

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Biomassa.....	4
2.1.1 Pelet Kayu.....	4
2.1.2 Produk Hasil Gasifikasi Biomassa.....	5
2.1.3 Kandungan Energi Dalam Biomassa.....	6
2.2 Gasifikasi.....	6
2.3 Tahapan Pada Proses Gasifikasi.....	8
2.3.1 Tahap Pengeringan.....	8
2.3.2 Tahap Pirolisis.....	9
2.3.3 Tahap Gasifikasi (Reduksi).....	9
2.3.4 Tahap Pembakaran.....	10
2.4 Hasil Gasifikasi.....	11

2.4.1	<i>Producer Gas</i>	12
2.4.2	<i>Syngas</i>	12
2.4.3	Tar	13
2.5	Faktor Yang Mempengaruhi Proses Gasifikasi	13
2.5.1	<i>Gasifying Agent</i>	15
2.5.2	<i>Air to Fuel Ratio</i>	15
2.5.3	<i>Equivalence Ratio</i>	16
2.6	Reaktor Gasifikasi.....	16
2.6.1	Reaktor Gasifikasi Berdasarkan Mode Fluidisasi	16
2.6.2	Reaktor Gasifikasi Berdasarkan Arah Aliran	19
2.6.3	Reaktor Gasifikasi Berdasarkan <i>Gasifying Agent</i>	19
2.7	<i>Downdraft Gasifier</i>	20
2.8	Penelitian Yang Telah Dilakukan Terkait Gasifikasi Kayu Sengon.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		22
3.1	Tahapan Penelitian.....	22
3.1.1	Persiapan <i>Gasifier</i>	23
3.1.2	Persiapan Pelet Kayu	23
3.1.3	Analisis Ultimat dan Proksimat.....	23
3.1.4	Proses Gasifikasi	23
3.1.5	Analisis <i>Chromatography Gas</i>	23
3.1.6	Kesimpulan.....	23
3.2	Skema Alat.....	24
3.3	Alat dan Bahan.....	26
3.4	Prosedur Penelitian	27
3.4.1	Tahap Persiapan	27
3.4.2	Tahap Penelitian	27
3.4.3	Tahap Pengambilan Data.....	28
3.4.4	Tahap Akhir Penelitian.....	28
3.5	Variasi Percobaan	28
3.6	Jadwal Kegiatan.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Karakteristik Pelet Kayu Sengon	31
4.2	Distribusi Temperatur Pada <i>Gasifier</i>	32
4.3	Pengaruh <i>Equivalence Ratio</i> dan Ukuran Pelet Kayu Sengon Terhadap Komposisi <i>Producer Gas</i>	37

4.3.1 Pengaruh <i>Equivalence Ratio</i> Terhadap Komposisi <i>Producer Gas</i>	37
4.3.2 Pengaruh Ukuran Pelet Kayu Sengon Terhadap Komposisi <i>Producer Gas</i>	40
4.3.3 LHV <i>Producer Gas</i>	43
4.3.4 Rasio H ₂ /CO	45
4.4 Pengaruh <i>Equivalence Ratio</i> dan Ukuran Pelet Kayu Sengon Terhadap Neraca Massa Percobaan	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR REFERENSI	54
LAMPIRAN A	56
LAMPIRAN B	58
LAMPIRAN C	65
LAMPIRAN D	88
LAMPIRAN E	94
LAMPIRAN F	96



