



**EFISIENSI PINDAH PANAS PENGERING FERMENTOR
DENGAN PERLAKUAN SUHU TERHADAP MUTU CUPPING
DAN FISIK KOPI ROBUSTA**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
program studi Teknologi Hasil Pertanian*

SKRIPSI

Oleh

**Zhafran Zulfahmi
211710101107**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
JEMBER
2026**



**EFISIENSI PINDAH PANAS PENGERING FERMENTOR
DENGAN PERLAKUAN SUHU TERHADAP MUTU CUPPING
DAN FISIK KOPI ROBUSTA**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
program studi Teknologi Hasil Pertanian*

SKRIPSI

Oleh

**Zhafran Zulfahmi
211710101107**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
JEMBER
2026**

PERSEMBAHAN

Ungkapan puji dan syukur senantiasa tercurah kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang tak terhingga, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Didorong oleh rasa syukur tersebut, dengan penuh hormat penulis mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, Ayah Gani Hariyanto dan Ibu Nunung Salmiah, serta dua kakak saya Fitra Maulana dan Fiqih Abdullah yang senantiasa memberi do'a, kasih sayang, dan dukungan kepada penulis, sehingga penulis bisa terus bertahan dan berjuang hingga tahap ini.
2. Ibu Asmak Afriliana, S.TP., MP., Ph.D selaku dosen pembimbing utama yang telah sabar dalam memberikan ilmu, meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan saran maupun arahan dalam penyusunan skripsi ini. Ibu Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P selaku dosen penguji utama dan Bapak Ardiyan Dwi Masahid, S.TP., M.P selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan waktu, ilmu, saran, dan masukan untuk perbaikan tugas akhir penulis, serta tidak lupa juga segenap dosen Teknologi Hasil Pertanian yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya kepada penulis.
3. Teman-teman seperjuangan Teknologi Hasil Pertanian, rekan-rekan organisasi, dan para sahabat terbaik yang senantiasa kebersamai, memberikan motivasi, serta bantuan yang sangat berarti bagi penulis.

MOTTO

“Hanya Engkaulah yang kami sembah, dan hanya kepada Engkaulah kami meminta pertolongan.”

(QS. Al-Fatihah: 5)

“Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya”

(QS. An-Najm: 39)

“Jangan pernah berhenti berdoa hanya karena kamu merasa permohonanmu belum dikabulkan. Kadang Allah tidak memberikan apa yang kita inginkan saat ini, karena Dia sedang mempersiapkan sesuatu yang jauh lebih baik di waktu yang paling tepat.”

(Ustadz Khalid Basalamah)

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zhafran Zulfahmi

NIM : 211710101107

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul "*Efisiensi Pindah Panas Pengering Fermentor dengan Perlakuan Suhu terhadap Mutu Cupping dan Fisik Kopi Robusta*" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 Juli 2026



Zhafran Zulfahmi

NIM. 211710101107

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul "*Efisiensi Pindah Panas Pengering Fermentor dengan Perlakuan Suhu terhadap Mutu Cupping dan Fisik Kopi Robusta*" telah diuji dan disetujui oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 29 Juli 2026

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Pembimbing

1. Pembimbing Utama

Nama : Asmak Afriliana, S.TP., M.P., Ph.D.

NIP : 198804012015042001

Tanda Tangan



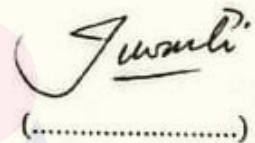
(.....)

Penguji

2. Penguji Utama

Nama : Dr. Ir. Sih Yuwanti, M. P.

NIP : 196507081994032002

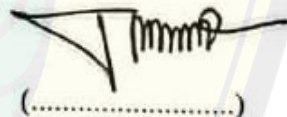


(.....)

3. Penguji Anggota

Nama : Ardiyan Dwi Masahid, S.TP., M.P

NIP : 198503292019031011



(.....)

