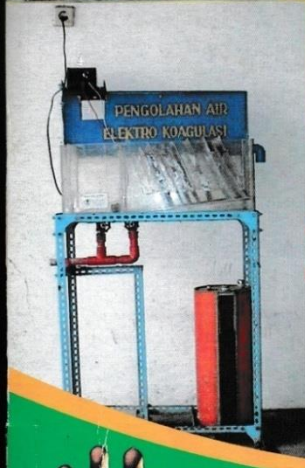


ISSN 1411 - 3244

Edisi Volume 13/ No. 2/ Oktober 2013

REKAYASA LINGKUNGAN

Jurnal STTL "YLH" Yogyakarta



diterbitkan oleh :

SEKOLAH TINGGI TEKNIK LINGKUNGAN

KAMPUS 1 Jl. Janti KM. 4 Gedongkuning Yogyakarta

Terbit dua kali setahun : April - Oktober

Jurnal Rekayasa Lingkungan

Vol. 13 No. 2 Oktober 2013

Penanggung Jawab :

Ketua STTL "YLH"

Pemimpin Umum :

Diananto Prihandoko, ST, M.Si.
Dra. Lily Handayani, M.Si.

Dewan Redaksi :

Ketua :
Prof. Dr. Ir. Supranto

Anggota :
Prof. Dr. Ir. H. Chafid Fandeli
Prof. Dr. Ir. Sudarmaji, M.Eng, Dpt. E.
Drs. H. Nasirudin, M.S.
Dr. Ir. Nugroho

Mitra Bestari :
Dr. Ir. Andi Sungkono, M.Si.

Redaksi Pelaksana :
Ir. Rita Dewi Triastianti, M.Si.
Iis Siti Munawaroh, SIP.

ISSN 1411 - 324

Jurnal Rekayasa Lingkungan diterbitkan sejak tahun 2000 dengan frekuensi dua kali setahun setiap bulan April dan Oktober. Jurnal ini memuat hasil-hasil penelitian, karya ilmiah maupun analisis kebijakan tentang lingkungan hidup dalam arti luas khususnya tentang rekayasa teknologi lingkungan.

Dewan redaksi menerima naskah baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris. Naskah yang dikirim adalah orisinal dan belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dipertimbangkan oleh publikasi lain. Setelah naskah selesai dikoreksi, penulis diminta untuk menyerahkan satu copy naskah yang telah diperbaiki dan sebuah CD berisi file naskah.

Naskah dikirim sebanyak 5 (lima) copy dikirim ke:

Redaksi Jurnal Rekayasa Lingkungan
Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan "YLH"
Kampus 1 Jl. Janti Km. 4 Gedongkuning
Yogyakarta

Telp: 0274 - 566863
Fax : 0274 - 566863

Harga Langganan (termasuk ongkos kirim)

Lembaga/Instansi :
P. Jawa : Rp. 12.000;/ eksemplar
Luar P. Jawa : Rp. 15.000;/ eksemplar

Pemerintah :
P. Jawa : Rp. 10.000;/ eksemplar
Luar P. Jawa : Rp. 12.500;/ eksemplar

ISSN 1411 - 3244

11 - 324

ingkungan

DO denga
tiap bula
ni memua
ya ilmiah
tentan
arti luas
teknolog

JURNAL REKAYASA LINGKUNGAN

diterbitkan oleh :

SEKOLAH TINGGI TEKNIK LINGKUNGAN

Terbit dua kali setahun : April - Oktober

Vol. 13 No. 2 Oktober 2013

DAFTAR ISI

Halaman

askah bai
pun bahas
am adala
diterbitka
ngkan ole
ah selesa
ta untu
askah yang
ID berisi fil

**Kearifan Masyarakat Terhadap Pemeliharaan Kawasan Hutan
Bunder Kabupaten Gunung Kidul Yogyakarta**
Oleh : Cuti Winarti, Aana Noor.....01 - 15

**Pola Tanam Masyarakat Di Sekitar Hutan Bunder
Gunung Kidul**
Oleh : Warsiyah, Basuki.....16 - 30

(lima) cop
**Pengembangan Ekoteknologi Dengan Proses Aerasi-filtrasi Untuk
Menurunkan Kadar H₂S Pada Limbah Cair Pasar Ikan**
Studi Kasus : Pasar Ikan Kawasan Pantai Depok, Bantul, Yogyakarta
Oleh : Triatmi Sri Widyaningsih.....31 - 41

ingkungan
ngan "YLH"
ongkuning

**Kandungan N,p,k Dalam Tanah
Di Hutan Bunder**
Oleh : Kris Setyanto, Nasirudin.....42 - 48

rik ongkos

**Kajian Abu Vulkanik Gunung Kelud Sebagai Media
Purifikasi Kesadahan Air Bersih / Air Minum Dengan
Metoda Hot Proses Dan Cold Process**
Oleh : R. Sadono Mulyo.....49 - 60

ksemplar
ksemplar

**Pengaruh Komposisi Sampah Organik
Terhadap Nilai Kalor Bioarang**
Oleh : Nasirudin.....61 - 75

ksemplar
ksemplar

Ketentuan Penulisan Naskah.....76 - 77



SEKOLAH TINGGI TEKNIK LINGKUNGAN (STTL)

TERAKREDITASI

SK. BAN Nomor : 047/BAN-PT/Ak-XIV/S1/XII/2011

ALAMAT : KAMPUS I : JALAN JANTI KM. 4, GEDONGKUNING, YOGYAKARTA, TELP. & FAX. : (0274) 566863

KAMPUS II : WINONG, TINALAN, KOTAGEDE, YOGYAKARTA, TELP. : (0274) 371270

Website : www.sttl-yih.ac.id Email : info@sttl-yih.ac.id

SURAT KETERANGAN

No : 1.241 /STTL/Ket/IV/2013

Yang bertanda tangan dibawah Ketua Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan Yogyakarta, dengan ini menerangkan bahwa nama-nama tersebut dibawah ini :

