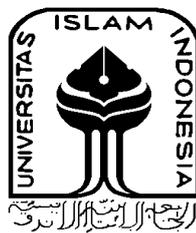


**ANALISIS PROSES PENGERINGAN KACANG PANJANG
PADA MESIN PENGERING TIPE *TRAY* KAPASITAS 20 KG**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

**Nama : Bagas Angga Hendrawan
No. Mahasiswa : 14525072
NIRM : 2014070950**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya sudah saya jelaskan sumbernya jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya sanggup menerima hukum atau sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 11 September 2018



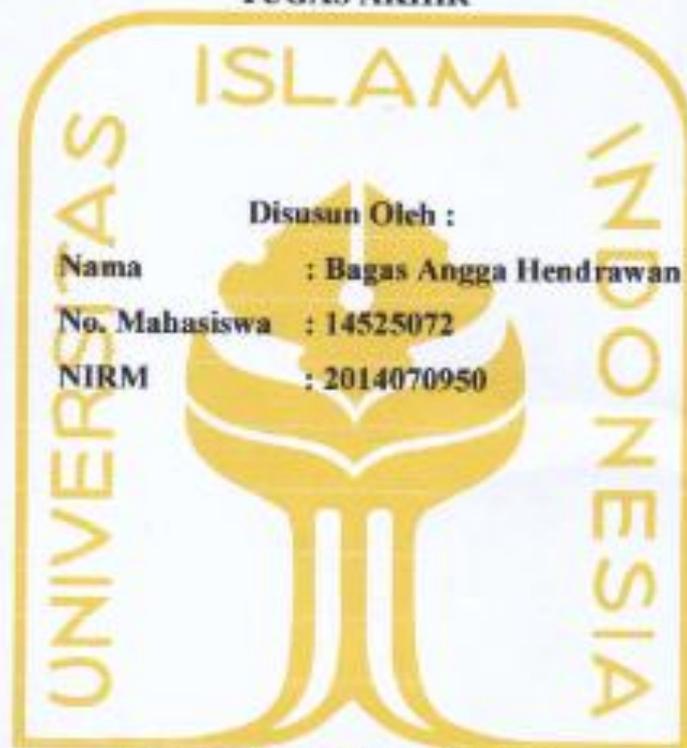
Bagas Angga Hendrawan

14525072

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**ANALISIS PROSES PENGERINGAN KACANG PANJANG
PADA MESIN PENGERING TIPE *TRAY* KAPASITAS 20 KG**

TUGAS AKHIR



Yogyakarta, 21 September 2018

البعثة الإسلامية
الاستاذ الاندو

Dosen Pembimbing I

Muhammad Ridwan, S.T., M.T.

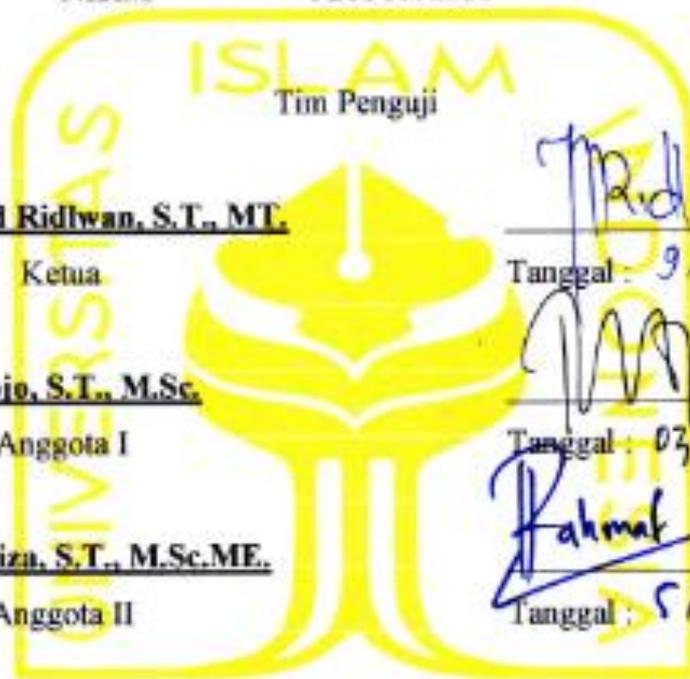
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**ANALISIS PROSES PENGERINGAN KACANG PANJANG
PADA MESIN PENGERING TIPE TRAY KAPASITAS 20 KG**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Bagas Angga Hendrawan
No. Mahasiswa : 14525072
NIRM : 2014070950



Muhammad Ridhwan, S.T., MT.

Ketua

Ridhwan
Tanggal : 9/10/18

Purtojo, S.T., M.Sc.

Anggota I

Purtojo
Tanggal : 03/10/18

Rahmat Riza, S.T., M.Sc.ME.

Anggota II

Rahmat
Tanggal : 5/10/18

Mengetahui

Dekan Jurusan Teknik Mesin



Risdivono
Drs. Rizdivono, ST., M.Eng

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan tugas akhir ini saya persembahkan kepada Orang tua dan saudara-saudara yang selalu meberikan penulis dorongan biaya, semangat, doa yang selalu mengiringi dan lain-lainya yang sangat bermanfaat bagi penulis.

Dosen pembimbing bapak Muhammad Ridlwan, ST., MT. yang senantiasa membimbing selama proses tugas akhir.

Teman seperjuangan tugas akhir alat pengering kacang panjang Yusuf Nur Akbar Imami.

Sahabat-sahabat yang selalu memberikan semangat dan selalu menghibur disaat penulis merasakan jenuh dalam membuat Laporan Tugas Akhir.

Semua rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia angkatan 2014 khususnya

HALAMAN MOTTO

Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah. (Thomas Alva Edison)

Jadilah kamu manusia yang pada kelahiranmu, semua orang tertawa bahagia, tetapi hanya kamu sendiri yang menangis. Dan Pada kematianmu, semua orang menangis sedih, tetapi hanya kamu sendiri yang tersenyum. (Mahatma Gandhi)

Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua. (Aristoteles)

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Proses Pengeringan Kacang Panjang Pada Mesin Pengering Tipe Tray Kapasitas 20 kg**” ini sesuai dengan waktu yang telah direncanakan.

Laporan Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan kelulusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang diterima dibangku kuliah. Disamping itu juga membentuk profesionalisme dari mahasiswa.

Selesainya laporan ini, tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. Selaku dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. Selaku ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Muhammad Ridlwan, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing dalam pembuatan Tugas Akhir.
4. Seluruh Dosen dan Staf Karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
5. Kedua orang tua, adik, kakak dan keluarga penulis, terima kasih atas segala bantuan, doa, *support*, dan perhatian yang telah diberikan kepada penulis.
6. Yusuf Nur Akbar Imami selaku *best partner* pembuatan tugas akhir.
7. Bapak Bambang selaku petani kacang panjang di desa Sorasan kecamatan Cangkringan yang telah menyediakan bahan pengujian.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan Laporan Tugas Akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya. Kritik serta saran yang mendukung sangat dibutuhkan agar pembuatan laporan kedepannya dapat menjadi lebih baik lagi.