ABSTRACT

The conventional sun drying process of robusta coffee beans generally requires a long duration and depends heavily on weather conditions, which risks reducing the final quality of the commodity. This study aimed to evaluate the effectiveness of moisture content reduction, cupping test quality, and heat transfer efficiency of a fermentor utilizing a water-mediated heating system (water jacket) as an alternative dryer for robusta coffee beans. The research used an experimental method with four treatments: pure sun drying (SD) as a control, and combination treatments of sun drying followed by mechanical drying in a fermentor at temperature variations of 40 °C (F40), 50 °C (F50), and 60 °C (F60). The parameters measured included final moisture content, drying rate, heat transfer efficiency, cupping test score (SCAA), and bulk density. The results indicated that the F60 combination was the most effective and time-efficient treatment, requiring a total drying time of 35.4 hours to reach a final moisture content of $\pm 12.4\%$ with the maximum drying efficiency of 1.3038% achieved at 11.4 hours (early phase of machine operation), followed by F50 (0.3965%), F40 (0.3124%), and SD (0.9199%). Conversely, pure SD required 27.5 cumulative hours of sun exposure with an efficiency ranging from 0.9199% down to 0.0164%. Overall, the drying efficiency across all treatments exhibited a gradual decline (decay curve) over drying time. In sensory quality testing, all treatments successfully met the fine robusta qualification (score >80.00), with pure SD recording the highest score of 82.38, followed by F50 (81.88), F40 (81.75), and F60 (80.50). In conclusion, operating the fermentor at 60 °C (F60) proved to be the most effective in stimulating moisture evaporation and significantly shortening the drying duration without compromising the physical or organoleptic quality qualifications of robusta coffee beans.

Keywords: Fermentor, Dryer, Heat Transfer Efficiency, Robusta Coffee Beans, Cupping test.

RINGKASAN

Efisiensi Pindah Panas Pengering Fermentor dengan Perlakuan Suhu terhadap Mutu Cupping dan Fisik Kopi Robusta; Zhafran Zulfahmi; 211710101107; 138 Halaman; Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Proses pascapanen biji kopi robusta di tingkat petani umumnya masih mengandalkan penjemuran alami (*sun drying*). Metode ini membutuhkan waktu lama dan sangat bergantung pada cuaca, sehingga berisiko menurunkan konsistensi mutu biji kopi. Penggunaan alat fermentor berbasis pemanas mantel air (*water jacket*) diusulkan sebagai teknologi pengeringan alternatif untuk mengontrol kondisi termal secara stabil dan mempercepat laju dehidrasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi perbandingan penurunan kadar air, mutu sensori (*cupping test*), serta efisiensi perpindahan panas selama pengeringan biji kopi robusta.

Metode penelitian menggunakan eksperimen empat perlakuan yaitu *sun drying* (SD) sebagai kontrol, serta kombinasi *sun drying* dan fermentor pada variasi suhu 40 °C (F40), 50 °C (F50), dan 60 °C (F60). Parameter yang diukur meliputi kadar air akhir, laju pengeringan, efisiensi perpindahan panas, skor *cupping test* (SCAA), dan *bulk density*. Data dianalisis secara keteknikan berdasarkan Hukum Pertama Termodinamika untuk sistem tertutup.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan F60 merupakan perlakuan paling cepat dan efektif, membutuhkan total waktu operasional 35,4 jam untuk mencapai kadar air akhir $\pm 12,4\%$ dengan efisiensi pengeringan maksimum sebesar 1,3038% pada jam ke-11,4, diikuti F50 (0,3965%), F40 (0,3124%), dan SD (0,9199%). Perlakuan F50 membutuhkan waktu 59,4 jam, sedangkan F40 membutuhkan 83,4 jam. Sebaliknya, metode SD murni memerlukan akumulasi penjemuran 27,5 jam dengan efisiensi melandai hingga 0,0164% di akhir proses. Efisiensi pengeringan seluruh perlakuan mengalami kurva penurunan melandai (*decay curve*) seiring bertambahnya waktu akibat berkurangnya laju penguapan air (*falling rate period*) dan akumulasi energi masuk. Nilai *bulk density* relatif seragam (0,4451–0,4758 kg/L). Pada pengujian mutu sensori, seluruh perlakuan memenuhi

kualifikasi *fine robusta* (skor >80,00), dengan skor tertinggi dicapai SD murni (82,38), disusul F50 (81,88), F40 (81,75), dan F60 (80,50).

Dapat disimpulkan bahwa fermentor suhu 60 °C (F60) paling efektif memangkas durasi dan meningkatkan efisiensi pengeringan awal, sedangkan *sun drying* menghasilkan mutu sensori terbaik. Penelitian selanjutnya disarankan memodifikasi sistem sirkulasi udara dengan katup ventilasi terkontrol atau kipas penarik uap air untuk membuang kelembapan terperangkap. Dalam jangka panjang, alat disarankan didesain ulang menjadi sistem pengeringan tertutup (*closed-loop dehumidification drying*) berbasis konveksi paksa guna meminimalkan kehilangan panas (*heat loss*).