- | | |
|---|-----------------------|
| 1. Ketua STTL | : Penanggung Jawab |
| 2. Diananto Prihandoko, ST, MSi. (STTL Yogyakarta) | : Pemimpin Umum |
| 3. Dra. Lily Handayani, M.Si. (STTL Yogyakarta) | : Pemimpin Umum |
| 4. Prof.Dr.Ir. Supranto (UPN Veteran Yogyakarta) | : Ketua Dewan Redaksi |
| 5. Prof.Dr.Ir.H. Chafid Fandeli (STTL Yogyakarta) | : Anggota |
| 6. Prof.Dr.Ir. Sudarmadji, M.Eng,Dip.HE. (UGM) | : Anggota |
| 7. Drs. H. Nasirudin, MS. (STTL Yogyakarta) | : Anggota |
| 8. Dr.Ir. Nugroho (Universitas Lampung) | : Anggota |
| 9. Dr.Ir. Andi Sungkowo (UPN Veteran Yogyakarta) | : Mitra Bestari |
| 10. Ir. Rita Dewi Triastianti, MSi. (STTL Yogyakarta) | : Redaksi Pelaksana |
| 11. Iis Siti Munawaroh, SIP. (STTL Yogyakarta) | : Redaksi Pelaksana |

Adalah Tim Personalia Jurnal Rekayasa Lingkungan, ISSN 1411-3244 , yang diterbitkan oleh Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan Yogyakarta.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, April 2013

Ketua

Prof. Dr. Ir. H. Chafid Fandeli

PENGARUH KOMPOSISI SAMPAH ORGANIK TERHADAP NILAI KALOR BIOARANG

Nasirudin

Abstrak

Pembuatan biorang ini merupakan teknologi tepat guna dengan biaya yang rendah dan bahan-bahannya mudah didapatkan di sekitar lokasi, yaitu cukup dengan daun-daun kering yang sudah dipisahkan dari rantingnya, sedangkan proses pembuatannya juga sangat mudah, yaitu dengan daun-daun kering tersebut diiris-iris kemudian dibakar dan setelah menjadi arang dibuat briket arang dengan dibantu dengan bahan perekat (dapat dari tanah liat, kertas, daun kamboja atau daun waru). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas kandungan energy/kalori biorang berdasarkan uji banding terhadap 5(lima) perlakuan yang presentase pencampuran bahan-bahan biorang berbeda-beda.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ada 2 (dua) yaitu variabel bebas dan variabel tidak bebas. Variabel bebas yaitu penelitian briket biorang dalam variasi dari persentase pencampuran sampah daun jati dan jerami, dengan variasi persentase pencampuran daun jati-jerami 100% - 0%, daun jati-jerami 50% - 50%, daun jati-jerami 75% - 25%, daun jati-jerami 25% - 75%, daun jati-jerami 0% - 100%, sedangkan variabel tidak bebas yaitu kandungan energy biorang. Hasil penelitian ini diuji dengan memakai alat Bom Kalorimeter dan datanya diolah secara statistik memakai uji perbandingan Anova dengan taraf uji 5%.

Hasil uji kandungan nilai kalori biorang tersebut ternyata menunjukkan nilai kalori yang baik yaitu minimal 4.121,15 kal/gr pada percampuran sampel 75% daun jati – 25% jerami, sedangkan nilai kalori yang tertinggi yaitu 4.856,29 kal/gr pada sampel 100% daun jati – 0% yang tertinggi yaitu 4.856,29 kal/gr pada sampel 100% daun jati – 0% jerami. Dari hasil tersebut telah membuktikan bahwa sampah organik dari daun jati dan jerami mempunyai nilai kalori yang baik untuk dibuat biorang. Karena nilai kalori yang biasa dipakai berdasarkan data sekunder yaitu 2.500 kal/gr. Hasil uji kandungan kalori biorang diuji secara statistik yaitu memakai uji perbandingan Anova dengan taraf uji 5% = 0,025 (t tabel). Berdasarkan rekapitulasi hasil statistik Anova tersebut dapat disimpulkan bahwa kandungan kalori pada percampuran daun jati 75% - jerami 25% mempunyai kadar kalori tertinggi, karena setelah diuji ada beda nyata, artinya berpengaruh langsung terhadap kandungan kalorinya bila dibandingkan dengan kandungan kalori sampel lainnya.

Kata kunci: Komposisi sampah, Biorang

EFFECT OF ORGANIC WASTE COMPOSITION VALUE OF HEAT BIOARANG

Abstract

The production of biomass is a cheap and appropriate technology. Its raw material-dry leaves-can be found easily any where. To obtain biomass, dry leaves are burned. Biofuel can be produced by mixing these dry leaves, that have been burned, with clay, paper, Kamboja leaves or Waru leaves. The purpose of this research is to find out the effectivity of the energy content of biofuel based upon a comparative test of five treatments which consist of the above mentioned materials in different percentages of combination.

There are two variables in this research, namely independent variable and dependent variable. The independent variable is the research which produces biofuel obtained from the

¹ Tulisan ini sudah diseminarkan di Forum Bulanan STTL

² Abstrak telah diperiksa ICEE (International Center For English Excellence)

mixture of jati leaves and wheat whose percentages varies in combination: 100%-0%; 50%-50%; 25%-75%; 0%-100%. The dependent variable is the energy content of biofuel. The result of this research is tested by using bomb calorimeter and the data are analyzed statistically by using Anova at the level of 5%.

The result of test indicates a good amount of calory: Minimum of 4, 121, 15 cal/gr in the mixture of 75% of jati leaves and 25% of wheat and a maximum of 4,856.29 cal/gr in the mixture of 100% of jati leaves and 0% of wheat. This shows that jati leaves and wheat contain a good amount of calory because based upon secondary data, biofuel can be produced from the minimum of 2,500 cal/gr. The energy content of biofuel whose effectivity is known from the above mentioned is then tested by using Anova at the level 5%. The result of this test concludes that the largest amount of the energy content of biofuel can be obtained from the mixture of 75% of jati leaves and 25% of wheat.