Yogyakarta, 20 September 2018

Bagas Angga Hendrawan

ABSTRAK

Kacang panjang merupakan komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Tingginya harga benih pabrikan menjadi salah satu hal yang dikeluhkan petani. Solusi dari hal tersebut, petani memilih untuk mengeringkan kacang panjang guna dijadikan benih. Namun apabila pada saat kacang panjang memasuki usia panen tiba-tiba hujan turun cukup banyak, maka pengeringan memakan waktu hingga 1 minggu. Oleh karena itu dengan dibuatnya alat pengering kacang panjang berbahan bakar LPG ini diharapkan proses pengeringan kacang panjang dapat dilakukan lebih cepat dan efisien.

Penelitian dan pengujian alat pengering kacang panjang bertingkat ini dilakukan dengan kapasitas uji 20 kg kacang panjang basah, dan total waktu proses pengeringan 13 jam. Tujuannya untuk mengetahui penurunan kadar air kacang panjang setelah proses pengeringan dan untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan dalam satu periode pengeringan.

Hasil kadar air akhir pengeringan kacang panjang basah dalam waktu 13 jam yaitu 86,4% dengan berat kandungan air total yang diuapkan 17,28 kg. Hal ini tentu lebih efisien dengan total biaya satu periode pengeringan Rp 100.300 .

Kata kunci: Alat Pengering Kacang Panjang, Penurunan Kadar Air Kacang Panjang, dan Biaya Pengeringan.

ABSTRACT

Long beans are agricultural commodities which have high economic value. The high price of factory seeds is one of the things that farmers complain about. The solution to this matter is that farmers choose to dry long beans to be used as seeds. However, when the long beans enter the age of harvest, it suddenly rains quite a lot, then drying takes up to a week. Therefore, with making a long bean dryer using LPG fuel is expected that the drying process of long beans can be done faster and more efficient than before.

The research and testing of this multi-storey long bean dryer are carried out with a capacity test of 20 kg of wet long beans, and a total drying time are 13 hours. The purpose of this research is to determine the water content decrease of long beans after the drying process and to find out the costs incurred in a drying period.

The results of final water content of drying wet long beans in 13 hours are 86.4% with a weight of total water content evaporated 17.28 kg. This matter is certainly more efficient with a total cost of one drying period is Rp 100,300

Key Word : Long Beans Dryer, Decrease of Long Beans Water Content, and Drying Costs

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian.....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing.....	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar.....	vii
Abstrak	ix
<i>abstract</i>	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Tanaman Kacang Panjang	6
2.2.2 Pengolahan Kacang Panjang Pasca Panen	8
2.2.3 Kadar Air dan Bahan	9
2.2.4 Proses Pengeringan.....	10
2.2.5 Faktor-Faktor Dalam Proses Pengeringan.....	11
2.2.6 Klasifikasi Proses Pengeringan	16
2.2.7 Proses Pengeringan Kacang Panjang dengan Alat Pengering	17
2.2.8 Perpindahan kalor yang dihasilkan <i>burner</i>	17

2.2.9	Laju Pengeringan	18
Bab 3	Metode Penelitian	20
3.1	Tahap Penelitian	20
3.2	Alur Proses Pengeringan Kacang Panjang.....	21
3.3	Bahan Penelitian	21
3.4	Peralatan Penelitian.....	22
3.5	Spesifikasi Alat Pengering Kacang Panjang.....	23
3.5.1	Kapasitas.....	23
3.5.2	Bahan Bakar	24
3.5.3	Kontrol Suhu	24
3.5.4	Aliran udara	24
3.6	Pengoperasian Alat	24
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	26
4.1	Pengujian Alat Pengering Tanpa Beban	26
4.2	Pengujian Alat Pengering Dengan Beban.....	28
4.2.1	Persiapan Awal Pengujian	28
4.2.2	Proses Pengeringan.....	29
4.2.3	Pengambilan Data Proses Pengeringan	29
4.2.4	Pengambilan Hasil Pengeringan.....	30
4.3	Menghitung Penurunan Kadar Air Kacang Panjang.....	31
4.3.1	Kandungan Air Kacang Panjang	33
4.3.2	Penurunan Kadar Air Kacang Panjang.....	35
4.4	Konsumsi Bahan Bakar Gas LPG.....	37
4.5	Laju Pengeringan	38
4.6	Menghitung Biaya Pengeringan.....	39
Bab 5	Penutup.....	41
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	41
5.3	Refleksi Penulis	42
	Daftar Pustaka	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat yang digunakan dalam proses pengeringan	22
Tabel 4. 1 Tabel pengujian alat pengering tanpa beban.....	26
Tabel 4. 2 Penurunan berat kacang panjang	32
Tabel 4. 3 Berat kandungan air kacang panjang hasil pengeringan	33
Tabel 4. 4 Penurunan kadar air kacang panjang.....	36
Tabel 4. 5 Laju pengeringan setiap jam.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tanaman kacang panjang	6
Gambar 2. 2 Pengeringan kacang panjang secara alami oleh petani.....	9
Gambar 2. 3 Proses perpindahan panas	12
Gambar 2. 4 Proses penguapan air pada permukaan bahan	13
Gambar 2. 5 Proses perubahan temperatur pada bahan.....	14
Gambar 2. 6 Proses pergerakan udara pada alat pengering.....	15
Gambar 2. 7 Grafik laju pengeringan	19
Gambar 3. 1 Alur penelitian.....	20
Gambar 3. 2 Diagram alur proses pengeringan kacang panjang	21
Gambar 3. 3 Proses panen kacang panjang di Desa Cangkringan.....	22
Gambar 3. 4 Alat pengering kacang panjang yang dibuat.....	23
Gambar 4. 1 Grafik temperatur pengujian tanpa beban.....	27
Gambar 4. 2 Proses penataan kacang panjang pada ruang pengering	28
Gambar 4. 3 Katup regulator pengatur nyala api.....	29
Gambar 4. 4 Proses penimbangan berat kacang panjang	30
Gambar 4. 5 Kacang panjang setelah proses pengeringan	30
Gambar 4. 6 Grafik penurunan berat kacang panjang	34
Gambar 4. 7 Grafik penurunan kadar air pengeringan kacang panjang	37

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kacang panjang (*Vigna Unguiculata Sesquipedalis*) merupakan tanaman sayuran yang cukup familiar di Indonesia. kacang panjang berasal dari India dan Afrika. Kemudian menyebar penanamannya ke daerah-daerah Asia Tropika hingga ke Indonesia (Anto, 2013). Kemahsyuran kacang panjang dan berbagai jenis tanaman sayuran lainnya sudah dikenal dunia sejak berabad-abad yang silam. Saat ini permintaan kacang panjang terus meningkat. Sebaliknya, produksi yang dihasilkan cenderung tergantung pada kondisi cuaca dan persediaan benih itu sendiri.

Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka petani harus memastikan tersedianya benih kacang panjang untuk ditanam pada periode tanam selanjutnya. Proses produksi benih kacang panjang dimulai dengan memanen kacang panjang yang umurnya sudah cukup tua kemudian dijemur di bawah sinar matahari. Apabila cuaca cukup cerah, maka dalam waktu tiga hari penjemuran, biji kacang panjang sudah cukup kering dan dapat diambil sebagai benih kacang panjang.

Permasalahan yang dihadapi oleh petani kacang panjang adalah apabila pada saat kacang panjang memasuki usia panen pada musim kering namun tiba-tiba hujan turun cukup banyak. Hal tersebut menyebabkan petani kesulitan untuk mengeringkan benih kacang panjang menggunakan sinar matahari. Apabila kacang panjang telah memasuki masa panen dan basah terkena air hujan tidak segera dipanen, akibatnya biji kacang panjang akan tumbuh menjadi tanaman baru. Biji yang telah tumbuh tidak dapat digunakan sebagai benih.

Berbeda dengan proses pengeringan pada pengolahan hasil panen untuk bahan makanan, proses pengeringan benih tidak boleh mematikan atau mengurangi kualitas benih untuk tumbuh menjadi tanaman baru nantinya. Untuk itu, diperlukan alat untuk proses pengeringan yang cepat untuk mengurangi tingkat kerugian produksi benih kacang panjang apabila pada saat masa panen terjadi hujan.

Oleh karena itu dengan dibuatnya mesin pengering kacang panjang dengan berbahan bakar LPG ini diharapkan dapat menjadi solusi dari permasalahan yang ada. Pada alat pengering ini dapat diatur besarnya suhu yang akan digunakan, sehingga benih kacang panjang dapat terjaga dari kelebihan suhu yang dapat mematikan benih itu sendiri. Dengan alat pengering kacang panjang ini diharapkan proses pengeringan dapat dilakukan lebih cepat dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana tahapan pada proses pengeringan menggunakan mesin pengering?
- b. Bagaimana kinerja penurunan kadar air pada alat pengering kacang panjang?
- c. Bagaimana penghitungan biaya pengeringan menggunakan alat pengering per kg pada satu periode pengeringan?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tahapan proses pengeringan kacang panjang menggunakan alat pengering *type tray* kapasitas 20 kg.
- b. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui analisis penurunan kadar air pada proses pengeringan kacang panjang menggunakan alat pengering *type tray* kapasitas 20 kg.
- c. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui biaya yang dibutuhkan per kg kacang panjang dalam satu periode pengeringan.

1.4 Tujuan Penelitian

Penulis melakukan penelitian unjuk kerja alat pengering kacang panjang bertujuan untuk mengetahui tahapan proses pengeringan kacang panjang

menggunakan alat pengering. Sehingga pembaca dapat mengetahui tahapan penggunaan alat pengering. Selain itu analisis penurunan kadar air pada proses pengeringan juga menjadi salah satu tujuan untuk mengetahui kinerja dari alat tersebut.

Tingkat konsumsi bahan bakar LPG serta kebutuhan listrik yang digunakan selama proses pengeringan juga menjadi tujuan dalam penelitian ini guna mengetahui biaya yang dikeluarkan dalam proses pengeringan kacang panjang.

1.5 Manfaat Penelitian

Tercapainya hasil penelitian ini akan bermanfaat bagi petani kacang panjang karena dapat mengurangi tingkat kerugian petani yang cukup signifikan dalam memproduksi benih kacang panjang pada saat terjadi hujan pada masa panen. Selain itu juga akan mengurangi ketergantungan petani membeli benih pabrikan yang dinilai mahal sehingga hal ini akan meningkatkan pendapatan petani.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembahasan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir, maka laporan disusun atas lima bab secara sistematis.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai gambaran umum dari penelitian, yang menyajikan Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Perancangan, Manfaat Perancangan, serta Sistematika Penulisan Laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi kajian pustaka dan dasar teori yang membahas tentang teori-teori pendukung dalam penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan langkah-langkah atau alur yang dilakukan dalam penelitian dan spesifikasi alat yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini membahas mengenai kesimpulan yang didapat pada keseluruhan penelitian serta saran yang bertujuan untuk memperbaiki penelitian atau perancangan selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, pengeringan adalah perbuatan mengeringkan bahan tertentu yang tidak dilakukan sekaligus, melainkan secara bertahap. Menurut (Sri Rahayu, 2017) Pengeringan adalah suatu cara untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian besar air dari bahan dengan menggunakan energi panas. Pengeluaran air dari bahan dilakukan sampai kadar air keseimbangan dengan lingkungan tertentu dimana jamur, enzim, mikroorganisme, dan serangga yang dapat merusak menjadi tidak aktif.

Cara pengeringan terbagi menjadi dua golongan yaitu pengeringan alami dan pengeringan buatan. Pada pengeringan alami, kacang panjang dijemur di bawah sinar matahari. Lamanya pengeringan secara alami 8 jam/hari selama 3 hari di daerah dengan intensitas sinar matahari tinggi. Pekerjaan penjemuran memerlukan perhatian khusus karena perubahan suhu secara drastis dapat merusak benih kacang panjang.

Pengeringan buatan dilakukan secara mekanis. Keuntungan pengeringan secara mekanis antara lain suhu, kelembaban dan kecepatan angin dapat diatur. Selain itu sanitasi dan higienitas lebih mudah dikendalikan. Namun cara ini belum memasyarakat sebab biaya alat mekanis relatif lebih mahal jika dibandingkan pengering alami (Masyamsir, 2001).

Salah satu contoh penelitian pengeringan secara mekanis dilakukan oleh (Rizki, 2016) Penelitian dan pengujian alat pengering cengkeh bertingkat tipe '*Rotating Parts of Trays*' dilakukan dengan kapasitas uji 18 kg cengkeh basah, dan total waktu proses pengeringan kurang lebih 5 jam. Tujuannya untuk mengetahui penurunan kadar air cengkeh setelah proses pengeringan, untuk mengetahui tingkat keefektifitasan pemanfaatan kalor pada saat proses pengeringan berlangsung, dan untuk mengetahui efisiensi termal dari alat pengering cengkeh tipe '*Rotating Parts of Tray*'.

2.2 Dasar Teori

Dalam melakukan penelitian, penulis menggunakan dasar teori untuk mendasari teori yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan.

