

**UJI KINERJA MESIN PENGERING KAKAO TIPE BAK DENGAN
SISTEM PENGHISAP UDARA PANAS DI DESA SIDOREJO,
KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

(Skripsi)

Oleh

Rizki Eprimal



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRACT

THE PERFORMANCE TEST OF BATCH TYPE DRYING MACHINE OF CACAOWITH HOT AIR SUNCTION SYSTEM IN SIDEREJO, EAST LAMPUNG.

By

Rizki Eprimal

Cacao is one of the leading commodities of plantation sub-sector. But, the problems faced by farmers are high initial cocoa the water content and unfavorable weather is a constraint faced in the drying process. One of alternative tools that can be used for the cacao drying process is batch type dryer. This type of dryer can help farmers dry the cacao when weather is not supportive and can dry up in a very large scale. The aims of this research is to find out the decrease of the cacao water content, the amount of fuel, the temperature generated by the batch type dryer, and the efficiency of the dryer during the drying process.

This research was conducted from April until May 2018 in Sidorejo Village, and Water Resources and Field Engineering Laboratory of Lampung University. In this research each time of the performance test used 2058 kg of cocoa beans, and the drying process for 12 hours. Parameters observed in this research includes the measurement of water content for each hour, the drying temperature, the measurement of drying time, the used fuel, and the efficiency analysis (water vapor load, input energy, and drying efficiency) for each test carried out 3 times.

The Result show time used to dry cocoa to get an average of water content 6 - 8% in performance test 1, 2, and 3 takes 12 hours/each. For drying rate at performance test 1, 2, and 3 are 97.65 kgH₂O/hour, 94.99 kgH₂O/hour, and 82.19 kgH₂O / hour. Fuel consumption using rubber wood in performance test 1, 2, 3 as much as 728 kg, 738 kg, and 720 kg. Diesel fuel consumption used by diesel engine in performance test 1, 2. And 3 as much as 8.10 ℓ (6,74 kg), 8.13 ℓ (6,76 kg) and 8.16 ℓ (6,79 kg). The input energy generated by the performance test 1, 2, and 3 are 13,131,585.6 kJ, 13,308,935.5 kJ, and 12,992,836.6 kJ. The output energy generated in the performance test 1, 2, and 3 are 2,897,731.28 kJ, 2,823,772.5563 kJ and 2,441,794.24 kJ. So the drying efficiency obtained in the 1st, 2nd, and 3rd are 22.06 %, 21.21 %, and 18.79 %.

Keywords : batch type drying machine; cacao; temperature; water content

ABSTRAK

UJI KINERJA MESIN PENGERING KAKAO TIPE BAK DENGAN SISTEM PENGHISAP UDARA PANAS DI DESA SIDOREJO, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR

Oleh

Rizki Eprimal

Kakao merupakan salah satu komoditas unggulan subsektor perkebunan. Namun permasalahan yang dihadapi petani yaitu kadar air awal kakao yang tinggi dan cuaca yang tidak mendukung menjadi kendala yang dihadapi dalam proses pengeringan. Salah satu alternatif alat yang dapat digunakan untuk proses pengeringan kakao yaitu alat pengering kakao tipe bak. Alat pengering kakao tipe bak ini dapat membantu para petani mengeringkan kakao di saat cuaca tidak mendukung dan dapat mengeringkan dalam jumlah skala yang sangat besar. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui penurunan kadar air dari kakao selama proses pengeringan, mengetahui jumlah bahan bakar yang digunakan selama proses pengeringan, mengetahui suhu yang dihasilkan oleh alat pengering tipe bak dan mengetahui efisiensi alat pengering selama proses pengeringan berlangsung.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April - Mei 2018 di Desa Sidorejo dan Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan Program Studi Teknik Pertanian Universitas Lampung. Pada penelitian ini setiap kali ujinya menggunakan biji kakao sebanyak 2058 kg, dan proses pengeringan selama 12 jam. Parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi pengukuran kadar air

pada setiap jamnya, suhu pengeringan, pengukuran waktu pengeringan, bahan bakar yang terpakai, dan analisis efisiensi (beban uap air,energi input, dan efisiensi pengeringan) setiap pengujian dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.

Hasil penelitian menunjukkan waktu yang digunakan untuk mengeringkan kakao hingga mencapai kadar air rata-rata 6 - 8 % pada uji kinerja 1, 2, dan 3 masing-masing membutuhkan waktu 12 jam. Untuk laju pengeringan pada uji kinerja 1, 2, dan 3 memiliki sebesar 97,65 kgH₂O/Jam, 94,99 kgH₂O/Jam dan 82,19 kgH₂O/Jam. Konsumsi bahan bakar yang menggunakan kayu karet pada uji kinerja 1, 2, dan 3 sebanyak 728 kg, 738 kg dan 720 kg. Konsumsi bahan bakar solar yang terpakai oleh mesin diesel pada uji kinerja 1, 2, dan 3 sebanyak 8,10 ℓ (6,74 kg), 8,13 ℓ (6,76 kg) dan 8,16 ℓ (6,79 kg). Energi input pada uji kinerja 1, 2 dan 3 sebesar 13.131.585,6 kJ, 13.308.935,5 kJ dan 12.992.836,6 kJ. Energi output pada uji kinerja 1, 2, dan 3 sebesar 2.897.731,28 kJ, 2.823.772,5563 kJ dan 2.441.794,24 kJ. Sehingga efisiensi pengeringan pada uji kinerja 1, 2, dan 3 sebesar 22,06 %, 21,21 %, dan 18,79 %.

Kata kunci : pengering tipe bak; kakao; suhu; kadar air

**UJI KINERJA MESIN PENGERING KAKAO TIPE BAK DENGAN
SISTEM PENGHISAP UDARA PANAS DI DESA SIDOREJO,
KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

Oleh

Rizki Eprimal

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi

**: UJI KINERJA MESIN PENERING
KAKAO TIPE BAK DENGAN SISTEM
PENGHISAP UDARA PANAS DI DESA
SIDOREJO, KABUPATEN LAMPUNG
TIMUR**

Nama Mahasiswa

: Rizki Eprimal

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1414071085

Jurusan

: Teknik Pertanian

Fakultas

: Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP 19621010 198902 1 002

Ir. Budianto Lanya, M.T.
NIP 19580523 198603 1 002

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.**

Sekretaris : **Ir. Budianto Lanya, M.T.**

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si.**

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **01 Oktober 2018**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Rizki Eprimal NPM 1414071085. Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.** dan 2) **Ir. Budianto Lanya, M.T.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan.

Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggung jawabkannya.

Bandar Lampung, 01 Oktober 2018

Yang membuat pernyataan



Rizki Eprimal
NPM 1414071085

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Batusangkar Sumatera Barat, pada tanggal 08 Juni 1996, sebagai anak keempat dari keluarga Bapak Jamaludin (Alm) dan Ibu Ernizen. Penulis menyelesaikan pendidikan mulai dari Taman Kanak-Kanak Pada tahun 2002, SD Negeri 04 Gapura Kotabumi Lampung Utara pada tahun 2002-2008, SMP Negeri 07 Kotabumi Lampung Utara pada tahun 2008-2011, SMA Negeri 01 Kotabumi Lampung Utara pada tahun 2011-2014 dan terdaftar sebagai mahasiswa S1 Teknik Pertanian di Universitas Lampung pada tahun 2014 melalui jalur Ujian tertulis.

Pada tahun 2017 di bulan Juli-Agustus penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di PT Great Giant Pineapple di Terbanggi Besar Lampung Tengah dengan judul laporan “Mempelajari Penyiapan Tanah (*Land Preparation*) Pada Tanaman Nanas (*Ananas Comosus L.Merr.*) di PG 2 PT Great Giant Pineapple di Terbanggi Besar, Lampung Tengah. Pada tahun 2018 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik periode 1 di Desa Purwosari Kecamatan Kelumbayan Barat Kabupaten Tanggamus. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam mengikuti organisasi PERMATEP (Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian) sebagai anggota PERMATEP dan di tahun yang

sama penulis aktif di organisasi BEM UNILA (Badan Eksekutif Mahasiswa Universitas Lampung) sebagai anggota KMB X pada tahun 2014/2015. Penulis juga pernah terdaftar menjadi anggota KEMENLU BEM UNILA (Kementerian Luar Negeri Badan Eksekutif Mahasiswa Universitas Lampung) pada tahun 2015/2016. Dan penulis juga pernah mengikuti organisasi kedaerahan yaitu IKAM LAMPURA Distrik UNILA (Ikatan Keluarga Mahasiswa Lampung Utara Distrik Universitas Lampung) sebagai anggota dan sebagai kepala bidang Pengembangan Sumber Daya Manusia periode 2016/2017 dan penulis pernah menjadi Kepala Koordinator Bidang Pengembangan Sumber Daya Manusia di IKAM LAMPURA UTAMA pada periode 2017/2018. Penulis juga pernah mengikuti organisasi tingkat Fakultas yaitu BEM FP (Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian) Tahun 2015/2016 dan pernah menjadi anggota DPM FP (Dewan Perwakilan Mahasiswa Fakultas Pertanian) tahun 2016/2017. Penulis juga pernah menjadi anggota PANSUS PEMIRA (Panitia Khusus Pemilihan Rakyat pada Pemilihan Gubernur dan Wakil Gubernur Fakultas Pertanian) Tahun 2016/2017. Di bidang akademis penulis juga pernah aktif sebagai asisten dosen untuk mata kuliah Perbengkelan, Motor Bakar Traktor Pertanian, Alat dan Mesin Pertanian Tahun 2017, Hidrologi, Mekanisasi Pertanian 2018.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirobbil'aalamiin...

Kupersembahkan karya kecil ini untuk:

Ayahandaiku Jamaludin (Alm)

Ibundaiku Ernizen

Unikku Endriani Jayanti, S.Pd.,

Elen Dwi Jayanti, S.Pd. , Elvionita, S.T. dan

Kakaku Ahmadi, S.STP,, M.J.P.

Keluarga Besariku

Yang kucintai dan kubanggakan.