Keyword: Waste composition, Biofuel

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah dapat didefinisikan sebagai suatu pengetahuan tentang pengendalian produksi, pengmpulan, penyimpanan, pengangkutan, pengolahan dan penggunaan dengan cara yang sesuai dengan prinsip-prinsip kesehatan masyarakat, ekonomis, teknik kelestarian lingkungan, keindahan dengan tanpa mengindahkan tanggung jawab dan sikap masyarakat (Anonim, 1985). Dalam melakukan pengolahan sampah seharusnya dilakukan dengan pendekatan teknologi bersih, yaitu teknologi pengolahan yang meminimalkan pencemaran, dan menghilangkan dampak negatif lingkungan (Tjokrokusumo, 1995). KTB menuntut persyaratan diantaranya: (a) Ditinjau dari rekayasa (b) Ditinjau dari segi ekonomi memberikan nilai tambahan pada produk yang tetap terjangkau bagi konsumen. (c) Ditinjau dari segi teknologi memberikan jaminan proses dan operasi bidang-bidang khusus dengan kemampuan menciptakan suatu kemudahan tanpa mengganggu kebersihan lingkungan (Tjokrokusumo, 1995). Apabila

sampah dibuang begitu saja tanpa pengawasan yang baik maka lalat-lalat, serangga dan binatang-binatang lainnya seperti anjing dan tikus akan tumbuh dan hidup subur, serta dapat menyebabkan berbagai penyakit dan hama berbahaya (Hadiwiyoto, 1983). Demikian pula sampah dapat mengakibatkan banjir yang disebabkan sampah menyumbat gorong-gorong, got, saluran dan parit oleh sampah tersebut.

Bioarang dapat didefinisikan suatu bahan bakar yang bahannya terbuat dari sampah organik (ranting, daun). Pembuatan bioarang ini sangat sederhana, ekonomis dan bahannya sudah tersedia di lingkungan sekitar serta salah satu pemnafaatan sampah-sampah yang dibuang begitu saja sehingga dapat mencemari lingkungan dan populasi udara apabila sampah dibakar begitu saja. Hal ini biasanya terjadi daerah pedesaan , daerah hutan dan TPA. Dilihat dari segi tersebut diatas, maka pembuatan bioarang sangat cocok diterapkan dilingkungan pertanian, kehutanan dan daerah TPA yang sesuai dengan lokasi penelitian ini yaitu di Desa Kepek Kecamatan Wonosari.

Lokasi penelitian ini merupakan daerah yang mempunyai topografi yang berbukit-bukit dan tandus jika tidak turun hujan daerah ini merupakan daerah lahan tidur, sehingga pendapatan ekonomi penduduk sangat rendah. Untuk memenuhi kebutuhan hidupnya banyak penduduk petani yang mencari kerja di kota dan penduduk lainnya menganggur di rumah karena tidak punya keahlian lain selama bertani. Sesungguhnya banyak yang dapat dikerjakan atau memanfaatkan alam yang dianugerahkan pada manusia, salah satunya memanfaatkan sampah kehutanan atau pertanian yang dibuang, dibakar begitu saja, untuk dijadikan bahan bakar/biorang. Sampah pertanian yang dihasilkan dari ladang (sekam padi kering) per 1 m² menghasilkan sekam padi 750 ons atau 0,75 kg, sedangkan sampah kehutanan (daun jati kering) per 1 m² menghasilkan 250 ons atau 0,25 kg.

Bahan baku biomassa dalam penelitian ini adalah sampah dedaunan reranting limbah pertanian dan kehutanan yang jika dibakar langsung akan mengeluarkan asap, tetapi jika dicampur dengan biorang akan tidak berasap karena akan berubah dengan udara panas dan bara dingin briket biorang silinder bagian dalam. Pengolahan sampah organik dilakukan dengan teknik biorang antara lain dapat memberikan keuntungan sebagai berikut (Johannes, 1988):

- a. Biorang merupakan energi alternatif biaya murah
- b. Bahan baku biorang mudah didapat
- c. Teknik operasional biorang mudah dilakukan

- d. Dilihat dari aspek lingkungan biorang tidak menimbulkan asap dan bau
- e. Dapat mengurangi volume sampah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Sampah

Pada dasarnya setiap kegiatan di dalam mencapai kesejahteraan, manusia berusaha memanfaatkan lingkungan di samping untuk mensejahterakan juga mempunyai pengaruh balik yaitu membebani lingkungan salah satu yang memberatkan lingkungan yaitu sampah yang selalu ada disetiap aktivitas manusia (Anonim, 1985). Sampah adalah barang buangan yang kotor atau barang sisa aktivitas manusia, sumber berbagai penyakit dan berbau busuk sehingga sering disebut sebagai unsure pengganggu keindahan kota dan kesehatan lingkungan, tetapi sampah juga bermanfaat. Hampir semua jenis sampah dapat didaur ulang menjadi barang yang bermanfaat (Anonim, 1988).

B. Komposisi Sampah

Sampah dapat dijumpai di segala tempat dan hamper di semua kegiatan. Pada suatu kegiatan mungkin akan menghasilkan sampah yang sama, sehingga komponen-komponen penyusunnya juga akan sama, misalnya sampah yang terdiri atas kertas, logam atau daun-daunan saja. Setidak-tidaknya apabila tercampur dengan bahan-bahan lain, maka sebagian besar komponennya adalah seragam. Berdasarkan komposisinya, sampah dibedakan menjadi dua macam (Hadiwiyoto, 1983):

1. Sampah yang seragam, sampah dari kegiatan pertanian yang terdiri dari satu macam sampah, contoh: sekam padi/jerami.
2. Sampah yang tidak seragam (campuran), misalnya sampah yang berasal dari pasar atau sampah dari tempat-tempat umum.

Tabel 1. Komposisi Umum Sampah Kota

Komposisi	Presentase
Serat kasar	41 - 61%
Lemak	3 - 9%
Abu (mineral)	4 - 20%
Air	30 - 60%
Ammonia	0,5 - 1,4 mg/g sampah
Senyawa nitrogen organik	4,8 - 14 mg/g sampah
Total nitrogen	7 - 17 mg/g sampah
Protein	3,1 - 9,3%
pH	5 - 8

Sumber: Jeris and Regan, 1975

Di samping itu, cairan yang berasal dari sampah yang disebabkan karena air hujan yang meresap ke dalam sela-sela antara komponen-komponen sampah, mempunyai komposisi seperti tampak pada Tabel 2.2. Perbedaan komposisi komponen-komponen penyusun ini memberikan karakteristik sampah disuatu daerah. Meskipun demikian yang paling mencolok secara umum adalah komponen yang paling banyak terdapat pada sampah adalah sisa-sisa tumbuh-tumbuhan.

