

ANALISIS KINERJA PENGERING *HEAT PUMP* DENGAN SISTEM ROTARI TUMPUKAN SECARA KONTINU DAN *INTERMITTENT* SERTA PENGARUHNYA TERHADAP MUTU BERAS

ADNAN ADITYA PAMUNGKAS



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Kinerja Pengering *Heat Pump* dengan Sistem Rotari Tumpukan secara Kontinu dan *Intermittent* untuk Mengetahui Mutu Beras” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Adnan Aditya Pamungkas
F14190002



ABSTRAK

ADNAN ADITYA PAMUNGKAS. Analisis Kinerja Pengereng *Heat Pump* dengan Sistem Rotari Tumpukan Secara Kontinu dan *Intermittent* serta Pengaruhnya Terhadap Mutu Beras. Dibimbing oleh LOEPOLD OSCAR NELWAN.

Pengeringan merupakan salah satu proses dalam pasca panen. Salah satu pengering untuk mengeringkan gabah adalah *Heat Pump* Kompresi Uap (HPKU) dengan prinsip utama yaitu pemanfaatan panas yang dilepaskan di kondensor sebagai sumber panas. Penelitian ini bertujuan 1) mengetahui pencampuran gabah dengan kadar air yang berbeda dan durasi *intermittent* pada proses pengeringan terhadap mutu beras yang dihasilkan dan 2) menganalisis kinerja pengering *heat pump* dengan sistem rotari tumpukan secara kontinu dan *intermittent* terhadap mutu beras dengan parameter kinerja keseragaman kadar air, konsumsi energi yang digunakan, dan laju pengeringan. Penelitian tahap I penentuan durasi untuk perlakuan *intermittent* (45, 90, dan 135 menit) menghasilkan standar deviasi terkecil dari rata-rata kadar air pencampuran gabah 12% dan 27% yaitu 4,02 pada waktu 135 menit. Penelitian tahap II pencampuran kadar air gabah 12% dan 27% dilanjutkan dengan pengeringan (metode I), pencampuran kadar air gabah selama 135 menit dalam suhu ruang dilanjutkan dengan pengeringan (metode II) dan pencampuran selama 135 menit dalam wadah tertutup (metode III) dilanjutkan dengan pengeringan menghasilkan beras medium 1, sedangkan metode pencampuran gabah langsung dilanjutkan dengan pengeringan menghasilkan beras medium 2. Penelitian tahap III yaitu proses pengeringan HPKU secara kontinu dan *intermittent* menggunakan bahan gabah dengan kadar air 38,12%-38,23% basis basah sebanyak 75 kg untuk setiap perlakuan dengan kadar air yang dicapai adalah 14% berdasarkan pengukuran menggunakan *moisture tester*. Hasil yang didapatkan dari pengujian pada suhu lingkungan 27,94°C-28,07°C dengan suhu plenum 35,50°C-41,77°C, kadar air akhir gabah 16,61%-18,02% basis basah dengan waktu pengeringan 12,35-17,45 jam, menghasilkan kadar air tidak ada beda (0%) pada perlakuan *intermittent*, sedangkan pada pengeringan secara kontinu menghasilkan kadar air beda sebesar 0,1% antara lapisan dalam dan lapisan luar, COP (*coefficient of performance*) *heat pump* 2,68-3,35, SMERT 2,43-3,81 kg/kWh, SMERTotal 2,03-2,72 kg/kWh, analisis mutu beras berdasarkan bentuk fisik dan karakter kimia yang dikeringkan dengan menggunakan pengering HPKU memiliki kualitas medium 1. Hasil pengujian pengering HPKU dengan metode *intermittent* terbukti dapat menyeragamkan kadar air, menghasilkan mutu beras terbaik dan menurunkan energi.

Kata kunci: gabah, *heat pump*, *intermittent*, pengeringan, mutu



ABSTRACT

ADNAN ADITYA PAMUNGKAS. Analysis of the Performance of *Heat Pump Dryers* with Continuous and Intermittent Pile Rotary Systems and Their Effect on Rice Quality. Supervised by LOEPOLD OSCAR NELWAN.