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“UJI KINERJA MESIN PENERING KAKAO TIPE BAK DENGAN SISTEM PENGHISAP UDARA PANAS DI DESA SIDOREJO, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR”** sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya kuliah dan menyusun skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Pembimbing pertama.
4. Bapak Ir. Budianto Lanya, M.T., selaku Pembimbing kedua sekaligus pembimbing akademik.
5. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si., selaku Pembahas.
6. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Pertanian.

7. Bapak Jamaludin (Alm) dan Ibu Ernizen selaku orang tua yang selalu memberikan dorongan semangat, nasihat, doa dan dukungannya selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
8. Bapak Haris dan Ibu iin selaku pemilik tempat pengeringan kakao yang sudah memberikan kesempatan untuk mengambil data penelitian.
9. Keluarga Besar Teknik Pertanian angkatan 2014.
10. Kamilia Qadarina, S.Pd., yang telah memberikan dukungan, semangat, dan menemani selama dikampus dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Teman-teman Praktik Umum (PU) di PT Great Giant Pineapple dan teman-teman satu kelompok Kuliah Kerja Nyata Tematik di Desa Purwosari Kecamatan Kelumbayan Barat.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan akan tetapi ada sedikit harapan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya dan semoga seluruh amal baik yang telah diberikan oleh semua pihak kepada penulis mendapatkan balasan pahala dari Allah SWT..

Bandar Lampung, 01 Oktober 2018
Penulis,

Rizki Eprimal

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Kakao.....	5
2.2. Pengertian dan Tujuan Pengeringan.....	8
2.3. Prinsip Dasar Pengeringan.....	9
2.4. Jenis Pengeringan.....	11
2.4.1. Pengeringan Buatan.....	12
2.4.2. Pengeringan Alami.....	14
2.5. Alat Pengering Tipe Bak.....	14
2.6. Unjuk Kerja/Kinerja.....	16
2.7. Penelitian Terdahulu.....	18
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1. Waktu dan Tempat.....	21
3.2. Alat dan Bahan.....	21
3.3. Metode Penelitian.....	21

3.4. Diagram Alir Penelitian.....	22
3.5. Prosedur Penelitian	23
3.5.1. Fungsional alat pengering kakao tipe bak	24
3.5.2. Struktural alat pengering kakao tipe bak.....	24
3.5.3. Mengeringkan biji kakao menggunakan tipe bak	25
3.6. Pengamatan dan Pengukuran.....	26
3.6.1. Pengukuran kadar air.....	26
3.6.2. Suhu pengeringan.....	27
3.6.3. Pengukuran waktu pengeringan	28
3.6.4. Bahan Bakar yang digunakan	28
3.7. Analisis Efisiensi	29
3.7.1. Beban Uap air.....	29
3.7.2. Laju Pengeringan	29
3.7.3. Energi Input (energi bahan bakar).....	30
3.7.4. Energi Output (energy yang di keluarkan).....	30
3.7.5. Efisiensi Pengeringan.....	31
 IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	 32
4.1. Proses Pengeringan Kakao	32
4.2. Suhu Pengeringan	34
4.2.1. Penyebaran Suhu Pada Ruang Plenum	35
4.2.2. Perubahan Suhu pada Bahan (Kakao).....	40
4.3. Pengukuran Kadar Air	45
4.4. Pengukuran waktu pengeringan.....	51
4.5. Penurunan Susut Bobot Pada Bahan Kakao	53
4.6. Energi Bahan Bakar Yang Digunakan.....	54
4.7. Analisis Efisiensi Pengeringan	56
4.7.1. Laju Pengeringan	56
4.7.2. Effisiensi Pengeringan	57
4.8. Kualitas Kakao Yang Dihasilkan	59

V. KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1. Kesimpulan	61
5.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	66
Tabel 6 - 17	66
Gambar 18 - 40.....	86

DAFTAR TABEL

Tabel	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Lama Pengeringan.....	52
2.	Penurunan susut bobot	53
3.	Kebutuhan Bahan Bakar	55
4.	Laju Pengeringan	56
5.	Effisiensi Pengeringan	58
6.	Persebaran suhu diruang plenum uji kinerja 1	67
<i>Lampiran</i>		
7.	Suhu ruang plenum uji kinerja 2	68
8.	Suhu ruang plenum uji kinerja 3	69
9.	Perubahan suhu bahan uji kinerja 1	70
10.	Perubahan suhu bahan uji kinerja 2	71
11.	Perubahan suhu bahan uji kinerja 3	72
12.	Penurunan kadar air uji kinerja 1	73
13.	Penurunan kadar air uji kinerja 2	74
14.	Penurunan kadar air uji kinerja 3	75
15.	Penurunan susut bobot pada sampel uji kinerja 1	76
16.	Penurunan susut bobot pada sampel uji kinerja 2	77
17.	Penurunan susut bobot pada sampel uji kinerja 3	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Kakao setelah dipanen dan biji kakao setelah dipisahkan dari kulitnya	8
2.	Biji kakao pada saat dijemur dengan sinar matahari.....	14
3.	Diagram Alir Penelitian	23
4.	Alat pengering tipe bak	25
5.	Penempatan tempat sampel biji kakao pada titik percobaan.....	27
6.	Skema tata letak pengambilan titik pengamatan suhu	28
7.	Grafik perubahan suhu di ruang plenum uji kinerja 1.....	35
8.	Grafik perubahan suhu di ruang plenum uji kinerja 2.....	36
9.	Grafik perubahan suhu di ruang plenum uji kinerja 3.....	36
10.	Nilai rata-rata perubahan suhu bahan pada setiap uji.....	40
11.	Perubahan suhu bahan uji kinerja 1	41
12.	Perubahan suhu bahan uji kinerja 2	42
13.	Perubahan suhu bahan uji kinerja 3	42
14.	Grafik rata-rata penurunan kadar air bahan pada setiap uji	45
15.	Grafik penurunan kadar air bahan uji kinerja 1	46
16.	Grafik penurunan kadar air bahan uji kinerja 2	47
17.	Grafik penurunan kadar air bahan uji kinerja 3	47
18.	Foto sebelum dan sesudah proses pengeringan biji kakao.....	60

Lampiran

19. Alat pengering kakao tipe bak (isometri/3D).....	86
20. Alat pengering kakao tipe bak (tampak Atas/3D).....	87
21. Alat pengering kakao tipe bak (tampak atas/2D).....	88
22. Dimensi dasar ruangan plenum bak pengering (tampak samping/2D).....	89
23. Dimensi ukuran ruang tungku pembakaran dan ruang aliran udara panas (tampak depan/2D).....	90
24. Dimensi ukuran tungku pembakaran, ruang aliran udara panas dan blower (tampak atas/2D).....	91
25. Dimensi ukuran tungku pembakaran dan diameter blower (tampak samping kanan/2D).....	92
26. Dimensi ukuran bak pengering (tampak depan/2D).....	93
27. Dimensi ukuran dari tungku pembakaran, ruang aliran udara panas, dan blower (tampak depan, atas, samping, belakang dan keseluruhan /2D).....	94
28. Sketsa dimensi ukuran jarak pengambilan suhu di ruang plenum.....	95
29. Alat pengering kakao tipe bak.....	96
30. Ruang pengering.....	96
31. Ruang pembakaran.....	97
32. Mesin diesel dan blower penghisap udara panas.....	97
33. Tempat pengeluaran kakao.....	98
34. Proses penimbangan bahan bakar (kayu karet).....	98
35. Proses penimbangan bahan kakao sebelum dikeringkan.....	99
36. Proses memasukan kakao ke ruang pengering menggunakan arko.....	99
37. Pengukuran suhu pada bahan menggunakan <i>thermometer</i>	100
38. Pengukuran kadar air menggunakan metode oven.....	100

39. Bahan bakar yang digunakan (kayu karet).....	101
40. Alat untuk mengambil sampel kakao	101
41. Proses memasukkan kakao kedalam karung setelah dikeringkan.....	102

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kakao merupakan salah satu komoditas unggulan subsektor perkebunan yang keberadaannya berperan sebagai sumber devisa negara yang memberikan kontribusi yang sangat penting dalam struktur perekonomian Indonesia (Arsyad et al. 2011). Komoditas kakao juga menjadipenyedia lapangan pekerjaan karena mampu menyerap tenaga kerja yang cukup besar. Selain itu kakao juga berperan dalam mendorong pengembangan wilayah dan pengembangan agroindustri (Rifin dan Nurdiyani 2007). Dari sisi luas areal, kakao menempati luar areal keempat terbesar untuk sub sektor perkebunan setelah kelapa sawit, kelapa, dan karet. Sebaliknya, dari sisi ekonomi kakao memberikan sumbangan devisa kelima terbesar setelah kelapa sawit dan karet (Hasibuan dkk. 2012). Luas areal perkebunan tanaman kakao Indonesia tahun 2015 mencapai 1.709.284 ha dengan produksi 593.331 ton.

Lampung merupakan salah satu provinsi penyumbang kakao terbesar di Indonesia, dengan luas lahan sebesar 71.192 ha dengan tingkat produksi mencapai 33.177 ton. Salah satu kabupaten penghasil kakao di Lampung adalah Kabupaten Lampung Timur yang memiliki luas lahan sekitar 14.300 ha dengan tingkat

produksi 8.802 ton. Sementara daerah lain adalah Lampung Selatan, Pesawaran, Tanggamus (Statistik Perkebunan, 2015).

Sebagai komoditi yang bernilai komersial, mutu merupakan faktor penting dalam menentukan keberhasilan untuk dapat merebut persaingan pasar kakao dunia.

Oleh karena itu, mutu kakao perlu dipertahankan dengan penerapan teknik pasca panen yang baik mulai dari saat kakao di panen sampai kakao siap diproses selanjutnya untuk mengurangi kehilangan kuantitatif dan kualitatif. Proses pasca panen meliputi serangkaian kegiatan penanganan hasil panen, mulai dari pemanenan sampai produk siap konsumsi. Penanganan pasca panen kakao merupakan salah satu mata rantai penting dalam usahatani kakao. Hal ini didasarkan kenyataan bahwa petani umumnya memanen kakao pada musim penghujan dengan kondisi kelembaban dan curah hujan yang masih tinggi.