C. Bioarang

Sampah biomassa sebagai salah satu pengganti energi telah dikenal sejak lama. Tetapi belum dikembangkan secara serius untuk dikembangkan menjadi aneka bentuk energi, telah diakui sendiri oleh Vimal O.P dan Tyagi sebagaimana diumumkan pada majalah Changing Villages volume 6 No. 5 1984 dari

New Delhi India sebagai dikutip dibawah ini:

“Biomass in the form of wood organic residues has been in use since times immemorial but no serious thought has been given to improve its production potential or covert it into a variety of energy form”

Artinya:

“Biomassa dalam bentuk kayu dan residu organik telah dipergunakan sejak dahulu kala tetapi tidak ada pemikiran untuk mengembangkan potensi produksinya atau mengubahnya menjadi berbagai jenis energi” (Tyagi, 1984).

Pemanfaatan biomassa cukup efektif karena energi ini merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui, energi yang tinggi dan biayanya yang murah seperti yang diakui sendiri oleh dua ahli dari India yaitu Siddartha Bhatt dari Central Power Research Institute, Bangalore dan S. Seshan dari India Institute of

Science, Bangalore seperti yang dikutip dari majalah Changing Villages mengemukakan:

“Among the renewable energy alternatives biomass is best suited for Indian conditions because of the low cost of conversion, high energy density and all round availability”.

Artinya:

“Di antara energi yang dapat diperbaharui, biomassa merupakan alternatif yang cocok untuk India karena biaya rendah dalam pengubahannya, kerapatan energi

yang tinggi dan tersedia dalam segala hal”.

Dalam *The World Book Encyclopedia* vol. B (1988) disebutkan bahwa:

“Biomass is any organic material that can be converted into energy or into a source of energy”.

Batasan dari Encyclopedia ini cocok untuk penelitian biomassa, karena biomassa itu sendiri dapat diubah menjadi energi dan dapat pula diubah menjadi bioarang. Kemudian bioarang itulah sumber energi untuk memasak.

Tabel 2. Jenis Kandungan Energi yang Biasa Dipergunakan untuk Memasak dari Beberapa Bahan Bakar

Bahan	Kandungan Energi (mj/kg)	Sumber
Kayu (udara kering)	15,5	Micuta, 1988
Kayu (tungku kering)	20,0 – 21,6	Kjeellstrom, 1980
Arang	31,0	Geller, 1981
Lempeng cirit (udara kering)	14,0	Geller, 1983
Batok kelapa (tungku kering)	20,1	Kjeellstrom, 1980
Sabut kelapa (tungku kering)	18,1	Kjeellstrom, 1980
Sekam padi	16,8	Kjeellstrom, 1980
Limbah perkebunan	14,6	Weatherly, 1980

Sumber: Faley, 1983

Johannes (1988) dalam Bioarang; Potensi dan teknologi, yang dipresentasikan dalam seminar “Pengembangan tungku hemat energi nasional” di Yogyakarta, mengemukakan “Membakar biomassa tanpa udara (pirolisa) dapat menghasilkan campuran dari bahan bakar padat, cair dan gas. Misalnya 1 ton jerami gandum yang dipanaskan sampai 500 - 600°C menghasilkan 300 kg bioarang, 38 lt cairan yang mengandung ter dan 280 m³ gas bernilai 15.000 kj/m³. Cairan dan gas

pirolisa itu hanya diperoleh bilamana asap pirolisa diimbunkan.

Pemnafaatan biomassa secara langsung seperti disinggung dimuka akan mengakibatkan asap sehingga tidak efektif, sehingga biomassa itu diolah lebih lanjut menjadi bioarang untuk dipakai untuk memasak sebagai bahan bakar. Keistimewaan bioarang ialah selain ketersediaan sumber bahan baku biomassa yang potensinya cukup banyak, nilai bakar yang tidak jauh dari arang kayu, maka bahan bakar bioarang ini relatif

tidak mengeluarkan asap yang mencemarkan udara. Asap yang terdiri dari 8 komponen yang berwujud bahan bakar yaitu: Ter C_xH_4O , Metanol CH_3OH , Aseton CH_3COCH_3 , Asam asetat CH_3COOH , Karbon monoxide CO , Gas hidrogen H_2 , Gas metan $C_{11}H_{24}$ dan butiran arang C . Kedelapan komponen ini bila menembus lapisan arang membara di dinding sumuran briket silinder bioarang atau berkontak dengan udara panas akan termalih menjadi gas peranti (produsen gas) dan terbakar menjadi $CO_2 + H_2O$. Asap juga mengandung 2 komponen yang bukan bahan bakar yaitu H_2O dan CO_2 yang dengan arang membara termalih menjadi gas piranti $CO + H_2$.

Rumus: $H_2O + C \rightarrow CO + H_2$

$CO_2 + C \rightarrow 2CO$

Dan mengandung 1 komponen yang bukan bahan bakar dan tidak dapat termalihkan menjadi bahan bakar yaitu gas N_2 .

Dengan asap yang mengandung 3 jenis komponen dimana 2 komponen dapat dibentuk bahan bakar dan hanya gas N_2 yang tidak bisa termalih menjadi bahan bakar sebab bahan bakar sebab bahan bakar seperti disinggung tadi, maka pemakaian bioarang dengan tungku yang dirancang khusus maka bahan bakar ini cukup efisien.

Berikut tabel dasar untuk perhitungan panas pembakaran sampah.

Tabel 3. Dasar untuk Perhitungan Panas Pembakaran Sampah

Komponen yang Terbakar	Berat Atom (berat molekul)	Reaksi	Hasil Pembakaran
1. Karbon	12	$C + O_2$	$\rightarrow CO_2$
2. Hidrogen	2	$H_2 + 0,5 O_2$	$\rightarrow H_2O$
3. Sulfur	32	$S + O_2$	$\rightarrow SO_2$
4. H_2S	34	$H_2S + 1,5 O_2$	$\rightarrow SO_2 + H_2O$
5. Metana	16	$CH_4 + 2 O_2$	$\rightarrow CO_2 + 2 H_2O$
6. Etana	30	$C_2H_6 + 3,5 O_2$	$\rightarrow 2 CO_2 + 3 H_2O$
7. Propana	44	$C_3H_8 + 5 O_2$	$\rightarrow 3 CO_2 + 4 H_2O$
8. Butana	58	$C_4H_{10} + 6,5 O_2$	$\rightarrow 4 CO_2 + 5 H_2O$
9. Pentana	72	$C_5H_{12} + 8 O_2$	$\rightarrow 5 CO_2 + 6 H_2O$

III. METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Alat Penelitian

1. Bahan Penelitian

- Biomassa kering
- Air
- Korek api
- Tanah liat (lempung)

2. Alat Penelitian

- Sebuah drum berkapasitas 200 lt dan tutupnya

- Sebuah lesung dan alu penumbuk biorang
- Sebuah wadah penampung biorang yang telah ditumbuk
- Sebuah mal cetakan yaitu sebuah pralon diameter 5 cm, panjang 10 cm
- Sebuah kayu pengaduk 1,5 m.