Drying is one of the processes in post-harvest. One of the dryers for drying grain is the Steam Compression *Heat Pump* (HPKU) with the main principle of utilizing the heat released in the condenser as a heat source. This study aims to 1) determine the mixing of grain with different moisture content and *intermittent* duration in the drying process on the quality of the rice produced and 2) analyze the performance of *the heat pump dryer* with a continuous and intermittent pile rotary system on the quality of rice with the parameters of uniform performance of moisture content, energy consumption, and drying rate. The duration determination study for *intermittent treatment* (45, 90, and 135 minutes) resulted in the smallest standard deviation from the average moisture content of grain mixing of 12% and 27%, which was 4.02 at 135 minutes. Phase II research of mixing the moisture content of 12% and 27% grain followed by drying (method I), mixing the moisture content of grain for 135 minutes at room temperature followed by drying (method II) and mixing for 135 minutes in a closed container (method III) followed by drying to produce medium 1 rice, while the direct grain mixing method followed by drying to produce medium 2 rice. Phase III research is a continuous and intermittent HPKU drying process using grain materials with a moisture content of 38.12%-38.23% wet base of 75 kg for each treatment with a moisture content of 14% based on measurements using a *moisture tester*. The results obtained from the test at an ambient temperature of 27.94°C-28.07°C with a plenum temperature of 35.50°C-41.77°C, the final moisture content of grain was 16.61%-18.02% wet base with a drying time of 12.35-17.45 hours, resulting in no difference in moisture content (0%) in *intermittent treatment*, while in continuous drying it produced a difference in moisture content of 0.1% between the inner layer and the outer layer, COP *heat pump* 2.68-3.35, SMERT 2.43-3.81 kg/kWh, SMERTotal 2.03-2.72 kg/kWh, the quality analysis of rice based on physical shape and chemical characteristics dried using an HPKU dryer has a medium quality of 1. The results of the HPKU dryer test with *the intermittent method* are proven to be able to uniform the moisture content, produce the best quality of rice and reduce energy.

Keywords: drying, heat pump, intermittent, paddy, quality



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ANALISIS KINERJA PENGERING *HEAT PUMP* DENGAN SISTEM ROTARI TUMPUKAN SECARA KONTINU DAN *INTERMITTENT* SERTA PENGARUHNYA TERHADAP MUTU BERAS

ADNAN ADITYA PAMUNGKAS

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Muhamad Yulianto, S.T, M.T.

2. Dr. Ir. I Wayan Budiastira M.Agr.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Analisis Kinerja Pengering *Heat Pump* dengan Sistem Rotari
Tumpukan secara Kontinu dan *Intermittent* serta Pengaruhnya
Terhadap Mutu Beras

Nama : Adnan Aditya Pamungkas
NIM : F14190002

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Leopold Oscar Nelwan, S. TP., M.Si
NIP 1970120 819993 1 001



Diketahui oleh

Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem

Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr
NIP 1963042 5198903 1 001



Tanggal Ujian:
(22 Agustus 2024)

Tanggal Lulus:
(tanggal penandatanganan oleh Dekan
Fakultas/Sekolah ...)



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan Februari-Maret 2023 ini adalah pengeringan biji-bijian, dengan judul “Analisis Kinerja Pengering *Heat Pump* dengan Sistem Rotari Tumpukan secara Kontinu dan *Intermittent* serta Pengaruhnya Terhadap Mutu Beras”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Dr. Leopold Oscar Nelwan, S. TP., M.Si selaku pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Bapak Dr. Muhamad Yulianto, S.T, M.T, dan Bapak Dr. Ir. I Wayan Budiastra M.Agr selaku dosen penguji yang telah memberikan saran terhadap penelitian dan penulisan skripsi.
3. Alm. Ibu, kakak, dan keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, doa, dan bantuan selama perkuliahan.
4. Hanipan selaku teman penulis yang telah menemani penulis selama perkuliahan.
5. Mira selaku teman penulis yang telah membantu penulis ketika kesulitan dalam penelitian.
6. Seluruh teman-teman TMB 56 selaku rekan kuliah dan berorganisasi

Serta diucapkan terima kasih kepada seluruh pihak terkait yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan..