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah swt atas segala rahmat-Nya yang berlimpah sehingga skripsi yang berjudul **“Efisiensi Pindah Panas Pengering Fermentor dengan Perlakuan Suhu terhadap Mutu Cupping dan Fisik Kopi Robusta”** dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, dan kontribusi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Ibu Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T., IPM., ASEAN Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Ibu Lailatul Azkiyah, S.TP., M.P., Ph.D selaku Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Ibu Asmak Afriliana, S.TP., M.P., Ph.D selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dengan penuh kesabaran untuk memberikan bimbingan, koreksi, serta arahan berharga hingga laporan ini selesai;
4. Ibu Dr. Ir. Sih Yuwanti, M. P. dan Bapak Ardiyan Dwi Masahid, S.TP., M.P selaku dosen penguji yang telah memberikan waktu, ilmu, saran, serta masukan demi perbaikan dan kesempurnaan skripsi ini;
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember atas segala ilmu, waktu, pengalaman dan pengetahuan yang telah diberikan selama masa studi.
6. Kedua orang tua tercinta, Bapak Gani Hariyanto dan Ibu Nunung Salmiah, atas limpahan kasih sayang, perhatian, dukungan moral maupun material, serta doa yang tiada putus demi kelancaran studi penulis;
7. Saudara tersayang, Fitra Maulana dan Fiqih Abdullah, yang senantiasa sabar menemani, memberikan semangat, dan mendukung penulis di setiap proses perjalanan ini;

8. Sahabat-sahabat penulis, Fani, Dinda, Cici, Rizka, Dani, Aldi, Afa, Degrid, Kholiq, dan Adit, yang selalu setia memotivasi, menghibur, dan menemani hari-hari perkuliahan penulis dari awal hingga akhir;
9. Keluarga besar UKKM Agritechship, khususnya rekan-rekan Departemen Infokom periode 2023 dan 2024, terima kasi atas wadah berproses, kerja sama, kreativitas, dan kekeluargaan luar biasa yang telah mewarnai perjalanan organisasi penulis selama di kampus;
10. Keluarga besar mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian, khususnya rekan-rekan seangkatan Program Studi Teknologi Hasil Pertanian 2021, atas kebersamaan, dukungan, dan perjuangan bersama dalam meraih gelar Sarjana Teknologi Pertanian;
11. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas segala bentuk doa, bantuan, dan dukungan yang telah diberikan;
12. Diri penulis sendiri, terima kasih atas keteguhan, konsistensi, dan kekuatan untuk terus berjuang, tidak menyerah, dan bertahan melewati setiap proses hingga kewajiban studi ini dapat dituntaskan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga karya ini dapat memberikan manfaat yang luas bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Jember, .. Juli 2026

Zhafran Zulfahmi
NIM. 211710101107

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
ABSTRACT.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kopi Robusta	5
2.2 Pengeringan	5
2.3 Fermentor.....	7
2.4 Pindah Panas	7
2.5 Parameter Mutu Biji Kopi.....	11
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	14
3.2 Desain Penelitian	14
3.3 Prosedur Penelitian	14
3.4 Pengukuran Parameter	16

3.5 Alat dan Bahan.....	16
3.6 Analisis Data.....	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Kadar Air	18
4.2 Efisiensi Pengeringan	19
4.3 Laju Pengeringan	24
4.4 <i>Cupping test</i>	28
4.5 <i>Bulk density</i>	31
BAB 5. PENUTUP.....	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Total skor klasifikasi kualitas kopi	12
Tabel 4.1 Hasil <i>cupping test</i> biji kopi robusta	12