B. Cara Kerja Penelitian

1. Tahap Persiapan

- a) Persiapan pembuatan untuk percobaan di lokasi percobaan di Jeruk, Kepek, Wonosari.
- b) Menyiapkan drum dan melubangi tutupnya berdiameter ± 25 cm.
- c) Menyiapkan bahan baku biomassa atau sampah organik.

2. Tahap Percobaan

- a. Sampah yang digunakan yaitu, daun jati dan jerami dengan 5 (lima) perlakuan pembuatan:
 - 1) Mencampurkan sampah daun jati dan jerami dengan perbandingan 50% : 50%.
 - 2) Mencampurkan sampah, daun jati dan jerami dengan perbandingan 75% : 25%.
 - 3) Mencampurkan sampah daun jati dan jerami dengan perbandingan 25% : 75%.
 - 4) Sampah daun jati 100%.
 - 5) Sampah jerami 100%.
- b. Langkah Kerja
Perhatikan gambar 4.1 garis-garis dengan anak panah menunjukkan arah proses.
Langkah 1.
Biomassa dimasukkan kedalam drum gambar 4.1 setinggi $1/5$ tinggi drum.
Langkah 2.

Biomassa kering yang telah ada di dalam drum dibakar. Caranya membakar segenggam sampah atau kertas bekas di luar drum sampai menyala, lalu dimasukkan ke dalam drum yang telah berisi biomassa $1/5$ nya itu. Biomassa kering itu akan terbakar, menyala lalu disusul asap yang mengeluap keluar melalui mulut drum yang diperkecil garis tengah 25 cm. Asap akan keluar terus menerus, selama proses pembakaran tanpa udara di dalam drum tersebut. Setelah sekitar 20-25 menit asap akan menipis, pertanda biomassa tadi hampir terbakar habis. Biomassa kering dari luar dapat ditambahkan sedikit-demisedikit aduk seperlunya. Bila nyala sampai ke mulut drum maka tambahkan biomassa kering. Demikian seterusnya sampai sekitar 1 – 1,5 gram. Bioarang dalam drum tersebut terbentuk kira-kira $1/3$ isi drum. Bila asap telah menipis berarti biomassa telah habis terbakar, kini siap kelangkah berikutnya. Langkah 3.
Begitu asap telah menipis dan isi drum telah terisi $1/3$ nya dengan bioarangt, segera mulut drum ditutup dengan penutu

agar mencegah udara tersebut tidak boleh masuk. Siapkan air seember begitu mulut drum dibuka, segera disiram dengan air, agar biomassa yang masih membara segera mati menjadi arang. Apabila menyiramnya terlambat maka udara telah masuk, sehingga bagian atas menjadi abu, hal ini harus dihindarkan.

Langkah 4.

Keluarkan biorang dari dalam drum kemudian ditampung dalam sebuah bakul atau langsung dimasukkan ke dalam lesung (Gambar 4.1) dan ditumbuk sampai hancur dan sampai keluar air. Bioarang yang telah ditumbuk hancur itu ditampung dalam wadah (Gambar 4.1) dan siap untuk dicetak.

Langkah 5.

Biorang yang telah ditumbuk ini dibentuk menjadi 2 macam yaitu bentuk silinder dan bentuk bulat. Untuk membentuk bentuk silinder dengan menggunakan mal cat tembok sintex 5 kg dengan ini sebuah botol garis tengah 7-9 cm (Gambar 4.1). Briket silinder yang dihasilkan oleh mal tersebut mempunyai tinggi 18 cm dan garis tengah 18 cm, garis tengah lubang 7-9

cm tergantung dari inti. Hasil cetak seperti Gambar 4.1. Briket bulat dengan ukuran sedemikian hingga bioarang bulat dapat masuk ke dalam lubang briket silinder $\pm$ 5-7 cm.

Langkah 6.

Setelah dibentuk bulat maka briket tersebut dikeringkan atau dijemur dibawah matahari.

Langkah 7.

Pekerjaan pembuatan bioarang telah selesai, kini tinggal menanti kering sekitar 4-7 hari, tergantung dari cuaca untuk siap dipakai sebagai pengganti kayu bakar dan kompor minyak tanah/gas.

Biorang sebagai bahan bakar telah ditemukan. Inu merupakan suatu penemuan yang penting, tetapi yang terpenting adalah bagaimana memanfaatkan bahan bakar ini secara efisien.

C. Cara Pengambilan Sampel Bioarang Aktif

Cara pengambilan sampel dengan mengambil salah satu biorang yang sudah jadi berbentuk bulat dengan garis tengah $\pm$ 5-7 cm kemudian diukur dengan alat Multimeter.

D. Cara Pengujian Bioarang

Sebelumnya kita siapkan biorang yang sudah jadi/sudah bentuk bulat-bulat dan siap dipakai, kemudian biorang tersebut kita ukur dengan alat yang disebut Multimeter (Ohm meter). Apabila multimeter tersebut jack positif dan negatifnya yang

dihubungkan dengan alat multimeter disentuhkan pada bioarang tersebut bisa dikatakan biorang aktif atau dengan kata lain bahwa bioarang tersebut bisa dipakai untuk menjadi bahan bakar/energi alternative untuk energy lainnya.

E. Cara Pengujian Energi Panas Bioarang

Alat yang digunakan untuk pengujian panas biorang ini disebut dengan Bom Kalorimeter. Pengujian ini oleh peneliti dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika Fakultas MIPA, UGM Yogyakarta.