2.2.1 Tanaman Kacang Panjang

Kacang panjang (*Vigna Sinensis*. L) merupakan tanaman sayuran semusim. Kacang panjang merupakan jenis sayuran yang umum dikonsumsi dalam bentuk segar maupun diolah menjadi sayur (Rasyid Panji 2012). Tanaman kacang panjang memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap (protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin B dan C. Kandungan protein nabati pada sayuran kacang panjang berkisar 17-21%. Ada dua varietas kacang panjang yang sudah banyak dibudidayakan dengan produksi yang cukup tinggi, yaitu putih super dan super saina.



Gambar 2. 1 Tanaman kacang panjang

Tanaman kacang panjang merupakan tanaman semak, menjalar, semusim dengan tinggi $\pm 2,5$ m. Batang tanaman ini tegak, silindris, lunak berwarna hijau dengan permukaan licin. Daunnya majemuk, lonjong, berseling panjang 6-8 cm lebar daun 3-4,5 cm, tepi rata, pangkal membulat, ujungnya lincip, bertulang

menyirip, tangkai silindris panjang \pm 4 cm, dan berwarna hijau (BP3K Lubuk Pinang 2012).

Dengan memperhatikan luas tanam kacang panjang yang terus meningkat dan konsumsi kacang panjang oleh masyarakat Indonesia umumnya dan masyarakat petani khususnya cukup tinggi, maka hal ini akan membuka peluang yang cukup besar dalam industri perbenihan kacang panjang. Peluang agribisnis benih kacang panjang sangat cerah dan akan mencapai sukses apabila menguasai teknologinya. Sampai saat ini kebutuhan benih kacang panjang yang digunakan petani berasal dari benih asal-asalan, atau produksi dari produsen swasta seperti PT. East West, PT. Bisi dsb, yang harganya dirasa petani cukup mahal.

Dengan demikian, intensifikasi kacang panjang belum sepenuhnya terdukung oleh benih kacang panjang unggul bermutu, karena keterbatasan benih bermutu yang tersedia dilapangan. Sejalan dengan Undang-Undang No. 12 tahun 1996 tentang Sistim Budidaya Tanaman maka konsumen pengguna benih perlu mendapat jaminan. Untuk mendorong dan mengupayakan ketersediaan benih kacang panjang unggul bermutu dengan harga yang terjangkau oleh petani serta tetap menguntungkan bagi produsen benih, sudah saatnya ditumbuhkan penangkaran benih kacang panjang melalui tatacara yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan.

2.2.1.1 Klasifikasi Kacang Panjang

Menurut (Hutapea et al., 1994) kacang panjang dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Divisi : Spermatophyta
- Subdivisi : Angiospermae
- Kelas : Dicotyledoneae
- Bangsa : Rosales
- Suku : Leguminosae (Papilionaceae)
- Marga : Vigna
- Jenis : *Vigna cylindrica* (L.) Skeels

Kacang panjang merupakan salah satu tanaman sayuran sebagai sumber vitamin dan mineral. Fungsinya sebagai pengatur metabolisme tubuh,

meningkatkan kecerdasan dan ketahanan tubuh serta memperlancar proses pencernaan karena kandungan seratnya yang tinggi. Kacang panjang dapat di bedakan menjadi 2 kelompok yaitu kelompok merambat dan tidak merambat. Kelompok kacang panjang yang banyak dibudidayakan adalah kelompok yang merambat, cirinya tanaman membelit pada ajir dan buahnya panjang \pm 3,5-40 cm berwarna hijau atau putih kehijauan.

2.2.2 Pengolahan Kacang Panjang Pasca Panen

Pemanenan kacang panjang yang dibudidayakan untuk keperluan penangkaran benih dapat dilakukan setelah tanaman cukup tua yaitu berumur 80-90 hari, tergantung pada varietas. Polong yang baik dibiarkan tua sampai kulitnya berwarna kuning tetapi tidak sampai terlalu kering. Panen dilakukan pada saat cuaca cerah dengan jalan memetik polong tanaman secara hati-hati dan diikat. Penanganan pasca panen polong tua untuk benih meliputi kegiatan pengumpulan hasil dan seleksi polong, pengeringan, pengambilan biji, pengemasan dan penyimpanan.

Hal pertama yang dilakukan dalam proses pengolahan kacang panjang pasca panen adalah pengumpulan hasil dan seleksi polong. Polong muda tidak dapat dijadikan benih dipanen sebagai sayur segar. Hasil panen polong tua segera dikumpulkan di tempat penampungan. Brangkasan atau polong tua lalu dikeringkan dengan cara dijemur di bawah terik matahari atau alat pengering buatan. Biji dijemur sampai kering selama 3 hari dengan sinar matahari. Biji yang terdapat di bagian ujung polong sebaiknya tidak digunakan sebagai benih.



Gambar 2. 2 Pengerinan kacang panjang secara alami oleh petani

Setelah dilakukan pengerinan maka polong yang sudah kering dikumpulkan dalam satu wadah, kemudian dipukul-pukul secara pelan-pelan dengan alat bantu sepotong kayu. Polong yang sudah pecah ditampih untuk memisahkan kulit dan kotoran, sedangkan biji-bijinya ditampung dalam satu wadah. Biji dikeringkan kembali hingga mencapai kadar air 11-12 %

Sebelum disimpan untuk menghindari hama gudang benih diperlakukan dengan menggunakan pestisida Sevin sebanyak 1 gr untuk tiap kg benih. Kemudian benih disimpan dalam kemasan plastik atau kaleng yang rapat dan kering, benih kacang panjang tahan disimpan selama 1-2 tahun. Kondisi penyimpanan benih yang kurang baik akan cepat menurunkan daya tumbuh benih. Biji kacang panjang yang telah dimasukkan kedalam kemasan plastik atau kaleng dapat disimpan dalam ruangan yang kondisinya kering dan sirkulasi udaranya baik.

2.2.3 Kadar Air dan Bahan

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 untuk setiap 100 gram bahan 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).

Selanjutnya kacang panjang dikeringkan untuk mengurangi kadar air bahan hingga mencapai kadar air kesetimbangan. Konsep kadar air kesetimbangan merupakan suatu konsep yang penting dalam studi pengeringan, karena kadar air kesetimbangan menentukan kadar air minimum yang dapat dicapai pada kondisi udara pengeringan yang tetap atau pada temperatur dan kelembaban relatif yang tetap. Kadar air kesetimbangan didefinisikan sebagai kadar air bahan setelah bahan dipaparkan atau berada dilingkungan tertentu untuk jangka waktu yang panjang yang ditentukan. Selain itu, kadar air kesetimbangan dapat pula didefinisikan sebagai kadar air dimana tekanan uap internal bahan berada dalam kondisi kesetimbangan dengan tekanan uap lingkungan. Kadar air kesetimbangan juga dipengaruhi atau tergantung pada kelembaban dan kondisi temperatur lingkungan dan bergantung pula pada varietas, spesies dan kematangan (Brooker *et al.*, 1992). Menurut Henderson and Perry (1976) Suatu bahan dalam keadaan seimbang apabila laju kehilangan air dari bahan ke udara sekelilingnya sama dengan laju penambahan air ke bahan dari udara di sekelilingnya. Kadar air pada keadaan seimbang disebut juga dengan kadar air keseimbangan atau keseimbangan higroskopis.

