

**RANCANG BANGUN *SOLAR DRYER* AKTIF
TIPE LANGSUNG UNTUK PENINGKATAN MUTU
BIJI KAKAO (*THEOBROMA CACAO L.*)**

**Skripsi
Untuk memenuhi sebagai persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1**

Program Studi Teknik Mesin



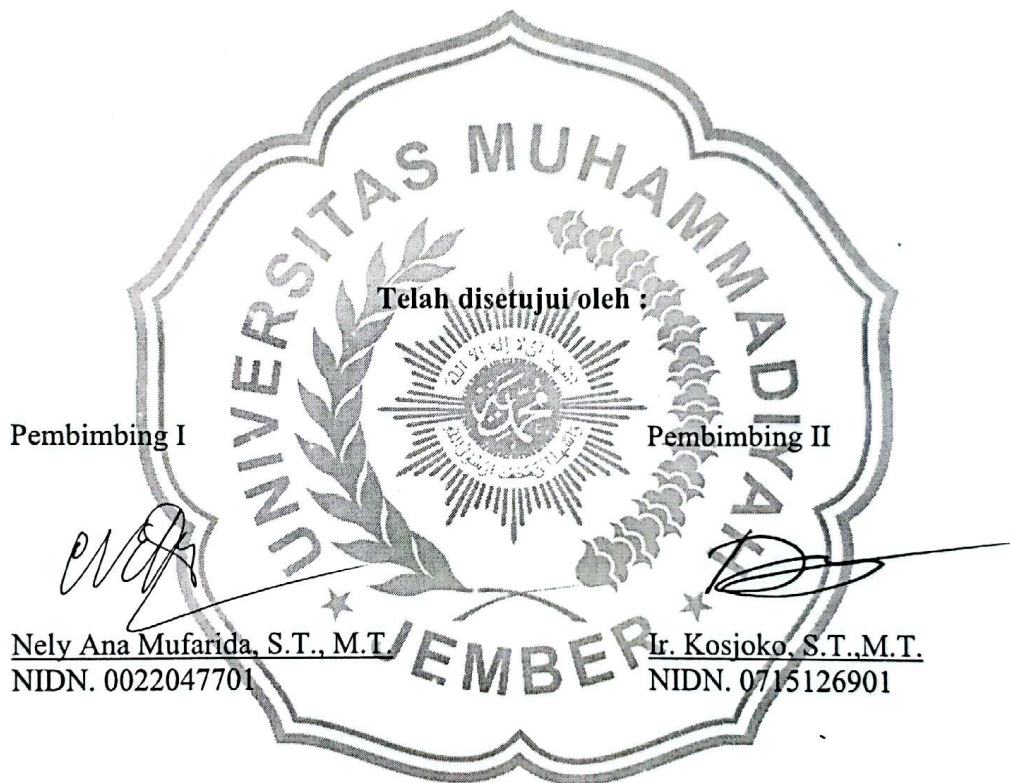
diajukan oleh :
BAYU SETYO ABDURRIZAL
2210644001

kepada
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
JEMBER

2025

HALAMAN PERSETUJUAN
RANCANG BANGUN *SOLAR DRYER* AKTIF
TIPE LANGSUNG UNTUK PENINGKATAN MUTU
BIJI KAKAO (*THEOBROMA CACAO L.*)

Diajukan oleh
BAYU SETYO ABDURRIZAL
2210644001



HALAMAN PENGESAHAN
RANCANG BANGUN *SOLAR DRYER* AKTIF
TIPE LANGSUNG UNTUK PENINGKATAN MUTU
BIJI KAKAO (*THEOBROMA CACAO L.*)

Disiapkan dan disusun oleh
BAYU SETYO ABDURRIZAL
2210644001

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 21 Juli 2025

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing I


Nely Ana Mufarida, S.T., M.T.
NIDN. 0022047701

Penguji I


Dr. Ir. Mokh. Hairul Bahri, ST., M.T
NIDN. 0717087203

Pembimbing II

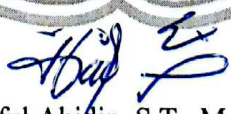

Ir. Kosjoko, S.T., M.T.
NIDN. 0715126901

Penguji II


Asroful Abidin, S.T., M.Eng.
NIDN. 0703109207

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal 21 Juli 2025
Ketua Program Studi Teknik Mesin