IV. HASIL PENELITIAN

A. Area Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Wilayah Kabupaten Dati II Gunungkidul dimana luasnya 148,536 ha (1.485,36 km²) dengan jumlah kecamatan 15 (lima belas) kecamatan. Kabupaten ini mempunyai topografi yang berbukit-bukit, tandus dan kurang produktif, tetapi area kehutanannya lebih luas apabila dibandingkan pemukiman penduduk. Profesi penduduk

sebagian besar petani sehingga apabila tidak turun hujan sebagian besar penduduk beralih profesi menjadi buruh di kota. Karena kurangnya pembinaan dari pemerintah tentang pemanfaatan sumber daya alam, maka penduduk belum bisa memanfaatkannya semaksimal mungkin. Walaupun sebagian penduduk ada yang bisa membuat arang dan mengkonsumsi ke kota tetapi arang tersebut terbuat dari kayu dan harus menebang pohon-pohon sekitarnya. Hal ini apabila dilakukan terus menerus dan tanpa diimbangi dengan penghijauan kembali maka tanah akan semakin tandus.

B. Presentase Pencampuran Biomassa

Perbedaan dalam persentase pencampuran biomassa bertujuan untuk menguji perbandingan terhadap kadar energi yang terbaik. Dalam persentase ini dilakukan 5 (lima) kali perlakuan, dan setiap perlakuan sebelum dibakar mempunyai berat 8 kg.

Tabel 4. Data Berat Biomassa Kering Sebelum dibakar untuk Bioaraang

No.	Persentase		Berat Biomassa Kering		Berat Keseluruhan Setiap Perlakuan
	Daun Jati	Jerami	Daaun Jaati	Jerami	
1.	0%	100%	0 kg	8 kg	8 kg
2.	25%	75%	2 kg	6 kg	8 kg
3.	50%	50%	4 kg	4 kg	8 kg
4.	75%	25%	6 kg	2 kg	8 kg
5.	100%	0%	8 kg	0 kg	8 kg

Sumber: Data Primer Diolah, Tahun 2003

Setiap Perlakuan setelah dibakar menghasilkan berat yang sedikit berbeda-beda karena

disebabkan konsumsi air yang dibutuhkan untuk memadamkan api tidak diketahui jumlahnya,

tergantung api sudah mati apa belum. Setelah api mati dan bioarang yang tercampur dengan air yang tidak diketahui konsumsinya maka setiap

bioarang basah tersebut mempunyai berat yang berbeda-beda (lihat Tabel 4.2)

Tabel 5. Data Berat Bioarang Basah (kg)

No.	Persentase		Berat Bioarang Basah
	Daun Jati	Jerami	
1.	0%	100%	3,80 kg
2.	25%	75%	4,25 kg
3.	50%	50%	4,10 kg
4.	75%	25%	4,20 kg
5.	100%	0%	4,50 kg
Rerata			4,17 kg

Untuk proses pencampuran selanjutnya yaitu pencampuran dengan tanah liat (lempung) sebagai bahan perekat. Bahan yang digunakan peneliti adalah tanah liat yang mempunyai berat untuk masing-masing perlakuan $\pm 0,5$ kg.

C. Pengolahan Bioarang

Pengolahan bioarang diawali dengan pemilihan daun jati dan daun jerami yang sudah benar-benar kering kemudian diiris kecil-kecil tujuannya agar pembakaran bioarang tersebut bisa merata.

Karena serat daun jati lebih mudah terbakar maka pada perbedaan waktu dengan pembakaran dan jerami, seperti terlihat pada Tabel 4.3.

Tabel 6. Data Waktu Pembakaran Biomassa dalam Proses Pengolahan Bioarang

No.	Persentase		Waktu Pembakaran Biomassa (T)
	Daun Jati	Jerami	
1.	0%	100%	3,30 jam
2.	25%	75%	3,20 jam
3.	50%	50%	3,20 jam
4.	75%	25%	3,15 jam
5.	100%	0%	3,00 jam

Sumber: Data Primer Diolah, Tahun 2003

Setelah pembakaran selesai, bioarang yang masih membara dimatikan dengan air secukupnya kemudian diaduk-aduk agar merata. Setelah itu dicampur dengan perekat tanah liat ditumbuk, lalu dicetak

memakai bambu yang berdiameter ± 5 cm dan tinggi ± 7 cm dengan cara dicetak pakai kayu sampai keluar airnya hingga menjadi padat, Berat yang dihasilkan dari setiap perlakuan tersebut rata-rata $\pm 4,25$ kg.

Tabel 7. Hasil Analisis Kalor Pembakaran Sampel Jati dan Jerami

1. Jati 75%, Jerami 25%		
Pengamatan I II III	4.462,48 kalori/gram 4.275,39 kaloi/gram 4.121,15 kalori/gram	Rata-rata: 4.286,34 kalori/gram
2. Jati 25%, Jerami 75%		
Pengamatan I II III	4.703,12 kalori/gram 4.780,19 kalori/gram 4.306,01 kalori/gram	Rata-rata: 4.596,44 kalori/gram
3. Jerami 100%		
Pengamatan I II III	4.862,36 kalori/gram 4.856,29 kalori/gram 4.786,24 kaori/gram	Rata-rata: 4.834,96 kalori/gram
4. Jati 50%, Jerami 50%		
Pengamatan I II III	4.458,38 kalori/gram 4.732,32 kalori/gram 4.659,68 kalori/gram	Rata-rata: 4.615,46 kalori/gram
5. Jati 100%		
Pengamatan I II III	4.462,36 kalori/gram 4.291,89 kalori/gram 4.786,24 kalori/gram	Rata-rata: 4.513,50 kalori/gram

V. PEMBAHASAN

Proses pengolahan sampah pertanian dan sampah kehutanan yang dimanfaatkan sebagai bahan bioarang, kandungan energinya sangat baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian kandungan energi bioarang tersebut.