Kadar air biji coklat setelah dipanen masih tinggi yaitu sekitar 51% - 60% sehingga memberikan peluang yang besar untuk cepat membusuk akibat adanya pertumbuhan mikroorganisme. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengeringan untuk mengurangi kadar air dalam biji kakao hingga 6%, yang bertujuan untuk memudahkan pelepasan nibs dari kulitnya, juga mencegah agar tidak ditumbuhi oleh mikroorganisme pembusuk sehingga dapat memperpanjang umur simpan (Susanto,1994). Pengeringan juga bertujuan untuk memperpanjang umur simpan dengan cara mengurangi kadar air untuk mencegah tumbuhnya mikroorganisme pembusuk. Dalam proses pengeringan dilakukan pengaturan terhadap suhu, kelembaban (RH) dan aliran udara. Perubahan kadar air dalam bahan pangan disebabkan oleh perubahan energi dalam proses pengeringan yang dapat

menghambat pertumbuhan mikroorganisme sehingga mampu mempertahankan mutu produknya terhadap perubahan fisik dan kimiawi (Riansyah dkk, 2013).

Salah satu alat pengering buatan untuk mengeringkan kakao adalah pengering tipe bak, akan tetapi jumlahnya yang masih sedikit di daerah-daerah. Pada saat ini terdapat alat pengering kakao tipe bak berkapasitas 2058 kg di Lampung Timur. Sebenarnya alat tersebut dapat menampung jumlah kakao dari 2058 kg tetapi karena masalah pada bahan buah kakao saat ini sulit diprediksi ketersediaannya, maka dari itu kapasitas buah kakao yang langkah hanya tersedia sebanyak 2058 kg.

Kondisi pada saat ini alat pengeringan kakao tersebut memiliki beberapa permasalahan. Dimensi ruang tungku pembakaran yang belum maksimal lebarnya yang membuat hasil pembakaran yang tidak efektif, yang menyebabkan banyak udara hasil pembakaran (api) yang keluar dari tungku pembakaran tersebut. Kedua, pada ruang saluran udara panas dari tungku pembakaran menuju mesin blower terdapat rongga-rongga yang tidak rapat antar sambungan yang mengakibatkan banyaknya udara panas yang keluar dari ruang aliran udara panas. Ketiga, pada setiap 2 jam sekali mesin diesel dimatikan karena dilakukan pembalikan buah kakao didalam bak pengering, yang menyebabkan terjadinya penurunan suhu udara pengeringan di ruang plenum. Dari kondisi tersebut mengakibatkan kinerja alat pengering biji kakao ini tidak bias berkerja secara maksimal, sehingga perlu untuk diketahui bagaimana kinerja dari alat pengering biji kakao tipe bak ini. Upaya untuk mengetahui kinerja tersebut yang melatar belakangi dilakukannya penelitian ini.

1.2. Perumusan Masalah

Alat pengering yang telah ada sebagian besar merupakan untuk keperluan industri. Dalam proses pengeringan alat tersebut yang berkapasitas 2 ton lebih ini tidak pernah diketahui kinerja semestinya. Sehingga bagaimana kinerja alat pengering biji kakao tipe bak ini yang bekerja pada kondisi yang kurang sempurna. Dimensi tungku pembakaran, merenggangnya dinding saluran udara panas, tidak konsistensya suhu udara diruang plenum dan adanya proses pembalikan kakao pada setiap 2 jam sekali yang mengakibatkan suhu panas yang dihasilkan tidak merata.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini yaitu :

1. Mengkaji kinerja alat pengering tipe bak ini untuk pengeringan bahan kakao
2. Mengetahui penurunan kadar air dari kakao selama proses pengeringan.
3. Mengetahui jumlah bahan bakar yang digunakan selama proses pengeringan.
4. Mengetahui efisiensi alat pengering selama proses pengeringan berlangsung
5. Mengetahui laju pengeringan pada proses pengeringan berlangsung.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Untuk memperluas informasi penggunaan alat pengering tipe bak ini untuk mengeringkan biji kakao.
2. Untuk memperoleh informasi kelebihan dan kekurangan alat pengering tipe bak untuk mengeringkan biji kakao terutama untuk menyempurnakan unjuk kerja.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kakao

Tanaman kakao (*Theobroma cacao L.*) adalah salah satu tanaman perkebunan yang dikembangkan luaskan dalam rangka peningkatan sumber devisa negara dari sektor non migas. Tanaman kakao merupakan salah satu anggota genus *Theobroma* dari familia. Nama biologi yang diberikan pada pohon kakao oleh Linnaeus pada tahun 1753. Tempat alamiah dari Genus *Theobroma* adalah di bagian hutan tropis dengan banyak curah hujan, tingkat kelembaban tinggi, dan teduh. Dalam kondisi seperti ini *Theobroma cacao* jarang berbuah dan hanya sedikit menghasilkan biji (Spillane, 1995).

Berdasarkan daerah asalnya kakao tumbuh dibawah naungan pohon-pohon yang tinggi. Habitat seperti itu masih dipertahankan dalam budi daya kakao dengan menanam pohon pelindung. Kakao mutlak membutuhkan naungan sejak tanam sampai umur 2 - 3 tahun. Tanaman muda yang kurang naungan pertumbuhannya akan terlambat. Tanaman ini juga tidak tahan angin kencang sehingga tanaman pelindung (penaung) dapat berfungsi sebagai penahan angin (Poedjiwidodo, 1996). Penaung kakao sangat diperlukan dalam mengatur intensitas sinar matahari, tinggi suhu, kelembaban udara, menahan angin, menambah unsur hara dan organik, menekan tumbuhan gulma, dan memperbaiki struktur tanah.

Intensitas sinar matahari untuk tanaman muda yang berumur 12 - 18 bulan sekitar 30 – 60 %. Sedangkan untuk tanaman yang sudah produktif, intensitas penyinaran adalah 50 – 75 % (Susanto,1994). Secara botani, sistematika tanaman kakao adalah sebagai berikut :

Divisio : Spermatophyta
Subdivisio : Angiospermae
Kelas : Dicotyledoneae
Ordo : Malvales
Familia : Sterculiaceae
Genus : Theobroma
Spesies : Theobroma cacao L.

Sejak fase pembuahan sampai menjadi buah dan matang, kakao memerlukan waktu sekitar 5 bulan. Buah matang dicirikan oleh perubahan warna kulit buah dan biji yang lepas dari kulit bagian dalam. Bila buah diguncang, biji biasanya berbunyi. Keterlambatan waktu panen akan berakibat pada berkecambahnya biji di dalam. Buah kakao yang masak berisi sekitar 30-40 biji yang terbungkus oleh lapisan lendir.

Kakao dibagi tiga kelompok besar yaitu Criollo, Forestero, dan Trinitario. Sifat kakao Criollo adalah pertumbuhannya kurang kuat, daya hasil lebih rendah daripada Forestero, relatif gampang terserang hama dan penyakit, permukaan kulit buah Criollo kasar, berbenjol dan alurnya jelas. Kulit ini tebal tetapi lunak sehingga mudah dipecah. Kadar lemak dalam biji lebih rendah daripada Forestero tetapi ukuran bijinya besar, bulat, dan memberikan citarasa khas yang baik. Lama

fermentasi bijinya lebih singkat daripada tipe Forestero. Berdasarkan tata niaga, kakao Criollo termasuk kelompok kakao mulia (fine flavoured), sementara itu kakao Forestero termasuk kelompok kakao lindak (bulk). Kelompok kakao Trinitario merupakan hibrida Criollo dengan Forestero. Sifat morfologi dan fisiologinya sangat beragam demikian juga daya dan mutu hasilnya (Wood, 1985 dalam Prawoto dan Sulistyowati. 2001).

Biji kakao mengandung berbagai macam komponen kimia, zat gizi, dan senyawa bioaktif di dalamnya. Komposisi kimia ini bervariasi setelah mengalami proses pengolahan menjadi produk. Komposisi kimia bubuk kakao berbeda dengan mentega kakao dan pasta coklat. Komposisi kimia bubuk kakao (natural) per 100 gram adalah mengandung kalori 228,49 kkal, lemak 13,5 g, karbohidrat 53,35 g, serat 27,90 g, protein 19,59 g, air 2,58 g, dan kadar abu 6,33 g, yang meliputi : kalium 1495,5 mg, natrium 8,99 mg, kalsium 169,45 mg, besi 13,86 mg, seng 7,93 mg, tembaga 4,61 mg, dan mangan 4,73 mg. Komponen senyawa bioaktif dalam bubuk kakao adalah senyawa polifenol yang berfungsi sebagai antioksidan. Kandungan polifenol total dalam bubuk kakao lebih tinggi dibandingkan dalam anggur maupun teh. Kelompok senyawa polifenol yang banyak terdapat pada kakao adalah flavonoid yaitu senyawa yang mengandung 15 atom karbon yang terdiri dari dua cincin benzene yang dihubungkan oleh rantai karbon (Wahyudi dkk, 2008).

Proses pascapanen kakao terdiri atas serangkaian kegiatan yang dimulai dari pemetikan, pemipilan biji kakao dari kulitnya, pengeringan, dan penyimpanan. Semua proses tersebut apabila tidak tertangani dengan baik akan menurunkan

kualitas produk karena berubahnya warna biji akibat terinfeksi cendawan, kakao mengalami kerusakan pada tekstur biji kakao dan tercampur benda asing yang membahayakan kesehatan (Firmansyah dkk, 2006).