Asroful Abidin, S.T., M.Eng.
NIDN. 0703109207

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ir. Muhtar, ST., MT., IPM
NIDN. 197306102005011001

HALAMAN PERYATAAN

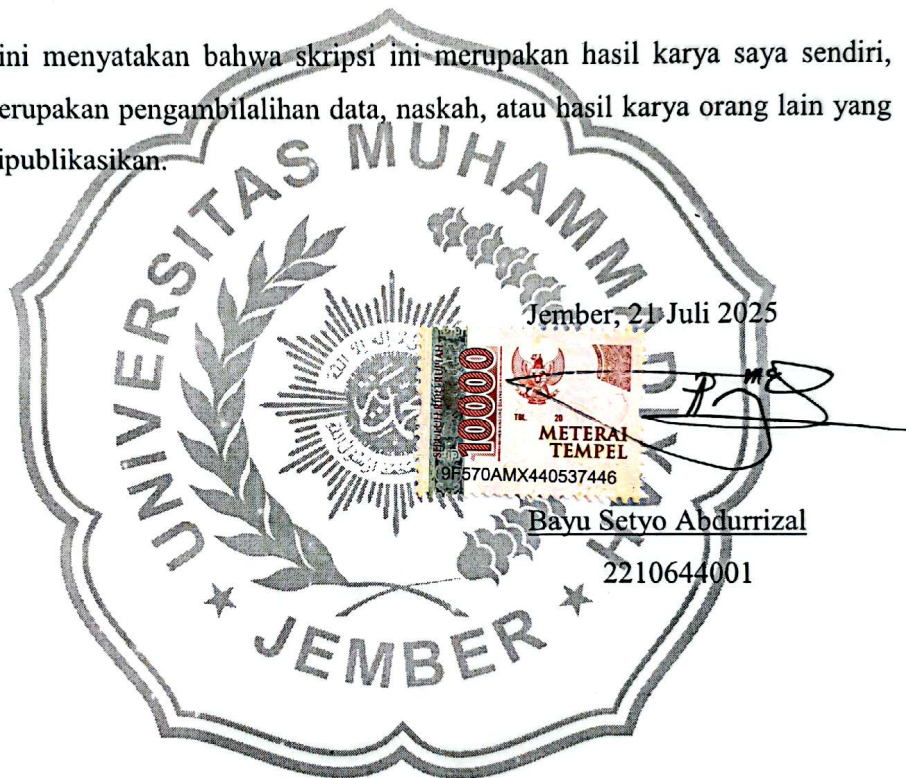
Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bayu Setyo Abdurrizal

Nim : 2210644001

Judul skripsi : Rancang Bangun *Solar Dryer* Aktif Tipe Langsung Untuk
Peningkatan Mutu Biji Kakao (*Theobroma Cacao L.*)

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri,
bukan merupakan pengambilalihan data, naskah, atau hasil karya orang lain yang
pernah dipublikasikan.



Bayu Setyo Abdurrizal

2210644001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Swt., skripsi "Rancang Bangun *Solar Dryer* Aktif Tipe Langsung Untuk Peningkatan Mutu Biji Kakao (*Theobroma Cacao L.*)" ini berhasil diselesaikan sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.