Berdasarkan hasil analisis nilai kalori yang terdiri dari 5 perlakuan dengan 3 pengulangan, nilai kalori tertinggi yaitu pada perlakuan jerami 100% dengan nilai rerata 4.839,96 kalori/gram. Hal ini disebabkan oleh:

1. Solulose/serat kayu pada jerami lebih rapat bila dibandingkan dengan daun jati.
2. Pada proses pembakaran, mungkin jerami 100% lebih sempurna dibanding dengan proses pembakarannya dalam persentase pencampuran bahan bioarang lainnya.
3. Bahan bioarang jerami 100% mempunyai persentase sumbangan kandungan energi/kalori lebih tinggi bila dibandingkan dengan persentase bahan bioarang keempat perlakuan lainnya dalam penelitian ini.

Telah dikemukakan diatas, dalam penelitian ini peneliti melakukan 5 perlakuan dengan 3 pengulangan dan untuk meneliti kandungan kalorinya memakai alat Bom Kalorimeter di Laboratorium Fisika Kimia Fakultas MIPA UGM Yogyakarta.

Agar bioarang dapat menghasilkan energi yang baik pada proses pembuatannya harus diperhatikan beberapa hal, yaitu:

1. Sampah yang akan dibuat bioarang harus sudah kering dan dibuang ranting-ranting yang besar kemudian sampah tersebut diiris kecil-kecil tujuannya agar dalam proses pembakaran biomassa bisa terbakar secara merata.
2. Sampah yang terbakar tersebut tidak boleh terbakar secara sempurna (terbakar hingga menjadi abu), untuk mencegah hal ini maka perlu diperhatikan suplai oksigen hanya dibutuhkan sedikit, tujuannya hanya untuk menjaga agar api bara tidak mati. Cara menjaga suplai oksigen dengan memberi lubang udara sedikit pada penutup alat pembakaran.
3. Proses pemadaman api bara bioarang, dengan cara disiram air secukupnya.
4. Bahan pereka ada beberapa macam antara lain tanah liat, daun kamboja dan kertas, sedangkan peneliti menggunakan perekat tanah liat, dalam proses pencampurannya digunakan perbandingan 1:7.
5. Proses Pencetakan dan tekanan juga mempengaruhi hasil kandungan energi dari bioarang. Dalam proses pencetakannya bioarang memerlukan tekanan minimal 25 kg/cm² dan maksimal 200 kg/cm². Tekanan alat dalam proses pencetakan ini bisa diukur dengan alat yang disebut Kempa Hidrolik/Hidrolik Pres (Sumber: Lab. Fisika Kimia Fakultas MIPA UGM, 1997). Karena peneliti mencetak menggunakan tekanan pukulan tangan maka dalam penelitian ini

hasil biorang tidak diketahui tekanannya.

Setelah biorang sudah jadi briket dan kering, lalu diukur kandungan kalorinya memakai alat Bom Kalorimeter, adapaun cara kerja alat tersebut dapat dilihat pada bab terdahulu, sedangkan hasilnya dapat dilihat pada lampiran.

Dari hasil tersebut rata-rata menghasilkan kandungan energi diatas 4.000 kal/gr, hal ini telah membuktikan bahwa biorang dari sampah kehutanan (daun jati) dan sampah pertanian (jerami) telah menghasilkan kandungan energi yang baik dan layak untuk menggantikan bahan bakar lainnya.

Hasil dari penelitian kandungan kalori ini kemudian diuji secara statistik menggunakan Anova dengan nilai kritik pada level of signifikan 95% ($\alpha=0,05$). Dari hasil analisis statistik tersebut, maka hasil yang terbaik mulai perlakuan 1 sampai 5 yaitu pada bioarang yang pecampuran bahannya antara daun jati 75% dan jerami 25%. Hasil ini diketahui dari hasil perbandingan t test antara perlakuan, yaitu:

- Perlakuan 1 dan 2 = 1,6016
(tidak ada beda nyata)
- Perlakuan 1 dan 3 = 2,5307
(tidak ada beda nyata)
- Perlakuan 1 dan 4 = 12,4336 (tidak ada beda nyata)
- Perlakuan 1 dan 5 = 4,1405
(tidak ada beda nyata)
- Perlakuan 2 dan 3 = 0,1126 (tidak ada beda nyata)
- Perlakuan 2 dan 3 = 2,6635
(tidak ada beda nyata)

- Perlakuan 2 dan 5 = 1,1209
(tidak ada beda nyata)
- Perlakuan 3 dan 4 = 4,5105
(tidak ada beda nyata)
- Perlakuan 3 dan 5 = 1,6604
(tidak ada beda nyata)
- Perlakuan 4 dan 5 = 1,8440 (tidak ada beda nyata)

Kesimpulan analisis:

Dilihat dari sisi perlakuan 1.

Dilihat dari hasil diatas , setelah dilakukan pengujian beda rerata, ternyata perlakuan 1 tidak ada beda nyata dengan perlakuan 2 dan 3. Baru kemudian ada ada beda nyata pada perlakuan 4 dan selanjutnya pada perlakuan 5 terjadi penurunan hasil pengujian. Dari data tersebut disimpulkan bahwa perolehan kadar kalori tertinggi pada perlakuan 4 yaitu pada pecampuran daun jati 75% dan jerami 25%.

Dilihat dari sisi perlakuan 2.

Tidak ada beda nyata antara perlakuan 2 dengan 1, 3, 4 dan 5. Artinya hingga pada perlakuan 2 belum diperoleh kadar kalori biorang yang baik.

Dilihat dari sisi perlakuan 3.

Tidak ada beda nyata antara perlakuan 3 dengan 1, 2 dan 5, tetapi dibandingkan dengan perlakuan 4 ternyata ada beda nyata. Artinya pada perlakuan 4 inilah baru dapat dihasilkan kadar kalori biorang yang terbaik.

Dilihat dari sisi perlakuan 4.

Tidak ada beda nyata antara perlakuan 4 dengan 1, 2 dan 5 dan ada beda nyata antara perlakuan 4 dan 3. Artinya pada perlakuan baru diperoleh kadar kalori bioarang yang terbaik.

Dilihat dari sisi perlakuan 5.

Tidak ada beda nyata antara perlakuan 5 dengan 2, 3 dan 4. Baru terdapat beda nyata antara perlakuan 5 dan perlakuan 1. Karena perlakuan 3 dan 4 terletak antara perlakuan 1 dan 5 dan dari pengujian-pengujian sebelumnya diketahui akan diperoleh kadar kalori bioarang yang efektif antara perlakuan 3 dan perlakuan 4, dan terbaik pada perlakuan 4.

