bersih yang dapat meminimalisir emisi karbondioksida. Penggunaan energi biomassa di Indonesia mulai diupayakan untuk menekan penggunaan energi fosil dari batubara. Energi

biomassa diproyeksikan akan mencapai target bauran energi baru terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025. Penggunaan bioenergi merupakan salah satu bentuk transisi ke sistem energi rendah karbon yang berpotensi pada sektor energi terbarukan dan menjadi salah satu industri energi yang padat karya. (Sumber: Ditjen EBTKE, Kementerian ESDM 2020). Potensi energi biomassa di Indonesia dapat dilihat dari tabel 1 di bawah ini:

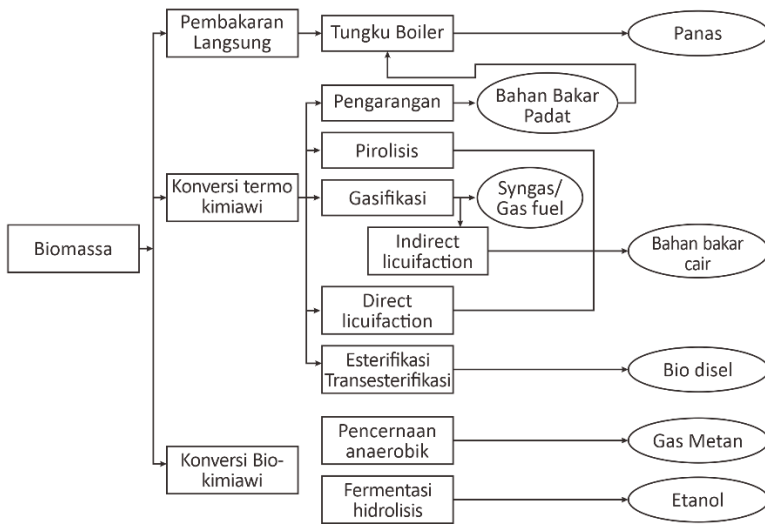
Tabel 1.1 Potensi Energi Biomassa di Indonesia

No	Potensi	Sumatera	Kalimantan	Jamali	Nusa Tenggara	Sulawesi	Maluku	Papua	Total (Mwe)
1	Kelapa Sawit	8.812	3.384	60	-	323	-	75	12.654
2	Tebu	399	-	854	-	42	-	-	1.295
3	Karet	1.918	862	-	-	-	-	-	2.781
4	Kelapa	53	10	37	7	38	19	14	177
5	Sekam Padi	2.255	642	5.353	405	1.111	22	20	9.808
6	Jagung	408	30	954	85	251	4	1	1.733
7	Singkong	110	7	120	18	12	2	1	271
8	Kayu	1.212	44	14	19	21	4	21	1.335
9	Limbah Ternak	96	16	296	53	65	5	4	535
10	Sampah Kota	326	66	1.527	48	74	11	14	2.066
Total (Mwe)		15.588	5.062	9.215	636	1.937	67	151	32.654

(Sumber : Ditjen EBTKE , Kementerian ESDM 2020)

Dari tabel dapat dilihat biomassa berbasis pertanian dan limbah mempunyai potensi yang menjanjikan untuk dikembangkan menjadi energi terbarukan. Dari tabel potensi ini dikonversi ke dalam energi listrik (Megawatt electricity). Material organik dari biomassa mengandung air dengan kadar kurang lebih 80 – 90% sehingga diperlukan proses pengeringan. Pengeringan dilakukan untuk meningkatkan kandungan senyawa hidrokarbon pada material organik karena hidrokarbon adalah senyawa penting dalam mengolah

biomassa menjadi energi alternatif. Di Indonesia limbah hasil pertanian tersedia melimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu cara memanfaatkan limbah pertanian ini dengan mengolahnya menjadi energi dengan mengkonversinya. Beberapa teknologi untuk mengkonversi biomassa, dapat dilihat dari **gambar 1.1** berikut :