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Gas Hasil Pada Berbagai Gasifikasi Biomassa (Sumber: Wahyudin, 2012).....	12
Tabel 2.2 Data Hasil Penelitian Gasifikasi Updraft Serut Kayu Sengon (Cahyaningsih dan Nugroho, 2018)	21
Tabel 3.1 Alat-alat yang Digunakan Pada Penelitian.....	26
Tabel 3.2 Data Bahan yang Digunakan Pada Penelitian	26
Tabel 3.3 Variasi Percobaan dan Pengumpulan Biomassa	29
Tabel 3.4 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	29
Tabel 4.1 Variasi Percobaan	30
Tabel 4.2 Hasil Analisis Uji Proksimat dan Ultimat Pelet Kayu Sengon.....	32
Tabel 4.3 Komposisi producer gas pelet kayu sengon ukuran 1,5 cm pada beberapa ER	38
Tabel 4.4 Komposisi producer gas pelet kayu sengon ukuran 3 cm pada beberapa ER...38	38
Tabel 4.5 LHV Umpan Pelet Kayu Sengon Producer Gas Pada Variasi ER dan Ukuran Pelet Kayu Sengon	43
Tabel 4.6 Rasio Perbandingan H ₂ /CO Hasil Percobaan	45
Tabel 4.7 Neraca Massa ER 0,10 Ukuran 1,5 cm	47
Tabel 4.8 Neraca Massa ER 0,15 Ukuran 1,5 cm	47
Tabel 4.9 Neraca Massa ER 0,2 Ukuran 1,5 cm	47
Tabel 4.10 Neraca Massa ER 0,25 Ukuran 1,5 cm	48
Tabel 4.11 Neraca ER 0,3 Ukuran 1,5 cm	48
Tabel 4.12 Neraca Massa ER 0,1 Ukuran 3 cm	48
Tabel 4.13 Neraca Massa ER 0,15 Ukuran 3 cm	49
Tabel 4.14 Neraca Massa ER 0,2 Ukuran 3 cm	49
Tabel 4.15 Neraca Massa ER 0,25 Ukuran 3 cm	49
Tabel 4.16 Neraca Massa ER 0,3 Ukuran 3 cm	50
Tabel 4.17 Distribusi Biomassa	51
Tabel A.1 Densitas Udara pada Berbagai Temperatur.....	57
Tabel A.2 Nilai LHV dari Gas Mampu Bakar	57
Tabel B.1 Temperatur Gasifikasi pada ER 0,1 dan Ukuran 1,5 cm	58
Tabel B.2 Temperatur Gasifikasi pada ER 0,15 dan Ukuran 1,5 cm	58
Tabel B.3 Temperatur Gasifikasi pada ER 0,2 dan Ukuran 1,5 cm	58
Tabel B.4 Temperatur Gasifikasi pada ER 0,3 dan Ukuran 1,5 cm	59
Tabel B.5 Temperatur Gasifikasi pada ER 0,1 dan Ukuran 3 cm	59
Tabel B.6 Temperatur Gasifikasi pada ER 0,15 dan Ukuran 3 cm	60
Tabel B.7 Temperatur Gasifikasi pada ER 0,25 dan Ukuran 3 cm	60
Tabel B.8 Massa Gasifikasi Pada ER 0,1 dan Ukuran 1,5 cm	61
Tabel B.9 Massa Gasifikasi Pada ER 0,15 dan Ukuran 1,5 cm	61
Tabel B.10 Massa Gasifikasi Pada ER 0,2 dan Ukuran 1,5 cm	62
Tabel B.11 Massa Gasifikasi Pada ER 0,3 dan Ukuran 1,5 cm	62
Tabel B.12 Massa Gasifikasi Pada ER 0,1 dan Ukuran 3 cm	63
Tabel B.13 Massa Gasifikasi Pada ER 0,15 dan Ukuran 3 cm	63
Tabel B.14 Massa Gasifikasi Pada ER 0,25 dan Ukuran 3 cm	64
Tabel C.1 Hasil Analisis Ultimat Pelet Kayu Sengon	65
Tabel C.2 Hasil Analisis Proksimat Pelet Kayu Sengon.....	65

Tabel C.3 Sifat Termodinamika Udara.....	67
Tabel C.4 Data Hasil Perhitungan AFR Aktual.....	68
Tabel C.5 Data Hasil Perhitungan Laju Biomassa.....	69
Tabel C.6 Komposisi Pelet Kayu Sengon Hasil Analisa Ultimat	70
Tabel C.7 Massa Unsur Pada Biomassa	70
Tabel C.8 Massa Unsur Pada Udara.....	71
Tabel C.9 Massa Unsur Pada Residu.....	73
Tabel C.10 Densitas Setiap Komponen.....	73
Tabel C.11 Komposisi Sampel Setiap Komponen.....	73
Tabel C.12 Massa Sampel Setiap Komponen.....	74
Tabel C.13 Massa Setiap Unsur Pada Sampel Producer Gas.....	75
Tabel C.14 Massa Setiap Komponen Pada Producer Gas.....	75
Tabel C.15 Massa Setiap Unsur Pada Producer Gas	76
Tabel C.16 %Efisiensi Gasifikasi Pada ER 0,3 dan Ukuran 1,5 cm	78
Tabel C.17 Hasil Neraca Massa Pada ER 0,3 dan Ukuran 1,5 cm.....	78
Tabel C.18 %Efisiensi gasifikasi pada ER 0,1 dan Ukuran 1,5 cm	78
Tabel C.19 Hasil Neraca Massa Pada ER 0,1 dan Ukuran 1,5 cm.....	79
Tabel C.20 %Efisiensi gasifikasi pada ER 0,15 dan Ukuran 1,5 cm	79
Tabel C.21 Hasil Neraca Massa Pada ER 0,15 dan Ukuran 1,5 cm.....	79
Tabel C.22 %Efisiensi gasifikasi pada ER 0,2 dan Ukuran 1,5 cm	80
Tabel C.23 Hasil Neraca Massa Pada ER 0,2 dan Ukuran 1,5 cm.....	80
Tabel C.24 %Efisiensi gasifikasi pada ER 0,3 dan Ukuran 1,5 cm	81
Tabel C.25 Hasil Neraca Massa Pada ER 0,3 dan Ukuran 1,5 cm.....	81
Tabel C.26 %Efisiensi gasifikasi pada ER 0,1 dan Ukuran 3 cm	82
Tabel C.27 Hasil Neraca Massa Pada ER 0,1 dan Ukuran 3 cm.....	82
Tabel C.28 %Efisiensi gasifikasi pada ER 0,15 dan Ukuran 3 cm	82
Tabel C.29 Hasil Neraca Massa Pada ER 0,15 dan Ukuran 3 cm.....	83
Tabel C.30 %Efisiensi gasifikasi pada ER 0,25 dan Ukuran 3 cm	84
Tabel C.31 Hasil Neraca Massa Pada ER 0,25 dan Ukuran 3 cm.....	84
Tabel C.32 Data LHV Producer Gas (Basu, 2010, Table C.2 Appendix C)	85
Tabel C.33 Konsentrasi Komponen dalam Gas Producer pada Variasi ER	85
Tabel C.34 Hasil LHV <i>Producer Gas</i> dan Efisiensi Termal Pelet Kayu Sengon Ukuran 1,5 cm	86
Tabel C.35 Hasil LHV <i>Producer Gas</i> dan Efisiensi Termal Pelet Kayu Sengon Ukuran 3 cm	87