Bogor, Agustus 2024

Adnan Aditya Pamungkas



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Hipotesis	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Gabah	4
2.2 Pengerian	4
2.3 Pengerian <i>Heat Pump</i> Kompresi Uap (HPKU)	6
2.4 Pengerian <i>Intermittent</i>	8
2.5 Pengerian Tipe Rotari Tumpukan	8
2.6 Mutu Beras	9
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Kerja	13
3.4 Percobaan Pengerian HPKU secara Kontinu dan <i>Intermittent</i>	17
3.5 Analisis Data	20
3.6 Analisis Mutu Beras	23
3.7 Energi Mesin Pengerian	26
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Penentuan Durasi untuk Perlakuan <i>Intermittent</i>	28
4.2 Pengaruh Pencampuran Kadar Air terhadap Mutu Beras	29
4.3 Karakteristik Pengerian <i>Heat Pump</i> Kompresi Uap secara Kontinu dan <i>Intermittent</i>	31
4.4 Keseragaman Kadar Air	35
4.5 Kinerja <i>Heat Pump</i>	38
4.6 Konsumsi Energi	38
4.7 Mutu Beras	40
V SIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Simpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	46
RIWAYAT HIDUP	65

Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1 Syarat mutu beras non organik dan organik SNI	10
2 Alat dan kegunaan untuk penelitian	11
3 Hasil analisis pemutuan metode I, II, dan III	30
4 Hasil parameter yang mempengaruhi pengeringan	32
5 Uji <i>t-Test</i> kadar air lapisan dalam dan luar secara kontinu	36
6 Uji <i>t-Test</i> kadar air lapisan dalam dan luar secara <i>Intermittent</i>	36
7 Performa <i>heat pump</i> pada pengeringan gabah	38
8 Konsumsi energi	39
9 Hasil analisis mutu perlakuan kontinu	41
10 Hasil analisis mutu perlakuan <i>intermittent</i>	41

DAFTAR GAMBAR

1 Contoh gambar gabah	4
2 <i>Psychometric chart</i>	6
3 Sistem HPKU dan komponen utamanya	7
4 Siklus sistem HPKU standar dan aktual pada diagram p-h	7
5 Ruang pengering tipe rotari tumpukan (Nelwan <i>et al.</i> 2006)	9
6 Alat pengering HPKU	12
7 Pengering tipe rotari tumpukan	12
8 Prosedur kerja penelitian	13
9 Proses pengeringan gabah sampai kadar air 12% menggunakan pengering tipe bak	14
10 Prosedur pencampuran kadar air untuk menentukan durasi <i>intermittent</i>	15
11 Prosedur percobaan pengaruh pencampuran kadar air terhadap mutu beras	16
12 Skema sistem HPKU	18
13 Alur pelaksanaan pengeringan dengan menggunakan HPKU	19
14 Pengolahan data kadar air	20
15 Analisis mutu beras	24
16 Standar deviasi untuk penentuan durasi <i>intermittent</i>	28



17 Rata-rata kadar air penentuan durasi <i>intermittent</i>	29
18 Grafik hasil laju pengeringan perlakuan kontinu	34
19 Grafik hasil laju pengeringan perlakuan <i>intermittent</i>	34
20 Rata-rata sebaran kadar air gabah pada perlakuan kontinu	37
21 Rata-rata sebaran kadar air gabah pada perlakuan <i>intermittent</i>	37

DAFTAR LAMPIRAN

1 Parameter penentuan durasi <i>intermittent</i>	47
2 Kadar air dan laju pengeringan	49
3 Keseragaman sampel gabah dengan menggunakan metode <i>t-Test</i>	50
4 Perhitungan proses energi pengeringan	52
5 Langkah menentukan nilai COP menggunakan aplikasi <i>coolpack</i>	59
6 Data tekanan pada <i>heat pump</i> kompresi uap	62
7 Foto-foto penelitian	63

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.