Gambar 1.1 Teknologi konversi biomassa

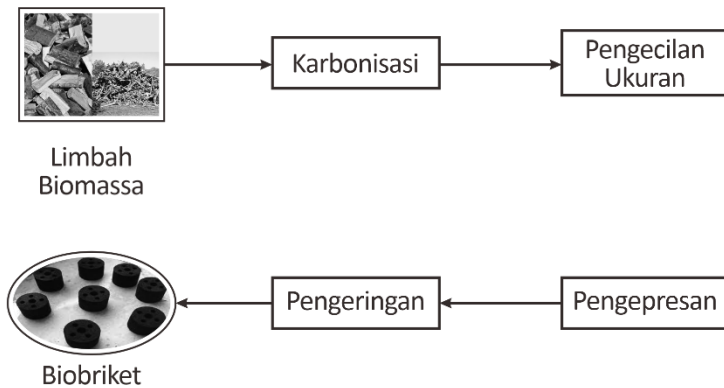
Perbedaan teknologi alat yang digunakan dalam mengkonversi biomassa akan menghasilkan perbedaan produk bahan bakar. Teknologi yang digunakan dalam konversi biomassa menjadi bahan bakar dibedakan menjadi 3 yaitu pembakaran secara langsung, konversi secara termokimiawi dan konversi secara biokimiawi. Pembakaran langsung dilakukan dengan memanfaatkan biomassa sebagai bahan bakar dengan langsung dibakar tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Biopellet merupakan salah satu pemanfaatan

limbah biomassa dengan cara mengeringkan limbah biomassa, melakukan pengecilan ukuran, pencampuran dengan perekat ataupun tanpa perekat untuk selanjutnya didensifikasi untuk mendapatkan ukuran yang merata agar lebih praktis dalam penggunaannya. Konversi termokimiawi merupakan teknologi memberikan perlakuan termal kepada biomassa sehingga terjadi reaksi kimia dalam menghasilkan bahan bakar. Konversi biokimiawi adalah teknologi konversi biomassa dengan menggunakan mikroba untuk menghasilkan bahan bakar.

Pengolahan biomassa menjadi energi akan dilepaskan gas karbon dioksida (CO_2) ke udara. Hal ini merupakan salah satu bagian dari siklus karbon yang lebih pendek dibandingkan dengan siklus CO_2 yang dilepaskan oleh bahan bakar minyak bumi atau gas alam. Prosentase karbon dalam biomassa dapat ditingkatkan dengan melakukan pengurangan terhadap kadar air yang dapat dilakukan melalui proses karbonisasi. Salah satu metode karbonisasi adalah dengan menggunakan reaktor pirolisis. Pirolisis bertujuan untuk mendapatkan arang yang nilai kalornya akan lebih tinggi dari biomassa sebelum dilakukan proses pirolisis. Hasil degradasi biomassa pada proses pirolisis akan dihasilkan senyawa organik berbentuk cair seperti tar, senyawa hidrokarbon berat dan asam-asam organik, serta dihasilkan gas seperti CO , CO_2 , H_2O , C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6 , dll. Fraksi masing-masing produk pada proses pirolisis dipengaruhi oleh temperatur akhir pirolisis, dan laju pemanasan. (Herri Susanto, 2018)

C. Briket dari Limbah Biomassa

Briket merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengkonversi sumber energi biomassa ke bentuk biomassa lain yang dibuat melalui proses karbonasi dan dicetak dengan tekanan tertentu sehingga bentuknya menjadi lebih teratur. Proses pembuatan briket dari limbah biomassa dapat dilihat pada **gambar 1.2**.



Gambar 1.2 Proses pembuatan briket dari limbah biomassa

Proses pembuatan bahan briket dari limbah biomassa dari gambar di atas dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Pemilihan Bahan

Limbah biomassa sebagai bahan baku pembuatan briket dibersihkan dari pengotor dan dikelompokkan berdasarkan jenisnya

2. Karbonisasi

Karbonisasi merupakan proses penguraian suatu bahan yang dilakukan pada suhu yang tinggi tanpa kontak langsung dengan udara

3. Pengecilan Ukuran

Ukuran serbuk arang dalam pembuatan briket harus diperhatikan agar dalam proses densifikasi bisa sempurna dan akan dihasilkan briket yang tidak mudah pecah

4. Penambahan perekat (*Binder*)

Penggunaan binder bertujuan agar menarik air dan membentuk tekstur yang padat. Dengan menggunakan perekat pada proses densifikasi besarnya tekanan akan lebih kecil dibandingkan jika briket tanpa menggunakan binder

5. Pengepresan (*Densifikasi*)

Pada proses densifikasi, bahan dikenai tekanan akan membentuk produk yang mempunyai *bulk density* yang lebih tinggi, dan kandungan air nya lebih sedikit, serta akan mendapatkan keseragaman bentuk dan ukuran.