Dalam kesempatan ini, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Nely Ana Mufarida, S.T., MT dan Bapak Kosjoko, S.T., MT, selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, arahan, serta koreksi yang sangat berharga selama proses penelitian hingga penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Asroful Abidin, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, atas fasilitas akademik dan dukungan yang telah diberikan.
3. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember, atas ilmu yang telah dibagikan dan bantuan administrasinya.
4. Bapak Edy Suharyanto, S.T., MP dan Bapak Hendy Firmanto, ST., MSc., atas kerja sama, bimbingan, dan bantuan yang tak ternilai dalam merealisasikan pembuatan alat pengering ini.
5. Orang tua tercinta, Bapak Suyanto dan Ibu Sri Rahayu, serta seluruh keluarga, atas doa, dukungan, dan semangat yang tak pernah putus.
6. Istri tercinta, Ratih Ayu Wulandari, dan kedua anak tercinta, Dzakiya Shafa Almira dan Fathan Abdurrisal, yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Saya menyadari skripsi ini masih memiliki kekurangan, sehingga kritik dan saran membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi pascapanen pertanian, khususnya industri kakao di Indonesia.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Teori Pengeringan.....	4
2.1.1 Proses Pengeringan.....	4
2.1.2 Metode Pengeringan	5
2.1.2.1 Pengeringan Dengan Sinar Matahari.....	5
2.1.2.2 Pengeringan Tenaga Surya	6
2.2 Pengeringan Biji Kakao.....	7
2.2.1 Standar Penanganan Pasca Panen Kakao.....	7
2.2.2 Kriteria Standar Kualitas Biji Kakao	9
2.2.2.1 Kualitas Biji Kakao Berdasarkan Ukuran Biji.....	10
2.2.2.2 Syarat Kualitas Umum Biji Kakao	10
2.2.2.3 Syarat Khusus Biji Kakao	11
2.2.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Pengeringan.....	11

2.3	Inovasi Dalam Teknologi Pengeringan	14
2.3.1	<i>Solar Dryer</i>	14
2.3.1.1	<i>Direct Solar Dryer</i> – Tipe Kabinet Prinsip.....	14
2.3.1.2	<i>Indirect Solar Dryer</i> – Tipe Kabinet Prinsip	15
2.3.1.3	<i>Hybrid Solar Dryer</i> -Tipe Kabinet	16
2.3.1.4	<i>GreenHouse Dryer</i>	17
2.3.1.5	Alat Pengering Surya Aktif Tipe Langsung	21
2.4	Kajian Pustaka	27
2.5	Energi Dalam Proses Pengeringan.....	30
2.5.1	Perpindahan Panas Radiasi	30
2.5.2	Perpindahan Panas Konvensi.....	30
2.5.3	Perpindahan Panas Konduksi.....	31
2.5.4	Energi Surya Yang Dibutuhkan Untuk Pengeringan	31
2.5.5	Efisiensi Sistem Pengeringan.....	32
2.5.6	Kecepatan Aliran Udara dan Laju Aliran Volume Udara Pengeringan Total.	32
2.5.7	Pengukuran Kadar Air Awal dan Kadar Air Akhir	33
2.5.8	Laju Pengeringan	33
2.5.9	Perhitungan Daya Listrik	34
BAB III. METODE PENELITIAN.....		35
3.1	Bahan Uji.....	35
3.2	Alat Uji	36
3.3	Desain Perancangan Alat <i>Solar Dryer</i> Aktif Tipe Langsung	36
3.4	Prosedur Penelitian	41
3.5	Variabel.....	42
3.6	Analisis Penelitian	43
3.7	Analisis Data Penelitian.....	46
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1	Hasil Rancang Bangun Alat <i>Solar Dryer</i> Aktif Tipe Langsung.....	47
4.1.1	Pembuatan rangka	47
4.1.2	Pembuatan Ruang Pengering	47