Kadar air dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{kadar air (KA)} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

KA = Kadar air (%)

w1 = Berat awal (kg)

w2 = Berat akhir (kg)

2.2.4 Proses Pengeringan

Pengeringan adalah proses pemindahan panas dan uap air secara simultan, yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan, yang dikeringkan oleh media pengering yang

biasanya berupa panas. Hall (1957) menyatakan proses pengeringan adalah proses pengambilan atau penurunan kadar air sampai batas tertentu sehingga dapat memperlambat laju kerusakan biji-bijian akibat aktivitas biologis dan kimia sebelum bahan diolah. Parameter-parameter yang mempengaruhi waktu pengeringan adalah temperatur, kelembaban udara, laju aliran udara, kadar air awal dan kadar air bahan kering.

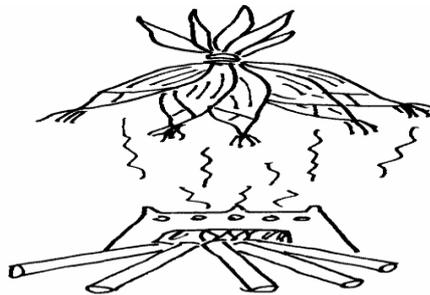
Dasar proses pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Dalam hal ini kandungan uap air udara lebih sedikit atau dengan kata lain udara mempunyai kelembaban nisbi yang rendah, sehingga terjadi penguapan. Kemampuan udara membawa uap air bertambah besar jika perbedaan antara kelembaban nisbi udara pengering dengan udara sekitar bahan semakin besar. Salah satu faktor yang mempercepat proses pengeringan adalah kecepatan angin atau udara yang mengalir. Bila udara tidak mengalir maka kandungan uap air disekitar bahan yang dikeringkan makin jenuh sehingga pengeringan makin lambat.

Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang menyebabkan pembusukan dapat terhambat atau terhenti. Dengan demikian bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lama. Semakin tinggi temperatur dan kecepatan aliran udara pengering, semakin cepat pula proses pengeringan berlangsung. Semakin tinggi temperatur udara pengering, maka semakin besar energi panas yang dibawa udara sehingga semakin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan. Jika kecepatan aliran udara pengering semakin tinggi maka semakin cepat pula massa uap air yang dipindahkan dari bahan ke atmosfer.

2.2.5 Faktor-Faktor Dalam Proses Pengeringan

Prinsip pengeringan biasanya akan melibatkan dua kejadian yaitu panas harus diberikan pada bahan, dan air harus dikeluarkan dari bahan. Dua fenomena ini menyangkut pindah panas ke dalam dan pindah massa ke luar, yang dimaksudkan dengan pindah massa adalah pemindahan air keluar dari bahan

pangan. Dalam pengeringan pangan, umumnya diinginkan kecepatan pengeringan yang maksimum, oleh karena itu semua usaha dibuat untuk mempercepat pindah panas dan pindah massa. Perpindahan panas dalam proses pengeringan dapat terjadi melalui dua cara yaitu pengeringan langsung dan pengeringan tidak langsung. Pengeringan langsung yaitu sumber panas berhubungan dengan bahan yang dikeringkan, sedangkan pengeringan tidak langsung yaitu panas dari sumber panas dilewatkan melalui permukaan benda padat (*converter*) dan *converter* tersebut yang berhubungan dengan bahan pangan.



Gambar 2. 3 Proses perpindahan panas
(Supriyono, 2003)

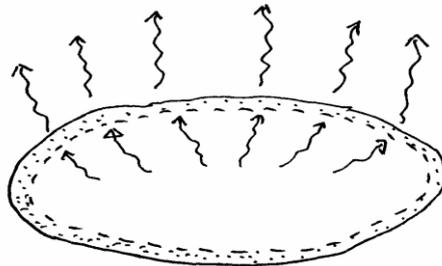
Setelah panas sampai ke bahan pangan maka air dari sel-sel bahan pangan akan bergerak ke permukaan bahan kemudian keluar. Mekanisme keluarnya air dari dalam bahan selama pengeringan adalah sebagai berikut:

1. Air bergerak melalui tekanan kapiler.
2. Penarikan air disebabkan oleh perbedaan konsentrasi larutan disetiap bagian bahan.
3. Penarikan air ke permukaan bahan disebabkan oleh absorpsi dari lapisan-lapisan permukaan komponen padatan dari bahan.
4. Perpindahan air dari bahan ke udara disebabkan oleh perbedaan tekanan uap.

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam kecepatan pengeringan tersebut adalah:

2.2.5.1 Luas Permukaan

Air menguap melalui permukaan bahan, sedangkan air yang ada di bagian tengah akan merembas ke bagian permukaan dan kemudian menguap. Untuk mempercepat pengeringan umumnya bahan pangan yang akan dikeringkan dipotong-potong atau diiris-iris terlebih dulu.

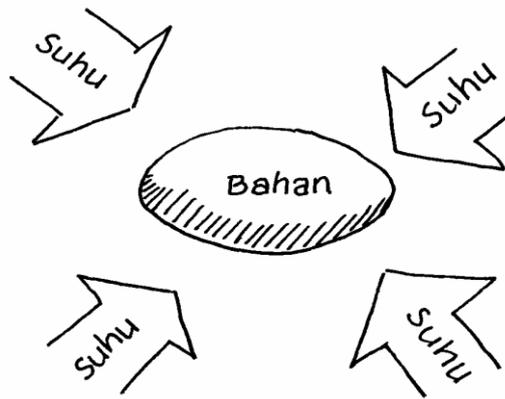


Gambar 2. 4 Proses penguapan air pada permukaan bahan
(Supriyono, 2003)

Hal ini terjadi karena yang pertama pemotongan atau pengirisan tersebut akan memperluas permukaan bahan dan permukaan yang luas dapat berhubungan dengan medium pemanasan sehingga air mudah keluar, dan yang kedua potongan-potongan kecil atau lapisan yang tipis mengurangi jarak dimana panas harus bergerak sampai ke pusat bahan pangan. Potongan kecil juga akan mengurangi jarak melalui massa air dari pusat bahan yang harus keluar ke permukaan bahan dan kemudian keluar dari bahan tersebut.