6. Pengeringan

Pengeringan dilakukan agar biobriket yang dihasilkan memiliki kadar air sesuai dengan ketentuan kadar air briket yang berlaku. Pengeringan bisa dilakukan dengan penjemuran, menggunakan oven, kiln

Untuk mengukur kualitas briket yang dihasilkan maka dilakukan pengukuran dengan menggunakan parameter-parameter kualitas briket sebagai berikut.

Tabel 1.2 Parameter kualitas briket

No	Uji	Keterangan
1	Nilai kalor (<i>Heating value</i>)	Semakin tinggi nilai kalor briket maka semakin baik kualitas briketnya. Nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air, kadar abu dan kadar karbonnya.
2	Kadar air (<i>moisture content</i>)	Semakin rendah kadar air maka semakin baik mutu briket tersebut, karena kandungan air yang tinggi pada briket (diatas 15 %) akan menghasilkan briket yang mudah pecah jika dilakukan pemanasan.
3	Kadar abu (<i>ash content</i>)	Kandungan abu yang semakin kecil akan meningkatkan mutu briket, karena semakin kecil kadar abu maka briket tersebut dalam proses pembakaran akan lebih awet (tidak mudah terbakar menjadi abu).
4	<i>Volatile matter</i>	<i>Volatile matter</i> adalah senyawa-senyawa yang dilepaskan biomassa pada waktu proses pirolisis. Gas-gas yang dihasilkan pada proses pirolisis ini antara lain H ₂ , CO, CO ₂ , CH ₄ , hidrokarbon ringan, tar, ammonia, sulfur, dan oksigen . Kandungan volatile matters diatas 15 % akan menghasilkan briket yang cepat habis terbakar
5	<i>Fixed carbon</i>	Semakin tinggi kandungan <i>fixed carbon</i> maka nilai kalorinya akan semakin tinggi

Hasil pengukuran kualitas briket berdasarkan parameter di atas harus mengacu pada parameter SNI kualitas briket untuk briket bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

Referensi

- A.A.G.M. Pelayun, "Pembangkit Tenaga Biomassa", Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Universitas Udayana, 2017.
- A.I. Pratiwi, M. Asri, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa Berbasis Tongkol Jagung", Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo, Dielektrika, [P-ISSN 20886-9487] [E-ISSN 2579- 650x], vol. 5, no.2, pp. 108–115 Agustus 2018.
- Biomassa – Pengertian, Prinsip, Manfaat & Contoh Energi", Internet: <https://rimbakita.com/biomassa> (diakses: 2 November 2021)
- Biomass Energy Europe. 2010. Harmonization of biomass resource assessments, Volume I: Best Practices and Methods Handbook. BEE: Freiburg-Germany.
- Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi (EBTKE), Kementerian ESDM, 2020
- Herri Susanto, "Pengembangan Teknologi Gasifikasi untuk mendukung Kemandirian Energi dan Industri Kimia", Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung, 2018
- <http://web.ipb.ac.id/~tepfeta/elearning/media/Energi%20dan%20Listrik%20Pertanian/MATERI%20WEB%20ELP/Bab%20III%20BIOMASSA/indexBIOMASSA.htm> (diakses: 2 November 2021)



Bagian 2

Optimalisasi Potensi Kotoran Sapi sebagai Biogas

Ade Trisnawati

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik

Universitas PGRI Madiun

Abstrak

Usaha peternakan seperti ternak sapi umumnya menyisakan limbah pembuangan yang dapat menimbulkan permasalahan lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Limbah kotoran sapi yang berupa fekes, urin dan sisa pakan umumnya dibiarkan menumpuk, dibuang ke sungai atau langsung digunakan sebagai pupuk tanaman. Pemanfaatan kotoran sapi dapat dilakukan dengan mengolahnya menjadi sumber energi alternatif berupa biogas yang dapat dimanfaatkan oleh warga. Pemanfaatan limbah ternak sapi ini dapat diterapkan pada daerah padat penduduk yang banyak memelihara ternak seperti sapi yang mana pada daerah tersebut belum pernah dilaksanakan sosialisasi dan pelatihan pembuatan biogas. Tahap sosialisasi ini diharapkan mampu mewujudkan pengetahuan masyarakat tentang pentingnya ilmu pengetahuan dan teknologi. Tahapan selanjutnya pelatihan pembuatan biogas. Hasil yang diharapkan pada tahap ini adalah terwujudnya produk alat biogas sederhana yang aman, murah dan ramah lingkungan, meningkatnya pengetahuan masyarakat tentang prosedur pembuatan dan pengoperasian biogas serta cara perawatannya.