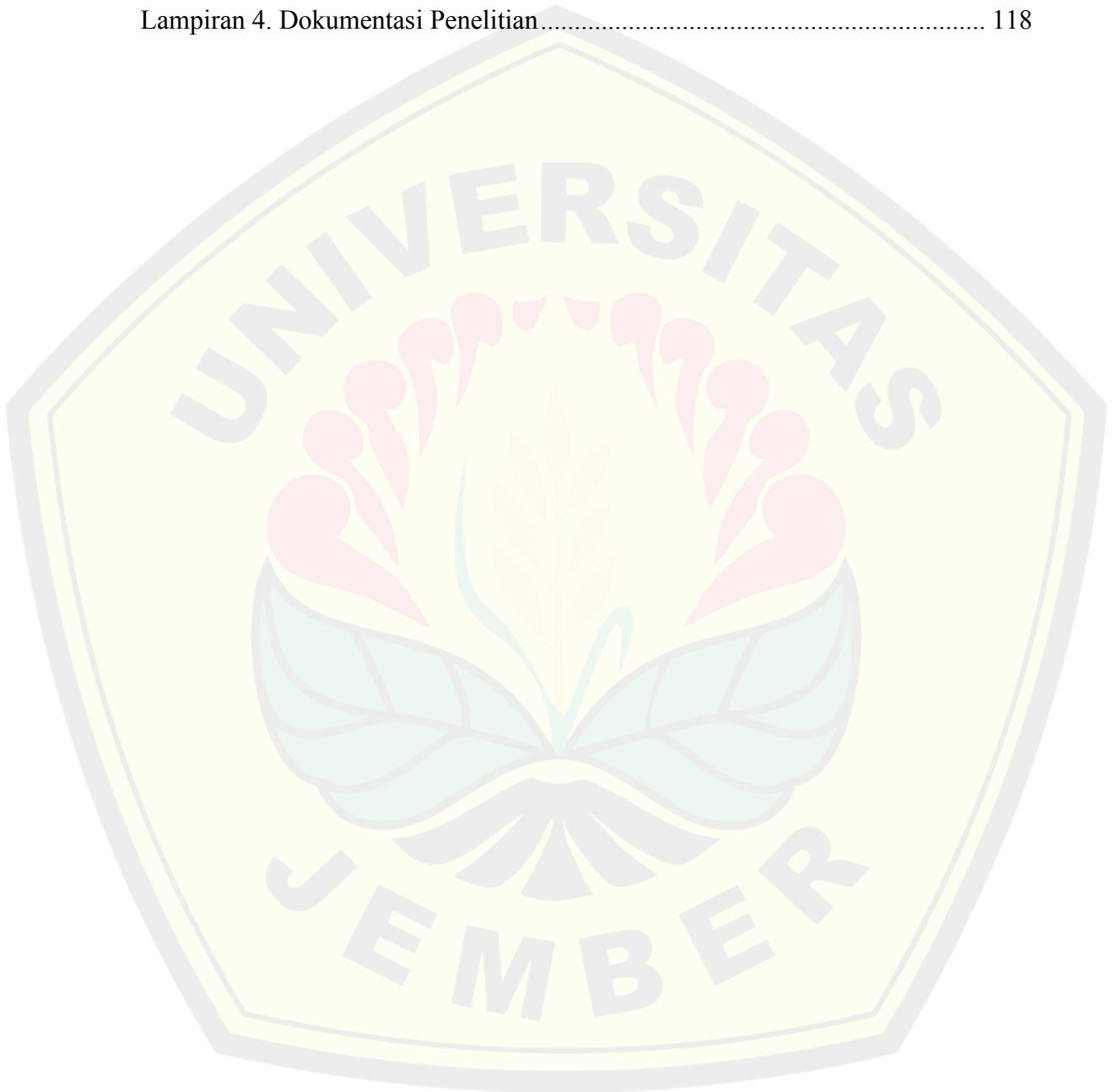


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Alat Fermentor	8
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode <i>Sun drying</i>	14
Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Fermentor.....	15
Gambar 3.3 Bagian-Bagian Fermentor	16
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Penurunan Kadar Air	17
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Efisiensi Pengeringan	20
Gambar 4.3 Desain Fermentor	23
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Laju Pengeringan	25
Gambar 4.5 Diagram Batang <i>Bulk density</i>	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Pengukuran Analisis.....	41
Lampiran 2. Data Hasil Analisis	45
Lampiran 3. Data Perhitungan	49
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	118



DAFTAR NOTASI

A	: Area pengeringan (m^2)
C_p	: Kalor spesifik pada tekanan konstan ($kJ/kg^\circ C$)
h_{fg}	: Panas laten penguapan (kJ/kg)
I	: Radiasi matahari (W/m^2)
h_i	: Koefisien konveksi air ($W/m^2^\circ C$)
h_o	: Koefisien konveksi udara ($W/m^2^\circ C$)
k_{ss}	: Konduktivitas termal logam ($W/m^2^\circ C$)
m	: Berat total biji kopi (s)
m_1	: Berat sebelum pengeringan (kg)
m_2	: Berat setelah pengeringan (kg)
m_p	: Laju pengeringan (kg/j)
m_w	: Selisih massa air yang diuapkan (kg)
η	: Efisiensi pengeringan (%)
P	: Daya (W)
ρ_b	: Bulk density (kg/l)
Q_{in}	: Efisiensi pengeringan (kJ)
Q_{out}	: Efisiensi pengeringan (kJ)
r_i	: Jari-jari tabung bagian dalam (m)
r_o	: Jari-jari tabung bagian luar (m)
t	: Waktu pengeringan (s)
ΔT	: Selisih suhu ($^\circ C$)
T_{in}	: Suhu dinding bagian dalam ($^\circ C$)
T_{amb}	: Suhu dinding bagian luar ($^\circ C$)
U	: Overall heat transfer coefficient ($W/m^2^\circ C$)
V	: Volume wadah (l)
X_h	: Fraksi massa karbohidrat
X_p	: Fraksi massa protein
X_f	: Fraksi massa lemak

X_a : Fraksi massa abu

X_w : Fraksi massa kadar air