2.2.5.2 Perbedaan Temperatur dan Udara Sekitarnya

Semakin besar perbedaan temperatur antara medium pemanas dengan bahan pangan, maka semakin cepat pemindahan panas ke dalam bahan dan semakin cepat pula penghilangan air dari bahan.



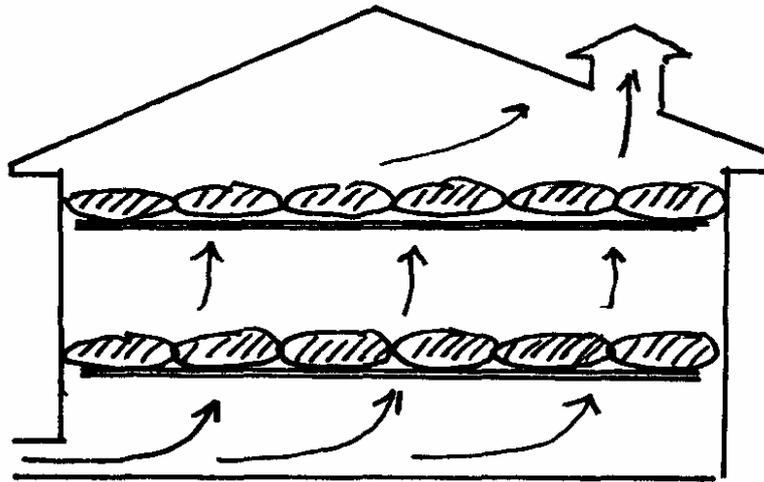
Gambar 2. 5 Proses perubahan temperatur pada bahan
(Supriyono, 2003)

Air yang keluar dari bahan yang dikeringkan akan menjenuhkan udara sehingga kemampuannya untuk menyingkirkan air berkurang. Jadi dengan semakin tinggi temperatur air yang keluar dari bahan yang dikeringkan akan menjenuhkan udara sehingga kemampuannya untuk menyingkirkan air berkurang. Jadi dengan semakin tinggi temperatur pengeringan maka proses pengeringan akan semakin cepat. Akan tetapi bila tidak sesuai dengan bahan yang dikeringkan, akibatnya akan terjadi suatu peristiwa yang disebut "*Case Hardening*", yaitu suatu keadaan dimana bagian luar bahan sudah kering sedangkan bagian dalamnya masih basah.

2.2.5.3 Kecepatan Aliran Udara

Udara yang bergerak dan mempunyai gerakan yang tinggi, selain dapat mengambil uap air juga akan menghilangkan uap air tersebut dari permukaan bahan pangan, sehingga akan mencegah terjadinya atmosfer jenuh yang akan memperlambat penghilangan air.

Apabila aliran udara disekitar tempat pengeringan berjalan dengan baik. Proses pengeringan akan semakin cepat, yaitu semakin mudah dan semakin cepat uap air terbawa dan teruapkan.



Gambar 2. 6 Proses pergerakan udara pada alat pengering
(Supriyono, 2003)

2.2.5.4 Tekanan Udara

Semakin kecil tekanan udara akan semakin besar kemampuan udara untuk mengangkut air selama pengeringan, karena dengan semakin kecilnya tekanan berarti kerapatan udara makin berkurang. Sehingga uap air dapat lebih banyak tertampung dan dapat disingkirkan dari bahan pangan. Sebaliknya jika tekanan udara semakin besar maka udara disekitar pengeringan akan lembab, sehingga kemampuan menampung uap air terbatas dan menghambat proses atau laju pengeringan.

2.2.5.5 Kelembaban

Selama proses pengeringan, tidak hanya perpindahan panas yang terjadi tetapi juga adanya penambahan uap air ke udara. Penambahan uap air dari bahan ke udara ini disebabkan oleh perbedaan tekanan uap dimana proses pengeringan terjadi dengan cara penguapan air. Cara ini dilakukan dengan menurunkan kelembaban nisbi udara melalui aliran udara panas atau udara bertekanan sehingga tekanan uap air bahan lebih besar dari tekanan uap air udara (Brooker et al., 1981).

2.2.6 Klasifikasi Proses Pengeringan

Proses pengeringan yang banyak digunakan secara umum, dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu pengeringan alami dan pengeringan buatan.

2.2.6.1 Pengeringan Alami

Pengeringan alami adalah pengeringan yang dilakukan di tempat terbuka, dengan cara menghamparkan produk di suatu alas, kemudian disinari cahaya matahari dan dibantu oleh udara sekitarnya. Pada proses pengeringan jenis ini terdapat beberapa kekurangan, diantaranya :

- a. Proses pengeringan sangat dipengaruhi oleh cuaca
- b. Memerlukan tempat yang luas dan tenaga yang cukup banyak
- c. Produk yang dikeringkan mudah tercemar

Proses pengeringan alami juga memiliki beberapa kelebihan, diantaranya :

- a. Biaya yang digunakan relatif lebih kecil
- b. Kapasitas pengeringan sangat tidak terbatas
- c. Proses lebih mudah

2.2.6.2 Pengeringan Buatan

Pengeringan buatan dilakukan dengan cara mensirkulasikan udara panas yang berasal dari sumber panas ke dalam ruang pengering yang berfungsi untuk menguapkan kadar air dari produk. Pada proses pengeringan buatan ini memiliki beberapa kelebihan, diantaranya:

- a. Proses pengeringan tidak dipengaruhi oleh keadaan cuaca, sehingga proses pengeringan menjadi lebih cepat
- b. Tidak memerlukan tenaga kerja yang banyak

Proses pengeringan buatan ini juga memiliki beberapa kekurangan, diantaranya :

- a. Kapasitas pengeringan terbatas
- b. Memerlukan investasi yang cukup besar

2.2.7 Proses Pengeringan Kacang Panjang dengan Alat Pengering

Teknik pengeringan kacang panjang selain menggunakan panas matahari, juga dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengering. Pada metode ini, kacang panjang diletakkan pada setiap rak yang tersusun sedemikian rupa, agar dapat dikeringkan dengan sempurna. Udara panas sebagai fluida kerja diperoleh dari pembakaran bahan bakar (LPG).

Pada saat dipanen, kacang panjang mempunyai kadar air 70% - 80%. Temperatur pengeringan kacang panjang yang baik apabila menggunakan alat pengering adalah antara kurang lebih 50 °C. Nilai temperatur ini didapat dari rata-rata suhu dari panas matahari. Apabila suhu terlalu panas maka akan merusak daya tumbuh benih kacang panjang. Beberapa dibuktikan dengan penjemuran dengan suhu matahari yang sangat panas maka benih tidak dapat tumbuh atau mati. Sedangkan apabila suhu terlalu rendah maka proses pengeringan akan terlalu lama dan benih akan segera tumbuh.