Gambar 1. Kakao setelah dipanen dan biji kakao setelah dipisahkan dari kulitnya

2.2. Pengertian dan Tujuan Pengeringan

Pengeringan merupakan suatu metode pengawetan dengan cara mengurangi kadar air bahan pangan sehingga memiliki daya simpan yang cukup lama. Menurut Arianto (2010) dalam Hargono (2012) bahwa kadar air pada produk pangan yang aman disimpan dan untuk diolah lagi adalah 15% atau kurang maka aktivitas mikroba, bakteri, dan jamur menjadi terhambat sehingga jagung dapat dipasarkan ke tempat-tempat jauh dan akan tahan lama. Dari proses pengeringan, hasil yang diperoleh ialah bahan akhir yang memiliki kadar air setara dengan kadar air keseimbangan udara (atmosfir) atau setara dengan nilai aktifitas air (A_w) yang aman dari kerusakan mikrobiologis. Pengertian dari proses pengeringan berbeda dengan proses penguapan (evaporasi). Proses penguapan atau evaporasi merupakan suatu proses pemisahan uap air dalam bentuk murni dari suatu campuran yang berupa larutan atau bahan cair dalam jumlah volume yang relatif banyak.

Pengeringan merupakan salah satu proses serta teknologi yang telah lama dikenal untuk pengawetan bahan pangan. Banyak hasil pertanian maupun perkebunan yang hasilnya dapat dimanfaatkan setelah dikeringkan, diantaranya teh, kopi, jenis biji-bijian dan jenis palawija. Meski demikian adapun kerugian yang ditimbulkan pada proses pengeringan ini, yaitu terjadinya perubahan sifat fisik dan kimiawi bahan serta dapat terjadinya penurunan mutu bahan. Hasil pengeringan bahan pangan mempunyai tujuan dan berguna untuk :

1. Daya simpan lebih lama
2. Lebih awet karena menurunnya kadar air
3. Nilai ekonomi meningkat / bertahan.
4. Memudahkan pengemasan, pengangkutan dan penyimpanan karena volume berkurang.
5. Memudahkan dan mengurangi biaya transportasi.

2.3. Prinsip Dasar Pengeringan

Prinsip dasar proses pengeringan adalah proses terjadinya pindah panas dari alat pengering dan difusi air (pindah massa) dari bahan yang dikeringkan. Pindah panas air tersebut memerlukan perubahan fase air dari cair menjadi uap, sehingga proses perubahan tersebut memerlukan panas laten. Menurut Djaeni, dkk (2011) pengering dengan pemanasan konveksi (oven, fluidisasi) dimana udara panas dihasilkan melalui proses pemanasan baik dengan steam, listrik, atau gas hasil pembakaran, lebih handal dari pengering matahari. Pada sistem ini waktu operasi lebih singkat, kontaminasi produk rendah, kadar air dalam produk dapat dikontrol, tidak ada ketergantungan terhadap musim, serta biaya buruh dapat ditekan.

Namun kualitas produk mengalami penurunan akibat introduksi panas, dan efisiensi pengeringan rendah atau boros energi. Bahkan pada pengeringan kakao dengan suhu $>80^{\circ}\text{C}$ terjadi kerusakan pada tekstur dan kandungan proteinnya.

Pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Dalam hal ini kandungan uap air udara lebih sedikit atau udara mempunyai kelembaban nisbi yang rendah sehingga terjadi penguapan. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan yaitu faktor yang berhubungan dengan udara pengering seperti suhu, kecepatan aliran udara pengering, dan kelembaban udara, sedangkan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang dikeringkan berupa ukuran bahan, kadar air awal, dan tekanan parsial dalam bahan.

Proses pengeringan dengan memanfaatkan perpindahan panas, dapat terjadi melalui dua cara yaitu pengeringan langsung dan pengeringan tidak langsung. Pengeringan langsung merupakan cara pengeringan dengan sumber pemanas berhubungan langsung dengan bahan yang dikeringkan, sedangkan pengeringan tidak langsung yaitu sumber panas dilewatkan melalui zat perantara atau benda padat kemudian zat perantara tersebut yang langsung berhubungan dengan produk bahan dikeringkan

Pengeringan bertujuan untuk memperpanjang umur simpan dengan cara mengurangi kadar air untuk mencegah tidak ditumbuhi oleh mikroorganisme pembusuk. Dalam proses pengeringan dilakukan pengaturan terhadap suhu, kelembaban (humidity) dan aliran udara. Perubahan kadar air dalam bahan pangan

disebabkan oleh perubahan energi dalam sistem. Untuk itu, dilakukan perhitungan terhadap neraca energi untuk mencapai keseimbangan.

Alasan yang mendukung proses pengeringan dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme adalah untuk mempertahankan mutu produk terhadap perubahan fisik dan kimiawi yang ditentukan oleh perubahan kadar air, mengurangi biaya penyimpanan, pengemasan dan transportasi, untuk mempersiapkan produk kering yang akan dilakukan pada tahap berikutnya, menghilangkan kadar air yang ditambahkan akibat selama proses sebelumnya, memperpanjang umur simpan dan memperbaiki kegagalan produk. Produk kering dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan produk baru (Napitupulu dkk, 2012)

2.4. Jenis Pengeringan

Jenis pengering yang sesuai untuk suatu produk pangan ditentukan oleh kualitas produk akhir yang diinginkan, sifat bahan yang dikeringkan, serta biaya produksi atau pertimbangan ekonominya dan oleh sebab itu pemilihan jenis pengering harus tepat. Berbagai jenis dan cara dapat dilakukan untuk menghasilkan produk kering suatu bahan, produk kering mempunyai daya simpan yang cukup lama.

Tujuan pengeringan dilakukan yaitu untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam bahan, jenis pengeringan dibedakan menjadi dua yaitu pengering buatan dan pengering alami. Pengeringan buatan yaitu pengeringan yang metode dan proses pelaksanaannya mudah dikontrol serta meminimalkan kontaminasi produk bahan pangan, sedangkan pengeringan alami yaitu pengeringan yang memanfaatkan energi alam yang ada disekitar serta rentan terkena bakteri dan mudah kontaminasi pada bahan.

2.4.1. Pengeringan Buatan

Pengering buatan yang merupakan suatu teknologi yang didesain dengan kombinasi beberapa alat seperti heater (penghasil panas energi listrik), mesin diesel (blower penghembus udara), termometer serta ruangan. Jenis-jenis pengering tersebut meliputi pengeringan matahari, pengeringan udara panas, pengeringan cabinet, pengeringan rumah kaca, dan pengeringan terowongan.

1. Pengeringan Matahari (*Solar Drying*)

Metode pengeringan ini tetap menggunakan energi matahari, tetapi tidak secara langsung. Solar drying merupakan pengeringan yang menggunakan kombinasi antara energi panas matahari dengan komponen atau alat pengumpul panas yang kemudian disalurkan ke ruang pengering yang berisi produk bahan pangan. Komponen pengumpul panas ini disebut solar collector dan biasanya untuk mempercepat pengeringan bahan diletakkan dalam sebuah wadah (tray) yang tersusun dalam ruang pengering.

2. Pengeringan Udara Panas (*Hot Air Drying*)

Metode ini menggunakan udara panas yang dihembuskan ke bagian ruang pengering. Peralatan pengering udara panas tersusun dari pembakar gas yang menghasilkan udara panas, kemudian udara panas dialirkan melalui celah yang sudah disediakan serta bahan pangan yang dikeringkan diletakkan dalam susunan rak pengering.

3. Pengeringan Kabinet (*Cabinet Drying*)

Metode ini menggunakan alat pengering sistem batch dengan proses pengeringan dilakukan menggunakan suhu yang konstan. Pada jenis alat ini terdiri dari ruang tertutup yang dilengkapi dengan alat pemanas, kipas sirkulasi udara serta inlet dan outlet udaranya.

4. Pengering Rumah Kaca

Pengering rumah kaca pada prinsipnya adalah ruang tertutup oleh dinding atau atap transparan (bening) sehingga sinar matahari dapat masuk ke dalam ruangan. Udara panas dalam ruangan ditangkap sehingga suhu dalam lebih panas dibanding dengan suhu diluar ruangan. Suhu yang tinggi tersebut yang dimanfaatkan untuk mempercepat proses penguapan air dari produk bahan pangan. Dalam ruang pengering tidak ada pergerakan udara sehingga mengurangi kecepatan pengeringan ikan. Namun untuk keseluruhan alat jenis ini mampu mengeringkan lebih cepat daripada mengeringkan di tempat terbuka. Uap air dilepaskan keluar melalui celah-celah sambungan dinding. Pengeringan jenis ini memberikan bantuan peningkatan mutu dalam jumlah besar seperti peningkatan ke higienisan produk.

5. Pengering Terowongan

Alat ini digunakan untuk pengeringan bahan dengan bentuk dan ukuran yang seragam. Biasanya bahan yang dikeringkan berbentuk butiran, sayatan/iris dan bentuk padatan lainnya. Selanjutnya bahan yang akan dikeringkan ditebarkan dengan tebal lapisan tertentu di atas baki atau anyaman kayu ataupun lempengan logam. Bak yang sudah ada tebaran bahan kemudian ditumpuk di atas sebuah

rak/lori/truk. Jarak antara baki diatur sehingga memungkinkan udara panas dengan bebas dapat melewati tiap bak, sehingga pengeringan dapat seragam.

2.4.2. Pengeringan Alami

Pengeringan alami yang memanfaatkan energi alam seperti sinar matahari dan kecepatan angin yang berhembus sehingga terjadi proses pengeringan bahan. Pengering ini dapat dilakukan dengan cara penjemuran atau menaruh bahan di bawah sinar matahari secara langsung. Penjemuran merupakan proses pengeringan yang sangat sederhana sebab sinar matahari tersedia dan sangat murah karena tidak memerlukan peralatan khusus. Pengering alami ini dapat dilakukan dengan mudah pada daerah tropis, tetapi akan bermasalah saat musim hujan sebab bahan akan turun kualitasnya karena pengeringan terhambat.



