UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Studi Komparasi Pengaruh Konverter Katalitik, MetodeExcess AirdanAir Stagingterhadap Karakteristik
Pembakaran Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa dalamFixed Grate Furnace**
Muhammad Hasyaimi Ramadhan, Prof. Dr. Ir. Harwin Saptoadi, M.SE., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

SKRIPSI i

UNDERGRADUATED THESIS ii

PENGESAHAN PEMBIMBING iii

PENGESAHAN PENGUJI iv

PERNYATAAN PLAGIASI v

NASKAH SOAL TUGAS AKHIR vi

KATA PENGANTAR vii

HALAMAN PERSEMBAHAN ix

DAFTAR ISI x

DAFTAR TABEL xiv

DAFTAR GAMBAR xv

DAFTAR LAMPIRAN xviii

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xix

INTISARI xx

ABSTRACT xxi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Rumusan Masalah 6

1.3. Batasan Masalah 6

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Studi Komparasi Pengaruh Konverter Katalitik, MetodeExcess AirdanAir Stagingterhadap Karakteristik
Pembakaran Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa dalamFixed Grate Furnace**
Muhammad Hasyaimi Ramadhan, Prof. Dr. Ir. Harwin Saptoadi, M.SE., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1.4. Tujuan Penelitian 7

1.5. Manfaat Penelitian 8

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 10

2.1. Pembakaran Biomassa 10

2.2. Konverter Katalitik 11

2.3. Metode *Excess air* 13

2.4. Metode *Air Staging* 15

2.5. Ampas Tebu 17

2.6. Tempurung Kelapa 17

BAB III LANDASAN TEORI 19

3.1. Bahan Bakar 19

3.2. Biomassa 21

3.3. Konversi Biomassa 23

3.4. *Fixed grate furnace* 25

3.5. Pembakaran 28

3.6. Ampas Tebu 29

3.7. Tempurung Kelapa 30

3.8. Analisis *Proximate* dan *Ultimate* 31

3.9. Emisi Gas Buang 34

3.9.1. Particular Matter (PM) 34

3.9.2. Karbon Dioksida (CO_2) 35

3.10. Konverter Katalitik 36

3.11. *Air Staging* 38

3.12. *Excess air* 39

3.13. Debit dan Laju Aliran Massa 40

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Studi Komparasi Pengaruh Konverter Katalitik, MetodeExcess AirdanAir Stagingterhadap Karakteristik Pembakaran Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa dalamFixed Grate Furnace
Muhammad Hasyaimi Ramadhan, Prof. Dr. Ir. Harwin Saptoadi, M.SE., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.14. Mol, Massa Molekul Relatif dan Fraksi Mol 41
3.15. *Air-Fuel ratio* (AFR) dan Peresentase *Excess air* 42
3.16. *Emission Factor* 43
3.17. *Dilution Ratio* 44
3.18. Baku Mutu Emisi Biomassa 45

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 47

4.1. Pendekatan Penelitian 47
4.2. Waktu dan Tempat Penelitian 47
4.3. Diagram Alir Penelitian 48
4.3.1. Diagram Alir Penelitian *Excess air* dengan Konverter Katalitik 48
4.3.2. Diagram Alir Penelitian *Excess air* Metode *Air Staging* dengan Konverter Katalitik 49
4.4. Objek Penelitian 50
4.4.1. Skema Penelitian 50
4.4.2. Tungku Pembakaran Biomassa 53
4.4.3. Instrumen Pendukung 58
4.5. Sarana Penelitian 62
4.5.1. Alat Ukur 62
4.5.2. Bahan Penelitian 67
4.6. Metode Penelitian 70
4.6.1. Studi Literatur 71
4.6.2. Modifikasi dan Set-Up Alat Penelitian 72
4.6.3. Observasi dan Uji Coba 72
4.6.4. Variable Penelitian 74
4.6.5. Pelaksanan penelitian 75

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 79

5.1. Rumus Kimia dan Reaksi Pembakaran 79
5.2. Air *Fuel ratio* 81

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Studi Komparasi Pengaruh Konverter Katalitik, MetodeExcess AirdanAir Stagingterhadap Karakteristik
Pembakaran Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa dalamFixed Grate Furnace**
Muhammad Hasyaimi Ramadhan, Prof. Dr. Ir. Harwin Saptoadi, M.SE., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.2.1. *Excess air* Tempurung Kelapa 81
5.2.2. *Air Staging* Tempurung Kelapa 83
5.2.3. *Excess air* Ampas Tebu 84
5.2.4. *Air Staging* Ampas Tebu 86
5.3. Laju Aliran Udara 87
5.4. Visualisasi Temperatur Pembakaran 91
5.4.1. Temperatur dalam Ruang Bakar 91
5.4.1.1. *Excess air* 91
5.4.1.2. *Air Staging* 93
5.4.2. Temperatur dalam *Chimney* 96
5.4.2.1. *Excess air* 96
5.4.2.2. *Air Staging* 98
5.5. Analisis Kadar Gas CO_2 100
5.6. Analisis *Particulate Matter* (PM) 105
5.6.1. *Excess air* 106
5.6.2. *Air Staging* 110
5.7. Analisis *Emission Factor* 113
5.7.1. *Excess air* 114
5.7.2. *Air Staging* 117
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN **121**
6.1. Kesimpulan 121
6.2. Saran 123
DAFTAR PUSTAKA **124**
LAMPIRAN **132**