Sedangkan Proses pengeringan yang selama ini digunakan oleh petani kacang panjang secara tradisional dengan memanfaatkan sinar matahari membutuhkan 2-3 hari dengan waktu pengeringan per hari antara 8-9 jam, kenyataannya proses pengeringan ini sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (temperatur). Terkadang pasca panen petani kacang panjang bertepatan dengan musim penghujan sehingga proses pengeringan secara tradisional menjadi kendala petani.

Penelitian yang dilakukan oleh (Davies M. R. D, 2000) menyatakan bahwa perubahan temperatur udara bebas berpengaruh terhadap bilangan Nusselt dimana semakin tinggi temperatur udara bebas di dalam *enclosure* maka semakin rendah bilangan Nusselt. Bilangan Nusselt adalah koefisien perpindahan panas konveksi dan merupakan karakteristik perpindahan panas yang terjadi. Jika bilangan Nusselt semakin besar maka efek perpindahan panasnya semakin baik dan sebaliknya.

2.2.8 Perpindahan kalor yang dihasilkan *burner*

Pada alat pengering ini, perpindahan kalor berlangsung secara radiasi dari gas hasil pembakaran gas LPG, diterima oleh plat *box exchanger*. Selanjutnya

sebagian kalor diteruskan secara konduksi ke sirip-sirip pemanas yang terbuat dari bahan plat L. Udara yang dihembuskan oleh *blower* dipanaskan oleh plat *heat exchanger box* dan sirip-sirip plat L. Selanjutnya udara panas yang dihasilkan, serta kalor konduksi melalui konstruksi, digunakan untuk memanasi kacang panjang yang ditebarkan merata di atas rak.

Kalor total yang dipergunakan pada proses pengeringan kacang panjang ini terdiri dari:

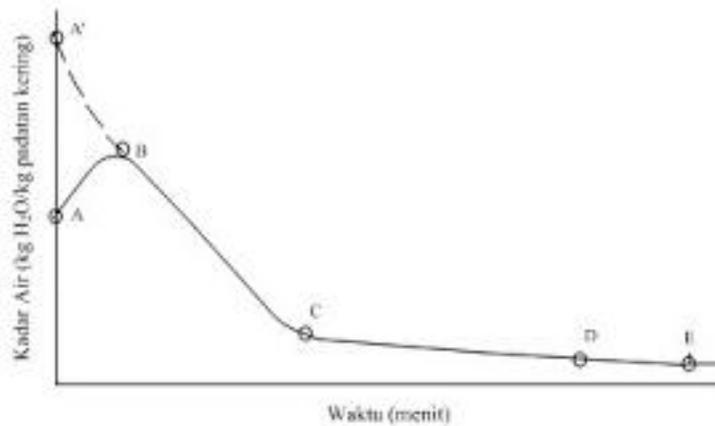
1. Kalor yang digunakan untuk memanaskan kacang panjang dari temperature atmosfer ke temperatur yang diinginkan.
2. Kalor yang digunakan untuk memanaskan kandungan air yang ada dalam kacang panjang.
3. Kalor yang digunakan untuk menguapkan (kalor laten) kandungan air yang ada dalam kacang panjang.
4. Kebocoran kalor melalui dinding alat pengering.
5. Kalor yang keluar melalui ventilasi atau cerobong gas buang.
6. Rugi kalor yang hilang pada kompor dan sekitarnya yang tak terserap oleh alat pengering.

2.2.9 Laju Pengeringan

Laju pengeringan (*drying rate*; kg/jam) adalah banyaknya air yang diuapkan tiap satuan waktu atau penurunan kadar air bahan dalam satuan waktu. Proses pengeringan dapat dibagi menjadi dua periode yaitu periode laju pengeringan tetap dan periode laju pengeringan menurun. Periode laju pengeringan tetap akan terjadi pada sejumlah massa bahan yang mengandung banyak air sehingga membentuk lapisan air yang selanjutnya akan mengering dari permukaannya. Laju pengeringan tetap akan berhenti pada saat air bebas dipermukaan habis dan laju pengurangan kadar air akan berkurang secara progresif. Kadar air pada saat laju pengeringan tetap berhenti disebut kadar air kritis.

Pada periode laju pengeringan menurun, air yang diuapkan dari permukaan bahan lebih besar daripada perpindahan air dari dalam bahan ke permukaan bahan. Proses pengeringan pada laju pengeringan menurun terjadi dua

proses yaitu pergerakan kadar air dari dalam bahan ke permukaan bahan secara difusi dan perpindahan kadar air dari permukaan bahan ke udara bebas (Hall, 1980). Pola penurunan kadar air selama pengeringan dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut.