Gambar 2. Biji kakao pada saat dijemur dengan sinar matahari

2.5. Alat Pengering Tipe Bak

Pengering adalah proses adalah proses penurunan kadar air suatu biji-bijian sampai tingkat kadar air tertentu. Proses pengeringan berlaku apabila bahan yang dikeringkan kehilangan sebagian atau keseluruhan air yang dikandungnya (Bank Pengetahuan Tanaman Pangan Indonesia, 2010). Proses pengeringan selama ini

menggunakan beberapa cara antara lain menggunakan bantuan sinar matahari dan mesin pengering. Pengeringan dengan menggunakan tipe bak adalah salah satu cara mengatasi pengeringan yang efektif dan dengan cara mudah. Proses pengeringan dengan batch dryer dapat dilakukan kapan saja atau tidak tergantung cuaca dan ruang. Selain itu, pengeringan dengan batch dryer tidak membutuhkan banyak tenaga kerja (Nainggolan dkk, 2013).

Pada pengering kakao tipe bak terdapat komponen-komponen yaitu blower, ruang plenum dan bak pengering. Ruang pengering berfungsi untuk menempatkan biji kakao yang akan dikeringkan, permukaan diratakan, tebal maksimum 12 cm, dan pada setiap 2 jam sekali perlu pembalikan. Antara ruang pengering bagian atas dan ruang plenum (bagian bawah) dibatasi oleh besi pelat baja (pelat lubang) dengan garis tengah lubang 0,5 cm. Ini dimaksudkan agar udara panas dengan mudah masuk ke dalam biji kakao, tetapi biji kakao tidak dapat jatuh ke ruang plenum. Pada setiap sisi ruang plenum dipasang 6 termometer jarum dengan kapasitas ukur 100 °C untuk mengukur suhu pengeringan sesuai dengan yang diinginkan (tergantung kepada komoditas dan tujuan dari pengeringan). Ruang plenum berfungsi menampung udara panas dengan suhu dan tekanan tertentu. Tekanan udara panas di dalam ruang plenum merupakan tekanan statis, sehingga memungkinkan tekanan terhadap semua titik pada luas permukaan biji kakao di dalam ruang pengering sama. Hal ini sangat penting sehingga kecepatan aliran udara pengering menembus tumpukan biji kakao di semua titik sama dan seluruh gabah akan kering secara bersamaan (Badan Litbang Pertanian, 2011). Gambar alat pengering kakao tipe bak dapat dilihat gambar pada lampiran 3.

2.6. Unjuk Kerja/Kinerja

Alat pengering kakao tipe bak ini sebelumnya beroperasi dengan bahan kakao yang seadanya saja dan tidak pernah pada sebelumnya dilakukan pengujian alat pengering kakao tipe bak ini dengan diteliti setiap melakukan pengeringan.

Maka dari itu dilakukan lah pengujian alat pengering kakao ini supaya mendapatkan hasil yang maksimal dalam kinerja proses pengeringan. Pengujian alat merupakan tahapan terpenting dalam suatu alat, karena dengan adanya suatu pengujian kita dapat mengetahui kinerja dari alat tersebut, apakah dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya dan sesuai dengan apa yang ditargetkan, serta dari hasilnya kita dapat mengetahui kelebihan dan kekurangan dari alat itu (Parhan, 2014).

Untuk mengetahui unjuk kerja dari alat pengering kakao tipe bak ini dilakukan pengujian terhadap alat tersebut. Adapun jenis-jenis pengujian yang dilakukan konsumsi bahan bakar yang digunakan, pengukuran kadar air, suhu pengeringan, pengukuran waktu pengeringan.

1. Konsumsi Bahan Bakar yang digunakan

Menurut Oberton dkk, (2017), Konsumsi bahan bakar spesifik atau *specific fuel consumption* (SFC) didefinisikan sebagai jumlah bahan bakar yang dipakai untuk menghasilkan satu satuan daya dalam waktu satu jam.

2. Pengukuran Kadar air

Kadar air merupakan salah satu sifat fisik dari bahan yang menunjukkan banyaknya air yang terkandung di dalam bahan. Kadar air biasanya dinyatakan dengan persentase berat air terhadap bahan basah atau dalam gram air yang disebut dengan kadar air basis basah (bb). Berat bahan kering atau

padatan adalah berat bahan setelah mengalami pemanasan beberapa waktu tertentu sehingga beratnya tetap atau konstan (Safrizal, 2010). Penurunan berat bahan menggambarkan jumlah uap air yang menguap atau dapat menunjukkan kadar air saat itu. Sampel bahan pada titik percobaan ditimbang sebelum dikeringkan dan diukur kadar airnya setiap 1 jam selama proses pengeringan.

3. Suhu Pengeringan

Alat pengering tipe bak ini didesain menggunakan komponen utama bak segi empat yang terbuat dari bangunan semen dan batu bata, lalu untuk plat plenumnya terbuat dari besi baja, dan untuk menggerakkan udara masuk ke ruang plenum dibantu dengan mesin diesel berdaya 6,5 Hp. Alat pengering ini didesain dengan dimensi ruang pengering tinggi 120 cm, lebar bak pengering 500 cm, dan panjang bak pengering 724 cm. Pengukuran suhu dilakukan selama proses pengeringan kakao sampai dengan selesai dalam rentang waktu 1 jam dan dilakukan pada ruang pengering dan suhu lingkungan dengan menggunakan thermometer. Suhu yang ditimbulkan oleh alat pengering tipe bak ini berasal dari udara panas yang naik ke bahan kakao, lalu suhu tersebut naik dan lepas di udara, dan mengakibatkan suhu disekitar alat pengeringan menjadi panas.

4. Pengukuran waktu pengeringan

Pengukuran waktu pengeringan dimulai pada saat mesin dinyalakan, dan pengukuran waktu sampai kadar air bahan kakao rata-rata 6%.

2.7. Penelitian Terdahulu

Kajian penelitian terdahulu yang berkaitan dan relevan dengan uji kinerja alat pengering kakao tipe bakantara lain:

1. Uji Kinerja Alat Pengering Tipe Batch Skala Lab Untuk Pengeringan Gabah Dengan Menggunakan Bahan Bakar Sekam Padi ditulis Oleh Sri Rezeky dkk (2013), hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata suhu pengeringan dan kadar air untuk ketiga urutan perlakuan tersebut masing-masing sebesar 34,78°C dan 13,97%; 34,20°C dan 13,77%; 37,92°C dan 13,67%. Semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin singkat waktu pengeringan dan semakin rendah tumpukan gabah akan semakin singkat proses pengeringan. Bahan bakar sekam padi untuk ketiga urutan perlakuan tersebut masing-masing sebanyak: 12kg, 14kg, dan 16kg. Lama pengeringan untuk ketiga urutan perlakuan tersebut masing-masing adalah selama 10, 11, 3 jam, dan 12 jam. Efisiensi pengeringan untuk ketiga urutan perlakuan tersebut masing-masing sebesar 3,05%, 3,41%, dan 3,63%. Massa 1 kg sekam padi dapat mengeringkan 1,35 kg gabah basah.
2. Uji Teknis Alat Pengering Tipe Bak (Bad Dryer) Untuk Pengering Jagung (zea mays L.) Dengan Menggunakan Bahan Bakar Minyak Tanah ditulis Oleh Izer dkk (2008), pada pengeringan jagung pipil diperoleh data yaitu ketebalan 5 cm membutuhkan waktu selama 3 jam dari kadar air awal 20,60 % menjadi kadar air 13,54 %. Besarnya efisiensi pemanasan 51,30 %, efisiensi penguapan 8,72 %, dan efisiensi pengeringan 4,47 %. Untuk pengeringan jagung pipil ketebalan 10 % membutuhkan waktu selama 4 jam dari kadar akhir awal 20,60 % menjadi

kadar air akhir 13,41 %. Besarnya efisiensi pemanasan 33,76 %, efisiensi penguapan 6,75 %, dan efisiensi pengeringan 6,97 %. Dan untuk pengeringan jagung pipil ketebalan 15 cm membutuhkan waktu selama 5 jam dari kadar air awal 20,60 % menjadi kadar air akhir 13,73 %. Besarnya efisiensi pemanasan 28,28 %, efisiensi penguapan 2,88 %. Dan efisiensi pengeringan 8,15 %.

3. Uji Kinerja Alat Pengering Silinder Vertikal Pada Proses Pengeringan Jagung (*Zea mays ssp, mays*) ditulis Oleh Made dkk (2018), Hasil penelitian menunjukkan waktu yang digunakan untuk mengeringkan jagung hingga mencapai kadar air rata-rata 12-14 % pada setiap uji berbeda-beda. Uji kinerja 1 membutuhkan waktu 8 jam, uji kinerja 2 membutuhkan waktu 7 jam dan uji kinerja 3 membutuhkan waktu 6 jam. Tetapi laju pengeringan untuk setiap uji kinerja hampir memiliki nilai yang sama sekitar 5 kgH₂O/Jam. Konsumsi bahan bakar pada uji kinerja 1 sebanyak 22,4 kg, uji kinerja 2 sebanyak 18,2 kg dan uji kinerja 3 sebanyak 17,7 kg. Energi input pada uji kinerja 1 sebesar 441.540 kJ, energi input uji kinerja 2 sebesar 358.823 kJ dan energi input pada uji kinerja 3 sebesar 348.849 kJ. Energi output pada uji kinerja 1 sebesar 104.027 kJ, energi output uji kinerja 2 sebesar 96.520 kJ dan energi output uji kinerja 3 sebesar 82.246 kJ. Sehingga efisiensi total pengeringan pada uji kinerja 1 sebesar 23,56%, uji kinerja 2 sebesar 26,90% dan uji kinerja 3 sebesar 23,57%.

4. Uji Kinerja Mesin Pengering Kakao Lindak (Bulck Cacao) Tipe Bak ditulis Oleh Devi (2011), hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai efisiensi panas pada pengeringan langsung (*cocoa dryer*) sebesar 32,510%, sedangkan pada pengeringan kombinasi sebesar 24,775%. Dari kedua cara pengeringan ini

mempunyai karakteristik (kelebihan dan kekurangan) yang berbeda. Pada pengeringan langsung (*cocoa dryer*) kelebihanannya yaitu tidak tergantung pada cuaca, suhu dapat dikendalikan, tidak membutuhkan lahan yang luas dan pengawasannya lebih mudah. Sedangkan kekurangannya yaitu membutuhkan bahan bakar yang lebih banyak, warna dari biji kakao yang dihasilkan akan pucat, jika suhu pengeringannya terlalu besar akan menimbulkan *case hardening*. Pada pengeringan kombinasi juga mempunyai kelebihan yaitu penggunaan bahan bakar lebih sedikit, terjadi pembentukan aroma dan warna coklat yang merata. Sedangkan kekurangan dari pengeringan kombinasi yaitu tergantung pada cuaca, membutuhkan lahan yang relative luas, membutuhkan tenaga kerja yang cukup banyak dan pengawasannya sulit.