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pelet Kayu.....	5
Gambar 2.2 Konversi Secara Termokimia untuk Memproduksi Energi, Gas dan Etanol dari Biomassa (Basu, 2010)	7
Gambar 2.3 Tahapan Proses Gasifikasi (Susanto, 2014; Molino, 2016).....	8
Gambar 2.4 Skema Fixed-Bed Gasification (Chopra, 2007).....	17
Gambar 2.5 Skema Fluidized-bed Gasification (Arena, 2009)	18
Gambar 2.6 Skema Entrained-Flow Gasification (Arena, 2009)	18
Gambar 2.7 Skema Downdraft Gasifier (Susastriawan, 2017).....	20
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.....	22
Gambar 3.2 Skema Alat Gasifikasi Downdraft.....	24
Gambar 3.3 Dimensi Downdraft Gasifier	25
Gambar 4.1 Profil Temperatur Terhadap Waktu	31
Gambar 4.2 Zona Gasifikasi pada <i>Gasifier Downdraft</i> (Basu, 2010)	34
Gambar 4.3 Distribusi Temperatur Gasifikasi Pada Ukuran Pelet Kayu Sengon 1,5 cm	34
Gambar 4.4 Distribusi Temperatur Gasifikasi Pada Ukuran Pelet Kayu Sengon 3 cm	35
Gambar 4.5 Kadar <i>producer gas</i> pada variasi ER dengan ukuran 1,5 cm.....	38
Gambar 4.6 Kadar Producer Gas Pada Variasi ER dengan Ukuran 3 cm	39
Gambar 4.7 Komposisi Producer Gas Pada ER 0,1	41
Gambar 4.8 Komposisi Producer Gas Pada ER 0,15	41
Gambar A.1 Hasil Analisis Ultimat dan Proksimat Pelet Kayu Sengon	56
Gambar D.1 Hasil Analisis GC-TCD Run 1	88
Gambar D.2 Hasil Analisis GC-TCD Run 2	89
Gambar D.3 Hasil Analisis GC-TCD Run 3	89
Gambar D.4 Hasil Analisis GC-TCD Run 4.....	90
Gambar D.5 Hasil Analisis GC-TCD Run 5	90
Gambar D.6 Hasil Analisis GC-TCD Run 6.....	91
Gambar D.7 Hasil Analisis GC-TCD Run 7.....	91
Gambar D.8 Hasil Analisis GC-TCD Run 8.....	92
Gambar D.9 Hasil Analisis GC-TCD Run 9.....	92
Gambar D.10 Hasil Analisis GC-TCD Run 10.....	93
Gambar E.1 Proses <i>Running</i> Gasifikasi Tipe <i>downdraft</i>	94
Gambar E.2 Proses Pengambilan Sample <i>Producer Gas</i>	94
Gambar E.3 Pasca <i>Running</i> Gasifikasi Tipe <i>Downdraft</i>	95

DAFTAR SINGKATAN

<i>AFR</i>	: <i>Air to fuel ratio</i>
<i>ADB</i>	: <i>Air-Dried Base</i>
<i>ASH</i>	: <i>Ash</i>
<i>ER</i>	: <i>Equivalence Ratio</i>
<i>FC</i>	: <i>Fixed Carbon</i>
<i>HHV</i>	: <i>High Heating Value</i>
<i>LHV</i>	: <i>Low Heating Value</i>
<i>MC</i>	: <i>Moisture Content</i>
<i>VM</i>	: <i>Volatile Matter</i>