4.1.3	Penampung Bahan.....	49
4.1.4	Unit Control	49
4.1.5	Proses Perakitan	52
4.2	Hasil Uji Fungsi Alat.....	53
4.2.1	Hasil Pengujian Tanpa Beban	53
4.3	Hasil Pengujian Proses Pengeringan	56
4.3.1	Kondosi Awal Biji Kakao	56
4.3.2	Intensitas Radiasi Matahari.....	57
4.3.3	Perbandingan Suhu Lingkungan dan Suhu Ruang Pengering.....	59
4.3.4	Perbandingan Kelembaban Relatif Lingkungan dan Ruang Pengering.....	63
4.3.5	Penurunan Bobot Biji Kakao	67
4.3.6	Kadar Air dan Kualitas Fisik dan Mutu Biji Setelah Pengeringan	69
4.4	Analisis Perhitungan Energi dan Kinerja Alat	70
4.4.1	Perhitungan energy konduksi, konveksi dan radiasi.....	70
4.4.2	Energi surya yang dibutuhkan untuk pengeringan.....	72
4.4.3	Laju Pengeringan	72
4.4.4	Kadar air bahan	72
4.4.5	Efektifitas pengeringan	73
4.4.6	Kecepatan aliran udara dan laju aliran volume udara pengeringan total.....	74
4.5	Pembahasan	74
4.5.1	Efektivitas Desain <i>Solar Dryer</i> Aktif.....	74
4.5.2	Perbandingan Dengan Metode Pengeringan Tradisional.....	75
4.5.3	Evaluasi Terhadap Parameter SNI	75
4.5.4	Kesesuaian Hasil dengan Teori dan Penelitian Terdahulu.....	76
4.5.5	Kelebihan dan Keterbatasan Alat.....	76
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		78
5.1.1	Kesimpulan	78

5.1.2	Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA		80
LAMPIRAN.....		83



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kualitas biji kakao berdasarkan ukuran biji kakao berdasarkan SNI 2323-2008/Amd1:2010	10
Tabel 2.2. Syarat umum standar kualitas biji kakao berdasarkan SNI 2323-2008/Amd1:2010	11
Tabel 2.3. Syarat khusus standar kualitas biji kakao berdasarkan SNI 2323-2008/Amd1:2010	11
Tabel 2.4 Nilai Konduktivitas, Resistan, dan Absorpsi dari Material Penutup Atap	22
Tabel 2.5. Klasifikasi alat pengering tenaga surya aktif tipe langsung berdasarkan SNI 9196:2023	25
Tabel 2.6. Spesifikasi teknis alat pengering tenaga surya aktif tipe langsung berdasarkan SNI 9196:2023	25
Tabel 2.7. Konstruksi alat pengering tenaga surya aktif tipe langsung berdasarkan SNI 9196:2023	26
Tabel 2.8. Unjuk kerja alat pengering tenaga surya aktif tipe langsung Parameter berdasarkan SNI 9196:2023	26
Tabel 2.9. Unjuk kerja mesin pengering kopi dan kakao berdasarkan SNI 7467:2008	27
Tabel 3.1. Spesifikasi material bahan dan komponen.....	38
Tabel 4.1. Data Pengujian Alat Tanpa Beban	53
Tabel 4.2. Data Harian Intensitas Radiasi Matahari Saat Pengujian.....	57
Tabel 4.3. Perbandingan Suhu Lingkungan dan Suhu Ruang Pengering	59
Tabel 4.4. Perbandingan Kelembaban Relatif Lingkungan dan Ruang Pengering	63
Tabel 4.5. Penurunan Sampel Bobot Biji Kakao	67
Tabel 4.6. Penurunan Bobot Biji Kakao Secara Keseluruhan	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Prinsip Kerja Metode <i>Open Sun Drying</i>	6
Gambar 2.2. Diagram alir pengolahan primer kakao	7
Gambar 2.3. Prinsip Kerja dan Desain <i>Direct Solar Drying</i> Tipe Kabinet	15
Gambar 2.4. Prinsip Kerja dan Desain <i>Indirect Solar Dryin</i>	16
Gambar 2.5. Prinsip Kerja dan Desain <i>Hybrid Solar drying</i>	17
Gambar 2.6. Mekanisme Pembentukan Panas Dalam Pengering <i>Green House</i>	18
Gambar 2.7. Berbagai Bangunan Desain <i>Green House</i> Untuk Pengering	19
Gambar 2.8. Panel surya	23
Gambar 2.9. Kipas penghisap (<i>exhaust fan</i>)	24
Gambar 3.1. Tampak Samping Desain Alat <i>Solar Dryer</i> Aktif Tipe Langsung	36
Gambar 3.2. Tampak Depan Desain Alat <i>Solar Dryer</i> Aktif Tipe Langsung	37
Gambar 3.3. Desain Alat <i>Solar Dryer</i> Aktif Tipe Langsung	37
Gambar 3.4. Instalasi Kelistrikan <i>Solar Dryer</i>	40
Gambar 3.5. Diagram Alir Tahapan dan Prosedur Penelitian	41
Gambar 4.1. Proses Pembuatan Rangka Alat.....	47
Gambar 4.2. Pembuatan Rangka Ruang Pengering	48
Gambar 4.3. Pembuatan dan Pemasangan Atap Polycarbonate.....	48
Gambar 4.4. Pembuatan Penampung Bahan	49
Gambar 4.5. Gambar Wiring Unit Control	50
Gambar 4.6. Proses Pembuatan dan Perakitan Unit Control	50
Gambar 4.7. Hasil Perakitan Unit Control	51
Gambar 4.8. Alat Pengering <i>Solar Dryer</i> Aktif Tipe Langsung	52
Gambar 4.9. Suhu ruang Pengering Dibandingkan Lingkungan	55
Gambar 4.10. Kelembaban Ruang Pengering Dibandingkan Lingkungan	55