Penelitian ini menarik untuk dilakukan karena masih sedikit peneliti yang meneliti mengenai uji kinerja alat pengering kakao tipe bak dengan system penghisap udara panas. Selain itu, jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu yang relevan maka penelitian ini memiliki beberapa persamaan dan perbedaan. Secara mendasar, perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu yaitu adanya perbedaan antara analisis yang dilakukan, latar belakang, mesin, lokasi penelitian, dan tujuan penelitian. Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini memiliki keunggulan karena terdapat analisis dan parameter yang berbeda dengan penelitian terdahulu.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan bulan Mei 2018 di Desa Sidorejo, Kecamatan Sekampung Udik Lampung Timur dan Laboratorium Rekayasa Sumberdaya Air dan Lahan Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat pengering tipe bak, timbangan digital, timbangan duduk ukuran besar, thermometer, sekop besi, alat ukur kadar air dengan metode oven, mesin diesel beserta blower, kawat berlubang berdiameter (0,5 cm) lalu dibuat ukuran 5x5x5 cm. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kayu karet sebagai bahan bakar, bahan bakar solar untuk menggerakkan mesin diesel dan bahan biji kakao 6.174 kg kakao.

3.3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini metode penelitian yang digunakan metode percobaan dengan menggunakan bahan baku biji kakao sebanyak 2058 kg dan diulang sebanyak 3x

dalam proses unjuk kinerja alat pengering kakao tersebut. Parameter yang digunakan yaitu penurunan bobot kadar air pada kakao, suhu pengeringan, waktu pengeringan, dan bahan bakar yang digunakan.

3.4. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan tahap persiapan alat dan bahan, penimbangan bahan kayu bakar dan bahan kakao, penempatan alat untuk pengamatan parameter, proses pengeringan kakao, pengamatan parameter, penimbangan kakao setelah dikeringkan. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 3.

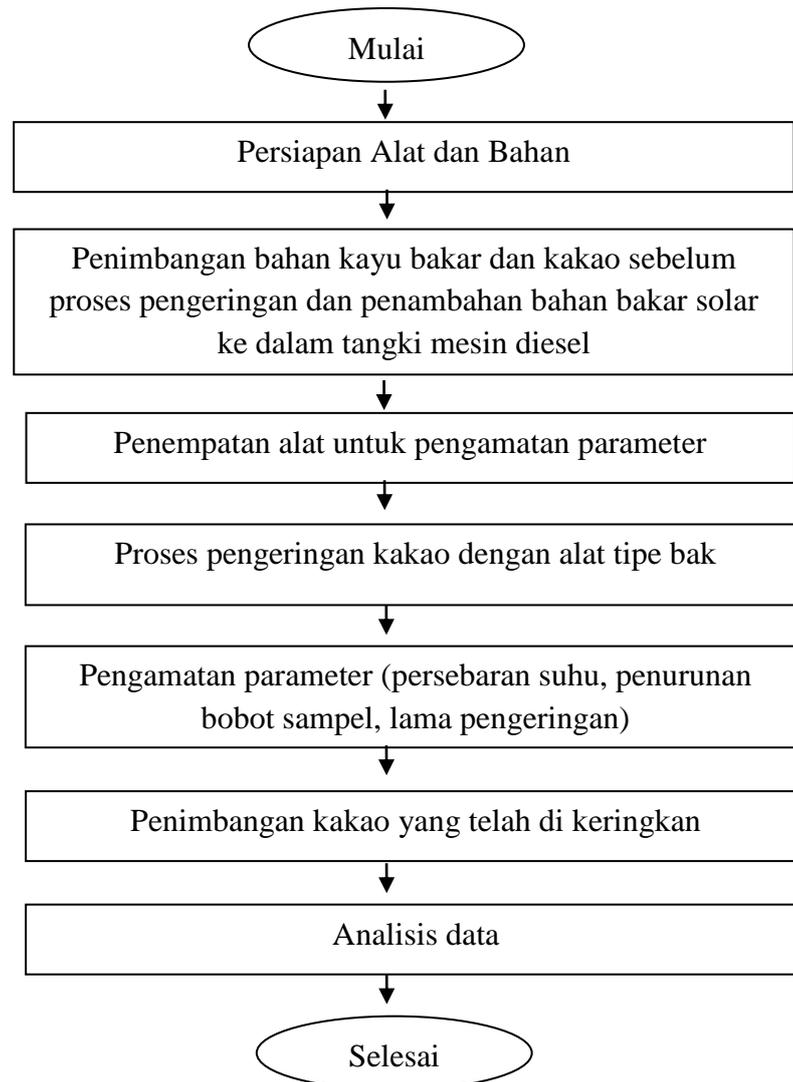
3.5. Prosedur Penelitian

3.5.1. Fungsional alat pengering kakao tipe bak

Alat Pengering yang dibuat berdasarkan fungsinya dapat dibagi menjadi beberapa bagian antara lain : ruang pengering, alas pengering, ruang pemanasan, ruang pembakaran, ruang plenum, mesin diesel.

a. Ruang pengering

Ruang pengeringan adalah bagian dari keseluruhan dan bagian pengering termasuk didalamnya wadah pengering dan ruang plenum. Berfungsi untuk mengeringkan bahan.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

b. Alas pengering

Alas pengering berfungsi untuk mengaliri suhu udara panas ke ruang plenum yang dihasilkan oleh pembakaran kayu karet pada ruang pembakaran untuk proses pengeringan.

c. Ruang pembakaran

Ruang pembakaran berfungsi sebagai tempat pembakaran kayu karet yang akan menghasilkan suhu udara panas yang dihisap oleh blower menuju ke ruang plenum.

d. Ruang plenum

Ruang plenum berfungsi untuk meratakan udara pengeringan yang masuk melalui hisapan blower.

e. Mesin diesel

Mesin diesel berfungsi untuk menggerakkan blower dan menghantarkan udara panas hasil pembakaran dalam proses pengeringan.

3.5.2. Struktural alat pengering kakao tipe bak

a. Ruang pengering

Ruang pengering tipe bak berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 920 cm, lebar bak pengering 627 cm, dan tinggi bak pengering 24 cm.

b. Alas pengering

Alas pengering terletak diruang pengering, berada tepat diatas ruang plenum.

Dibentuk dari plat baja yang dilubangi dengan ukuran 0,5 cm - 0,75 cm

Alat pengering menggunakan mesin diesel berdaya 6,5 Hp.

c. Ruang pembakaran

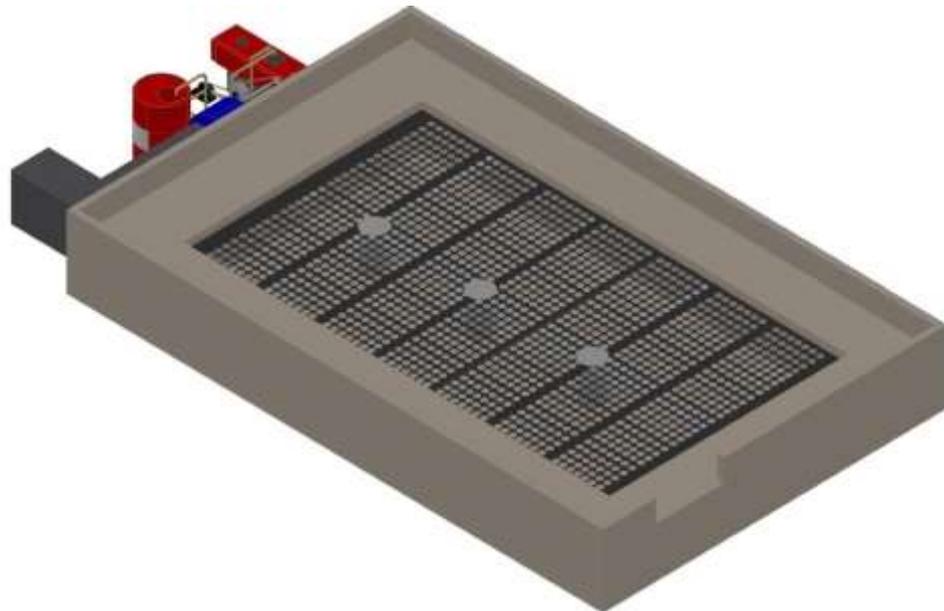
Ruang pembakaran disebut juga tungku pembakaran terbuat dari bangunan semen dan batu bata yang berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 160cm, lebar 51cm, dan tinggi 70 cm.

d. Ruang plenum

Ruang plenum berada dibawah bak pengering. Ruang plenum berbentuk persegi panjang dengan ukuran 730 cm x 490 cm x 79 cm.

e. Mesin diesel

Mesin diesel yang digunakan adalah merek Yanmar mempunyai daya sebesar 6,5 Hp. Mesin diesel ini bertujuan untuk menggerakkan blower yang berfungsi untuk menghisap suhu udara panas yang dihantarkan ke ruang plenum.