Kata Kunci: Kotoran Sapi, Biogas

Usaha peternakan saat ini semakin banyak diminati warga masyarakat karena lebih menjanjikan sebagai sumber tambahan pendapatan warga. Meskipun usaha peternakan sapi ini sudah dimulai sejak lama oleh masyarakat, tetapi sampai saat ini pemanfaatan limbah pembuangan ternak belum dilakukan secara maksimal oleh warga. Limbah pembuangan yang berupa feses, urin dan sisa pakan dibiarkan menumpuk, dibuang ke sungai atau langsung digunakan sebagai pupuk tanaman.

Limbah pembuangan ternak dapat memberikan pengaruh yang negatif terhadap tanah, tanaman bahkan manusia. Bahan organik seperti kotoran sapi perlu diproses menjadi produk yang bermanfaat sehingga mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan sekitar, baik itu berupa polusi udara yang menyebabkan gangguan kesehatan dan pencemaran pada sumber air terdekat (Indri dkk., 2015). Kotoran ternak juga mengandung bibit penyakit yang dapat menular ke hewan dan manusia (Fitriyanto dkk., 2015). Namun, jika limbah kotoran sapi bisa diolah dengan baik dapat menjadi sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan oleh warga berupa biogas.

Sebagaimana diketahui, teknologi inovasi pembuatan biogas telah lama diterapkan namun aplikasinya sebagai sumber energi alternatif masih kurang. Menurut Mulyatun (2016), kendala yang menghambat antara lain kurangnya SDM, seringnya terjadi kebocoran atau kesalahan konstruksi pada reaktor biogas, rancangan bentuk reaktor yang rumit, penanganan dengan cara manual, dan biaya pembuatan rangkaian alat produksi yang cukup mahal.

Pembuatan biogas dari kotoran sapi memerlukan tiga keahlian utama, yaitu merancang dan membuat reaktor, mengoperasikan kompor biogas, serta merawat dan

memelihara reaktor biogas. Reaktor biogas sederhana didesain dengan kapasitas 18 m³ untuk menampung kotoran dari 10-12 ekor sapi. Berdasarkan perhitungan desain yang dilakukan Mulyatun (2016), reaktor mampu menghasilkan biogas sebanyak 6m³/hari. Faktor yang mempengaruhi produksi gas metana (CH₄), yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar, adalah rasio C/N input (kotoran ternak), waktu, pH, suhu dan toksisitas. Ketika suhu digester berkisar 25-27oC dan pH 7-7,8 mampu menghasilkan biogas dengan kandungan metana mencapai 77%.

Biogas yang terbentuk kemudian dihubungkan dengan kompor biogas. Cara pengoperasian kompor biogas diantaranya adalah kran pada kompor biogas pada saat penggunaan harus sedikit dibuka, Pemantik api harus dinyalakan dan disulut tepat di atas tungku kompor. Jika menginginkan api yang lebih besar makan kran gas harus dibuka lebih besar, demikian pula sebaliknya. Pemeliharaan dan perawatan reaktor biogas dapat dilakukan dengan cara: (1) reaktor harus dihindarkan dari gangguan anak, tangan jahil ataupun dari ternak yang dapat merusak reaktor, yaitu dengan cara memagar dan memberi atap agar air tidak dapat masuk ke dalam galian reaktor; dan (2) pengaman gas harus selalu diisi dengan air sampai penuh (Mulyatun, 2016)

A. Aplikasi Optimalisasi Potensi Kotoran Sapi sebagai Biogas

Pemanfaatan limbah pembuangan ternak seperti kotoran sapi sebagai biogas dan pupuk organik telah banyak dilakukan di Indonesia sebagai contoh di Desa Babadan Kecamatan Ngajum Malang (Saputri *dkk.*, 2014) dan di Kabupaten Pulang Pisau Provinsi Kalimantan Tengah (Sulistiyanto *dkk.*, 2016). Namun, pengetahuan

tersebut belum sampai pada pelosok Kabupaten Ponorogo khususnya Desa Bareng Kecamatan Babadan.



Gambar 2.1 Limbah Kotoran Ternak Sapi Warga