Gambar 4.11. Proses Fermentasi (kiri) dan Biji Kakao Pada Penampung (kanan).....	56
Gambar 4.12. Grafik intensitas radiasi matahari.....	58
Gambar 4.13. Suhu lingkungan dibandingkan ruang pengering hari 1.....	60
Gambar 4.14. Suhu lingkungan dibandingkan ruang pengering hari 2.....	60
Gambar 4.15. Suhu lingkungan dibandingkan ruang pengering hari 3.....	61
Gambar 4.16. Suhu lingkungan dibandingkan ruang pengering hari 4.....	61
Gambar 4.17. Suhu lingkungan dibandingkan ruang pengering hari 5.....	62
Gambar 4.18. Suhu lingkungan dibandingkan ruang pengering hari 6.....	62
Gambar 4.19. Kelembaban lingkungan dibandingkan ruang pengering hari 1.....	64
Gambar 4.20. Kelembaban lingkungan dibandingkan ruang pengering hari 2.....	64
Gambar 4.21. Kelembaban lingkungan dibandingkan ruang pengering hari 3.....	65
Gambar 4.21. Kelembaban lingkungan dibandingkan ruang pengering hari 4.....	65
Gambar 4.23. Kelembaban lingkungan dibandingkan ruang pengering hari 5.....	66
Gambar 4.24. Kelembaban lingkungan dibandingkan ruang pengering hari 6.....	66
Gambar 4.25. Penurunan bobot sampel selama pengeringan	68
Gambar 4.26. Hasil akhir pengeringan biji kakao	69
Gambar 4.27. Hasil uji belah biji kakao pasca pengeringan	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1. Desain Alat Pengering <i>Solar Dryer</i> Aktif Tipe Langsung (Tampak Depan).....	81
Lampiran 1.2. Desain Alat Pengering <i>Solar Dryer</i> Aktif Tipe Langsung (Tampak Samping)	82
Lampiran 1.3. Desain Meja Pengering dan Jenis Bahan.....	83
Lampiran 1.4. Kondisi Dilapangan Untuk Proses Pengeringan Biji Kakao Secara Langsung Menggunakan Lantai Jemur dan Terpal.....	84
Lampiran 1.5. Kondisi Dilapangan Untuk Proses Pengeringan Biji Kakao Secara Langsung Menggunakan Meja Pengering	85
Lampiran 1.6. Titik Penempatan Sampel Sahan Uji Pada Alat Pengering <i>Solar Dryer</i> Aktif Tipe Langsung	86
Lampiran 1.7 Tabel Intensitas Sinar Matahari Harian.....	87
Lampiran 1.8 Tabel Pengukuran Suhu Ruang Pengering dan Lingkungan	88
Lampiran 1.9 Tabel Pengukuran Kelembaban Ruang Pengering dan Lingkungan	89
Lampiran 1.10 Kenampakan Mesin Secara Keseluruhan	90