Gambar 4. Alat pengering tipe bak

3.5.3. Mengeringkan biji kakao menggunakan tipe bak

Sebelum proses pengeringan dilakukan, kakao ditimbang terlebih dahulu dengan menggunakan timbangan duduk dengan tujuan untuk mengukur bobot awal atau massa. Sampel kakao yang digunakan untuk pengeringan dengan alat pengering tipe bak diukur kadar airnya diambil sampel dengan menggunakan alat ukur

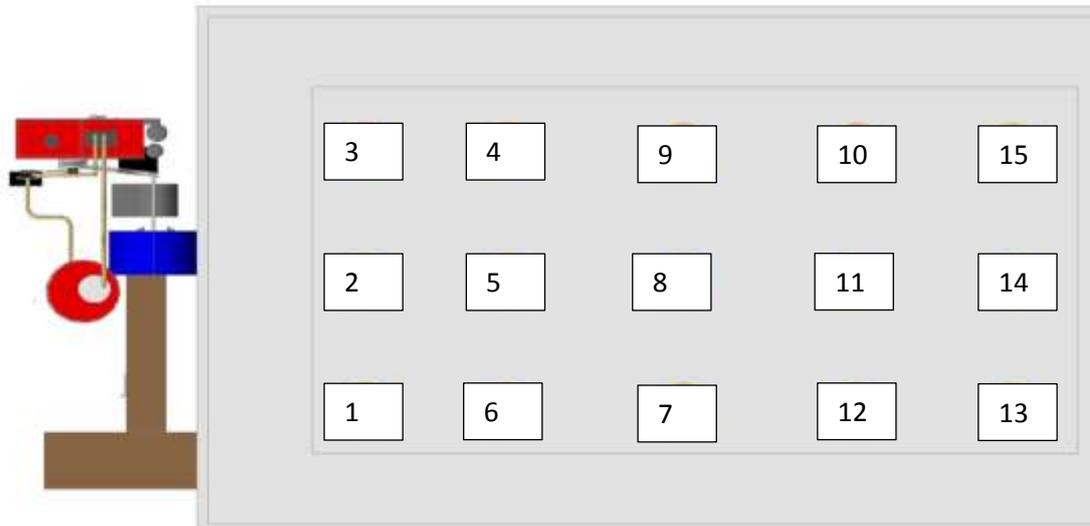
(metode open) untuk mengetahui kadar air awal bahan. Proses pengeringan dilakukan dengan menggunakan kakao sebanyak 2058 kg. Proses pengeringan akan dihentikan jika kadar air rata-rata sampel telah mencapai rentang kadar air antara 6 % - 8 %.

3.6. Pengamatan dan Pengukuran

Proses pengeringan dilakukan dalam 4 tahapan yaitu pengukuran kadar air, pengukuran suhu pengeringan, pengukuran waktu pengeringan, dan pengukuran bahan bakar yang digunakan. Di bawah ini adalah penjelasan tahapan-tahapan yang dilakukan pada saat melakukan pengukuran dalam proses pengeringan, yaitu:

3.6.1. Pengukuran kadar air

Penurunan berat bahan menggambarkan jumlah uap air yang menguap atau dapat menunjukkan kadar air pada biji kakao tersebut. Sampel biji kakao yang terletak pada titik percobaan ditimbang terlebih dahulu sebelum dikeringkan dan diukur kadar airnya setiap 1 jam selama sampai proses pengeringan selesai. Pengeringan akan dihentikan jika kadar air rata-rata bahan telah mencapai rentang 6%-8% dengan asumsi bahan secara umum telah mencapai kadar air yang telah ditentukan oleh standar gudang pemasaran. Dapat dilihat pada gambar 5 posisi peletakkan rangka sampel kakao.



Gambar 5. Penempatan tempat sampel biji kakao pada titik percobaan

Kadar air dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kadar Air (\% bb)} = \frac{A1 - A2}{A1} \times 100 \% \dots\dots\dots (1)$$

dimana : A1 = Berat awal sampel (gr),

A2 = Berat akhir sampel (gr)

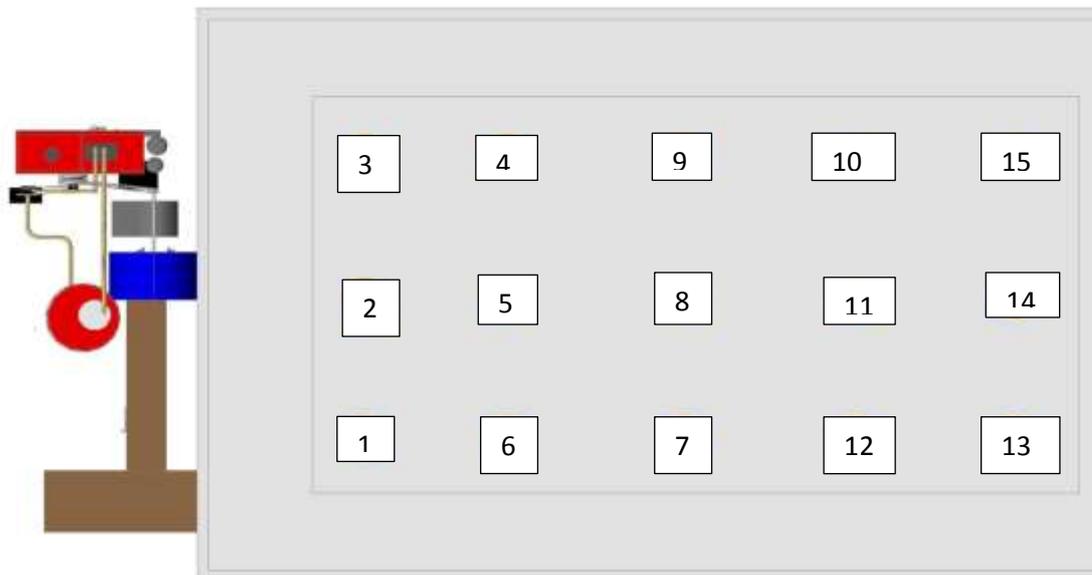
% bb = Berat basah

Penurunan berat bahan menggambarkan jumlah uap air yang menguap atau dapat menunjukkan kadar air saat itu. Sampel bahan pada titik percobaan ditimbang sebelum dikeringkan dan diukur kadar airnya setiap 1 jam selama proses pengeringan.

3.6.2. Suhu pengeringan

Alat pengering tipe bak ini didesain menggunakan komponen utama bak segi empat yang terbuat dari bangunan semen dan batu bata, lalu untuk plat plenumnya terbuat dari besi baja, dan untuk menggerakkan udara masuk ke ruang plenum dibantu dengan mesin diesel berdaya 6,5 Hp. Alat pengering ini didesain dengan

dimensi ruang pengering tinggi 120 cm, lebar bak pengering 500 cm, dan panjang bak pengering 724 cm. Pengukuran suhu dilakukan selama proses pengeringan kakao sampai dengan selesai dalam rentang waktu 1 jam dan dilakukan pada ruang pengering dan suhu lingkungan dengan menggunakan termometer skala 110 °C yang diletakkan di titik titik percobaan.



Gambar 6. Skema tata letak pengambilan titik pengamatan suhu

3.6.3. Pengukuran waktu pengeringan

Lama waktu pengeringan adalah dimulai saat mesin diesel dan bahan bakar kayu karet dihidupkan hingga bahan mencapai kadar air rata-rata sampel 6 – 8 %.

3.6.4. Bahan Bakar yang digunakan

Konsumsi bahan bakar kayu karet dicatat selama proses pengeringan berlangsung hingga kadar air kakao mencapai 6 – 8 %. Persamaan yang digunakan adalah :

$$BB = BB_{awal} - BB_{akhir} \dots \dots \dots (2)$$

- dimana : BB : Massa bahan bakar yang digunakan (kg)
 BB_{awal} : Massa bahan bakar awal (kg)
 BB_{akhir} : Massa bahan bakar akhir (kg)

3.7. Analisis Efisiensi

3.7.1. Beban Uap air

Beban uap air kakao adalah jumlah air yang harus diuapkan sehingga mencapai kadar air yang diinginkan. Beban uap air dihitung berdasarkan persamaan konsep kesemimbangan massa bahan kering :

$$F \cdot Bk \text{ awal} = F \cdot Bk \text{ akhir} \dots \dots \dots (3)$$

$$V = F - P$$

- Dimana : F = berat biji yang dikeringkan (kg)
 Bk awal = berat kering ka awal (kg)
 Bk akhir = berat kering ka akhir (kg)
 P = berat biji setelah dikeringkan (kg)
 V = berat air yang diuapkan (KgH₂O)

3.7.2. Laju Pengeringan

Laju perpindahan air (W) dihitung berdasarkan 2 (dua) persamaan Sukatma (1994) dalam Fathani (2008) :

$$W_1 = \frac{V}{t}, \text{ dan } \dots \dots \dots (4)$$

$$W_2 = \frac{m_1 - m_2}{t} \dots \dots \dots (5)$$

- Dimana : W₁ = laju perpindahan air (kg H₂O/jam)
 W₂ = laju perpindahan air (% bb/jam)

- V = Beban uap air (kg H₂O)
 m_1 = kadar air awal (%)
 m_2 = kadar air akhir (%)
t = waktu pengeringan (jam)

3.7.3. Energi Input (energi bahan bakar)

Energi yang dimanfaatkan untuk menguapkan air dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$q = (m_{bb} \times Q_{kayu\ karet}) + (Q_{solar} \times M_{solar}) \dots \dots \dots (6)$$

dimana : m_{bb} = massa bahan bakar yang digunakan (kayu karet) (kg)

$Q_{kayu\ karet}$ = nilai kalor jenis kayu karet (kJ/kg)
(4.212,04 kal/gram = 17.623,1754 kJ/kg),
Komarayati dkk, 1995.

Q_{solar} = nilai kalor jenis solar (kJ/kg)
(44.799,67 kJ/kg), Iqbal M, 2014.