Ada beda nyata tersebut terlihat setelah diuji dengan t test dengan t table $\alpha = 0,05$ yaitu 2,776. Jika hasil t test terlebih tinggi dari t tabel maka hasilnya ada beda nyata sedangkan apabila lebih rendah dari t tabel maka tidak ada beda nyata.

Ada beda nyata artinya pengaruh terhadap kandungan kalori karena setelah diuji t test uji beda dua rerata pada sampel daun jati 75% - jerami 25% dengan 4 sampel lainnya yang mempunyai persentase beda-beda, ternyata berpengaruh terhadap kandungan kalornya dan ada beda nyata, tetapi ketika diuji t test beda dua rerata antara dua sampel daun jati 75% - jerami 25% dengan sampel daun jati 25% - jerami 75% hasilnya tidak akan beda nyata artinya pada perlakuan ini terjadi penurunan kandungan kalori.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada pengolahan sampah organik/biomassa sebagai bahan media biorang, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengolahan biomassa khususnya sampah kehutanan (daun jati) dan sampah

pertanian (jerami) dapat dibuat menjadi biorang. Berdasarkan hasil penelitian pembuatan bioarang persentase percampuran bahan biomassa yang berbeda-beda ternyata mempunyai kandungan kalori yang cukup baik dibandingkan bensoat (2.500 kal/gr), sedangkan hasil penelitian yaitu minimal 4.121,15 kal/gr pada percampuran 75% daun jati – 25% jerami dan maksimal 4.862,36 kal.gr pada percampuran 100% daun jati – 0% jerami.

2. Hasil penelitian nilai kalori kemudian diolah data secara statistic memakai uji Anova dengan taraf uji 5%, ternyata pada persentase percampuran 75% daun jati – 25% jerami ada beda nyata, artinya berpengaruh terhadap nilai kalornya dan terjadi juga pada perbandingan dengan perlakuan 0% daun jati – 100% jerami, perlakuan 25% daun jati – 75% jerami dan perlakuan 50% jerami.

B. Saran

Agar pembuatan biorang dari bahan sampah kehutanan dan sampah pertanian dapat menghasilkan hasil yang maksimal, maka perlu diperhatikan:

1. Proses pembakaran secara pirolisa, perbandingan biorang dengan perekatnya dan kuat tekanan tumbukannya sehingga biorang tidak mudah pecah.

2. Bahan biomassa harus benar-benar kering agar mudah terbakar secara merata dalam waktu yang bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1985, *Pembuangan Sampah*, Depkes. Jakarta
- Anonim, 1989, *Pembebasan Sampah*, Lokakarya Pengelolaan Sampah DIY, Fakultas Kedokteran UGM, Yogyakarta.
- Hadiwiyoto, 1983, *Penanganan dan Pemanfaatan Sampah*, Yayasan Indayu, Jakarta.
- Herman Johannes, 1988, "*Bioarang Potensi dan Energinya*", Kertas Kerja dalam Seminar Pengembangan Tungku Hemat Energi Nasional, Yogyakarta.
- Tjokrokusumo, 1995, *Konsep Teknologi Bersih*, Buku Pengantar, STTL, Yogyakarta.
- Tjokrokusumo, 1996, *Konsep Teknologi Bersih*, Buku Pengantar, STTL, Yogyakarta.

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH

Judul : Pengaruh Komposisi Sampah Organik Terhadap Nilai Kalor Bioarang

Penulis Jurnal Ilmiah : Nasirudin

Identitas Jurnal Ilmiah : a. Nama Jurnal : Jurnal Rekayasa Lingkungan Volume 13/ No.2/2013
 (ISSN :1411-3244)

b. Nomor/Volume : No.2/13

c. Edisi (bulan/tahun) : Oktober 2013

d. Penerbit : Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan

e. url dokumen :

Penilaian *peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah					Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional Bereputasi	Internasional	Nasional Terakreditasi	Nasional Tidak Terakreditasi	Nasional Terindeks DOAJ	
a.Kelengkapan unsur isi buku (10%)	☐	☐	☐	☒	☐	1
b.Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)				3		3
c.Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)				3		3
d.Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit (30%)				3		3
Total = (100%)						
Kontribusi Pengusul (Penulis						10
Komentar Peer Review	1.Tentang kelengkapan unsur isi buku <i>Memadahi dan sesuai</i> 2.Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan <i>baik dan jelas</i> 3.Tentang kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi..... <i>aplikatif dan mutakhir</i> 4.Tentang Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit..... <i>jurnal sesuai</i>					

Yogyakarta, Desember 2020

Reviewer 2

SDH
 (Ir. Rita Dewi T, M.Si)

NIK/NIDN : 90046/ 052056302

Jabatan : Lektor 300 AK

Unit kerja : Institut Teknologi Yogyakarta

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH

Judul : Pengaruh Komposisi Sampah Organik Terhadap Nilai Kalor Bioarang

Penulis Jurnal Ilmiah : Nasirudin

Identitas Jurnal Ilmiah : a. Nama Jurnal : Jurnal Rekayasa Lingkungan Volume 13/ No.2/2013
 (ISSN :1411-3244)

b. Nomor/Volume : No.2/13

c. Edisi (bulan/tahun) : Oktober 2013

d. Penerbit : Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan

e. url dokumen :

Penilaian *peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah					Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional Bereputasi	Internasional	Nasional Terakreditasi	Nasional Tidak Terakreditasi	Nasional Terindeks DOAJ	
	☐	☐	☐	☒	☐	
a.Kelengkapan unsur isi buku (10%)				1		1
b.Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)				3		3
c.Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)				3		3
d.Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit (30%)				3		3
Total = (100%)						10
Kontribusi Pengusul (Penulis						
Komentar Peer Review	1.Tentang kelengkapan unsur isi buku <i>Memenuhi</i> 2.Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan <i>Jelas dan mudah dipahami</i> 3.Tentang kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi..... <i>baiknya baik dan valid</i> 4.Tentang Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit..... <i>baik dan sesuai</i>					

Yogyakarta, Desember 2020

Reviewer 1

(Signature)

(Ir. Radjali Amin, M. App. Sc. Ph.D)

NIK/NIDN : 18184/0530126402

Jabatan : Lektor

Unit kerja : Pasca Sarjana Institut Teknologi
 Yogyakarta