Masa_{solar} = Banyaknya bahan bakar solar yang terpakai (Liter)

3.7.4. Energi Output

Jumlah energy yang terpakai untuk memanaskan dan menguapkan air pada biji kakao selama pengeringan dapat dihitung dengan persamaan Taib, dkk (1988) dalam Fathani (2008)

$$\sum Q = Q_1 + Q_2 \dots \dots \dots (7)$$

Dimana : $\sum Q$ = jumlah panas yang digunakan untuk memanaskan dan menguapkan air bahan (kJ)

Q_1 = jumlah panas yang digunakan untuk menguapkan air bahan (kJ)

Q_2 = Jumlah panas yang digunakan untuk memanaskan bahan (kJ)

$$Q_1 = E \times H_{1b} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana : Q_1 = energy untuk menguapkan air bahan (kJ)

E = beban uap air (kg H₂O)

H_{1b} = didapatkan dari Tabel Uap

$$Q_2 = m \times C_p \times \Delta T \dots\dots\dots (9)$$

Dimana : Q_2 = Energi untuk memanaskan bahan (kJ)

m = massa bahan yang dikeringkan (kg)

C_p = panas jenis bahan yang dikeringkan (kJ/kg °C)

ΔT = Perbedaan suhu bahan dengan suhu lingkungan (°C)

3.7.5. Efisiensi Pengeringan

Efisiensi pengeringan dihitung berdasarkan perbandingan antara jumlah energi untuk menguapkan air bahan dengan energi yang dihasilkan bahan bakar kayu karet dengan menggunakan persamaan (Tamrin, 2013) :

$$\text{Eff} = \frac{\sum Q}{q} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

Dimana : Eff = efisiensi pengeringan (%)

$\sum Q$ = energi yang digunakan (kJ)

q = energi yang terpakai (kJ)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, disimpulkan bahwa :

1. Pengujian alat pengering tipe bak menggunakan bahan biji kakao sebanyak 2058 kg pada uji kinerja 1 dengan kadar air awal sebesar 60,73% dengan waktu pengeringan selama 12 jam didapatkan kadar air akhir sebesar 8,30%. Uji kinerja 2 dengan kadar air awal sebesar 59,15% dengan waktu pengeringan selama 12jam didapatkan kadar air akhir kakao sebesar 8,43%. Uji kinerja 3 dengan kadar air awal sebesar 51,81% dengan waktu pengeringan selama 12 jam didapatkan kadar akhir kakaosebesar 7,46%.
2. Bahan bakar kayu karet yang digunakan pada uji kinerja 1 sebanyak 728 kg, bahan bakar solar yang terpakai 8,10 ℓ (6,7392 kg). Bahan bakar kayu karet yang terpakai pada uji kinerja 2 sebanyak 738 kg, bahan bakar solar yang terpakai sebanyak 8,13 ℓ (6,76416 kg). Bahan bakar kayu karet yang terpakai pada uji kinerja 3 sebanyak 720 kg, bahan bakar solar yang terpakai sebanyak 8,16 ℓ (6,78912 kg).

3. Efisiensi pengeringan pada alat pengering tipe bak ini pada uji kinerja 1 sebesar 22,06 %, uji kinerja 2 sebesar 21,21 % dan uji kinerja 3 sebesar 18,79 %.
4. Laju pengeringan pada alat pengering tipe bak ini pada uji 1 sebesar 93,51 kgH₂O, pada uji 2 sebesar 94,85 kgH₂O. Dan uji kinerja 3 sebesar 82,06 kgH₂O.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penulis menyampaikan saran sebagai berikut :

Perlu adanya konsistensi waktu dalam penambahan bahan bakar kayu karet saat proses pengeringan berlangsung hal ini bertujuan agar suhu yang dihasilkan pada saat proses pengeringan berlangsung tetap stabil dan pembalikan biji kakao tidak diharuskan setiap 2 jam sekali, hal itu mengakibatkan lama dalam proses pengeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, M., Sinaga, BM., dan Yusuf, S. 2011. *Analisis dampak kebijakan pajak ekspor dan subsidi harga pupuk terhadap produksi dan ekspor kakao Indonesia pasca putaran Uruguay*. Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian Vol No.8 (1): 63-71.
- Badan Litbang Pertanian. 2011. *Pengering Gabah Berbahan Bakar Sekam Antisipasi Panen Pada Musim Hujan*. Agroinovasi. Vol No.20-26(3402).
- PPPTP. 2010. Padi dan Silikon. *Informasi Ringkas Bank Pengetahuan Tanaman Pangan Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2014. *Statistik Perkebunan Indonesia 2013 2015 Kakao*. Ditjenbun, KementerianPertanian.
- Djaeni, M. A. 2011. *Pengeringan Jagung Dengan Metode Mixed-Adsorption Drying Menggunakan Zeolite Pada Unggun Terfluidisasi*. Jurnal Pengeringan. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang. Vol No. 49-54.
- Fathani, H. 2008. *Rancang Bangun Alat Pengering Gabah Tipe Silinder Vertikal*. Skripsi. Bandar Lampung. Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Firmansyah, U.I., Aqil, M., dan Sinuseng, Y. 2006. *Penanganan Pascapanen Jagung*. Jurnal Teknik Produksi dan Pengembangan Vol No.364-385.
- Handayani, S.U., Rahmat, dan Darmanto, S. 2014. *Uji Unjuk Kerja Sistem Pengering Dehumidifier Untuk Pengeringan Jahe*. Jurnal Agritech. Vol No. 34 (2) 232-238.
- Hargono, Djaeni, M., dan Buchori, L. 2012. *Karakterisasi Proses Pengeringan Jagung Dengan Metode Mixed-Adsorption Drying Dengan Menggunakan Zeolite Pada Unggun Terfluidisasi*. Jurnal Reaktor. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Vol No.14 (1) 33-38.

- Hasibuan, A. M., Nurmalina, R., dan Wahyudi, A., 2012. *Analisis kinerja dan daya saing perdagangan biji kakao dan produk kakao olahan Indonesia di Pasar Internasional*. Buletin RISTRI. Vol No. 3(1): 57–70.
- Iqbal, M., dan Sitorus, T. B., 2014. *Kajian Eksperimental Performansi Mesin Diesel Menggunakan Campuran Dimetil Ester dengan Solar*. Jurnal e-Dinamis, Vol No. 2 September 2014
- Komarayati, S., Setiawan, S., dan Nurhayati., 1995. *Hasil Destilasi Kering dan Destilasi jenis kayu karet*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Forest Products Research. Vol No.1 (1995) pp 1-8.
- Napitupulu, F.H., dan Tua, P.M. 2012. *Perancangan dan Pengujian Alat Pengering Kakao Dengan Tipe Cabinet Dryer Untuk Kapasitas 7,5 Kg Per-Siklus*. Jurnal Dinamis .Vol No. 2 (10) 8-18.
- Nainggolan, S. M. R, Tamrin, Warji, dan Lanya B. 2013. *Uji Kinerja Alat Pengering Tipe Batch Skala Lab untuk Pengeringan Gabah dengan Menggunakan Bahan Bakar Sekam Padi*. Teknik Pertanian Lampung. Vol No. 2(3): 161- 172.
- Nastiti, M.A., Hendrawan, Y., dan Yulianingsih, R. 2014. *Pengaruh Konsentrasi Natrium Metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) dan Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Tepung Ampas Tahu*. Jurnal Bioproses Komoditas Tropis. Vol No. 2 (2) 100-106.
- Oberton, J., dan Aziz, A. 2017. *Uji Kinerja Motor Bakar Empat Langkah Satu Silinder Dengan Variasi Tinggi Bukaannya Katup Pada Sudut Pengapian Sepuluh Derajat Sebelum TMA Dengan Bahan Bakar Pertamina Plus*
- Parhan, A. 2014. *Rancang Bangun Alat Destilasi Oli Bekas*. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya
- Poedjiwidodo, M. S., 1996. *Sambung Samping Kakao*. Trubus Agriwidya, Jawa Tengah.
- Putra, M. A. 2018. *Uji Kinerja Alat Pengering Silinder Vertikal Pada Proses Pengeringan Jagung (*Zea mays ssp.mays*)*. (Skripsi). Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Riansyah, A., Supriadi, A., dan Nopianti, R. 2013. *Pengaruh Perbedaan Suhu dan Waktu Pengeringan Terhadap Karakteristik Ikan Asin Sepat Siam (*Trichogaster pectoralis*) Dengan Menggunakan Oven*. Jurnal Teknologi Hasil Perikanan. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Vol No 2 (1) 53-68.
- Rifin, A., dan Nurdiyani, F. 2007. *Integrasi pasar kakao Indonesia*. Jurnal Agribisnis dan Ekonomi Pertanian Vol No.1(2): 1–12.

- Saputri, E. D. D. 2011. *Uji Kinerja Mesin Pengering Kakao Lindak (Bulck Cacao) Tipe Bak*. (Skripsi). Universitas Jember.
- Sari, I.N., Warji., dan Novita, D.D. 2014. *Uji Kinerja Alat Pengering Hybrid Tipe Rak Pada Pengeringan Chip Pisang Kepok*. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. Vol No. 3 (1) 59-68.
- Statistik Perkebunan. 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kakao*. <https://cocoainfo.wordpress.com/tag/statistik-perkebunan-kakao/>. Diakses pada tanggal 09 Januari 2018 pukul 13.00 wib.
- Spillane, J.J., 1995. *Komoditi Kakao Peranannya Dalam Perekonomian Indonesia*. Kanisius, Yogyakarta.
- Susanto, F. X. Ir. 1994. *Tanaman Kakao*. Cetakan Pertama. Kanisius..Yogyakarta.
- Tamrin. 2013. *Buku Ajar Teknik Pengeringan. Bandar Lampung*. Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Vol No.12-13.
- Wahyudi, T., dan Pangabea, T. R. 2013. *Panduan Lengkap Kakao*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Prawoto, A. dan Sulistyowati. 2001. *Sifat-sifat fisiko Kkmia lemak kakao dan faktor-faktor yang berpengaruh*. PusatPenelitian Perkebunan. Jember. Hlm 39-46.
- Yanda, R., Syah, H., dan Agustina, R. 2014. *Uji Kinerja Pengering Surya denganKincir Angin Savonius untuk Pengeringan Ubi Kayu (Manihot esculenta)*. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*. Vol No.7 (2) 100-111.
- Yendri, I.R. 2008. *Uji Teknis Pengering Tipe Bak (Bak Dryer) Untuk Pengeringan Jagung (Zea mays.L) dengan Menggunakan Bahan Bakar Minyak Tanah*.(Skripsi). Universitas Andalas.