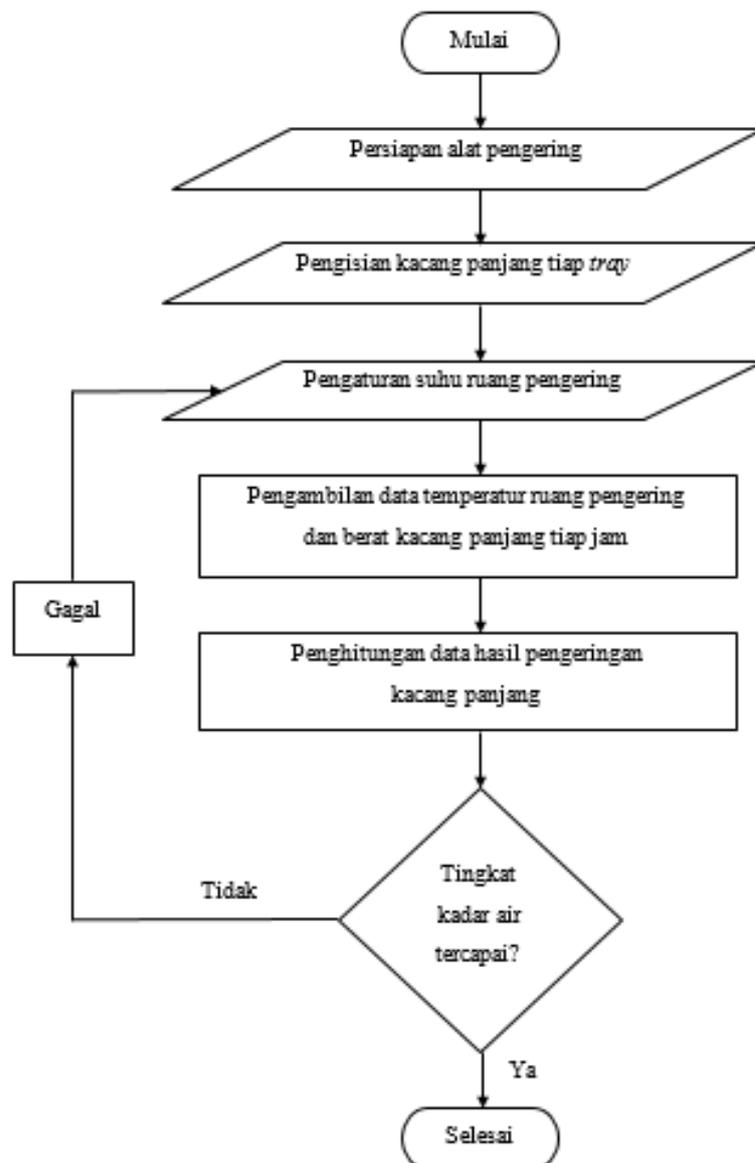
Gambar 2. 7 Grafik laju pengeringan

1. Tahap A – B, tahap ini merupakan periode pemanasan (*warming up period*), terjadi selama kondisi permukaan bahan menuju keseimbangan dengan udara pengering. Pada periode ini tidak banyak terjadi perubahan kadar air dari bahan yang akan dikeringkan.
2. Tahap B – C, tahap ini dikenal sebagai periode laju pengeringan tetap (*constant rate period*). Selama periode ini permukaan bahan tetap jenuh dengan air karena pergerakan air dalam bahan menuju permukaan seimbang dengan penguapan air dari permukaan bahan.
3. Titik C adalah titik kadar air kritis (*critical moisture content*). Titik kadar air terendah di mana laju pergerakan air bebas dari dalam bahan ke permukaan bahan sama dengan laju penguapan air maksimum dari permukaan bahan.
4. Tahap C – E, tahap ini dikenal sebagai periode laju pengeringan menurun (*falling rate period*), periode ini terdiri dari dua bagian yaitu periode laju pengeringan menurun pertama (*first falling rate period*) dan periode laju pengeringan menurun kedua (*second falling rate period*). Di dalam periode laju pengeringan menurun terdapat dua proses yaitu pergerakan air dari dalam bahan ke permukaan bahan dan penguapan air dari permukaan bahan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Penelitian

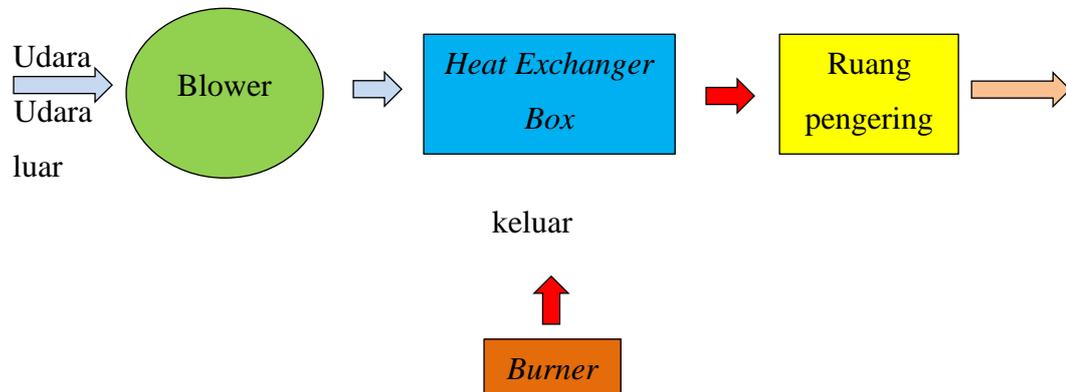
Penelitian dilaksanakan mulai dari persiapan alat dan bahan hingga perhitungan persentase penurunan kadar air kacang panjang menggunakan mesin pengering kapasitas 20 kg berbahan bakar LPG 12 kg. Flowchart penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3. 1 Alur penelitian

3.2 Alur Proses Pengeringan Kacang Panjang

Berikut adalah gambar diagram yang menerangkan alur proses pengeringan kacang panjang yang dilakukan saat penelitian.



Gambar 3. 2 Diagram alur proses pengeringan kacang panjang

Alur proses pengeringan kacang panjang menggunakan alat pengering ini dapat ditunjukkan dengan diagram pada gambar 3.1. Blower menjadi alat utama penggerak aliran udara. Udara luar yang terhisap oleh blower akan mengalir menuju *heat exchanger box* yang kemudian akan terjadi perlakuan panas oleh *burner* melalui plat besi ataupun sirip di dalam *heat exchanger box*.

Setelah udara mengalami peningkatan suhu maka udara akan mengalir menuju ruang pengering yang terbagi melalui lubang-lubang plat sehingga udara dapat merata keseluruh ruang. Di dalam ruang pengering udara akan menguapkan kandungan air pada kacang panjang dan keluar melalui lubang *exhaust*. Secara terus menerus hal ini akan mengurangi kadar air kacang panjang secara signifikan.

3.3 Bahan Penelitian

Sebagai bahan yang dikeringkan adalah 20 kg kacang panjang yang masih basah yang didapat dari petani kacang panjang di Desa Cangkringan, Kabupaten Sleman.



Gambar 3. 3 Proses panen kacang panjang di Desa Cangkringan

Jenis kacang panjang yang dijadikan bahan penelitian yaitu KP-1000. Jenis kacang panjang tahan virus ini di produksi PT. Raja Pilar Agrotama. Kemampuan tumbuh pada dataran rendah sampai menengah menjadi nilai tersendiri serta panjang polong yang mencapai 60-70 cm. potensi hasil panen jenis ini bisa mencapai 20-25 kg/ha. Para petani umumnya menjual hasil panen yang digunakan sebagai bahan sayur, akan tetapi beberapa bagian sengaja disisihkan untuk dikeringkan guna menjadi benih kacang panjang pada masa tanam selanjutnya.

3.4 Peralatan Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan untuk penelitian ini tercantum pada tabel 3.1 berikut ini :

Tabel 3. 1 Alat yang digunakan dalam proses pengeringan

No.	Nama Alat	Keterangan	Jumlah
1.	Alat pengering kacang panjang	Kapasitas 20 kg	1
2.	<i>Burner</i>		2
3.	<i>Blower 2"</i>	150 Watt	2
4.	LPG	Kapasitas 12 kg	1
5.	Selang gas	5 meter cabang 2	1
6.	Regulator	Inlet 0,5-10 Bar	2

		Outlet 0-2 Bar	
7.	<i>Thermometer</i>	0-100°C	1
8.	Timbangan digital	0-10 kg	1
9.	Pemantik		1
10.	<i>Stopwatch</i>		1

3.5 Spesifikasi Alat Pengering Kacang Panjang

Alat pengering kacang panjang yang telah dibuat merupakan alat pengering yang memiliki 8 *tray* atau rak dan proses pemanasannya menggunakan bahan bakar LPG. Alat pengering ini memanfaatkan kalor dari Pembakaran gas LPG dengan kontak secara tidak langsung dengan kacang panjang. Pembakaran gas LPG tersebut menghasilkan panas, kemudian panas yang dihasilkan tersebut dialirkan melalui cara konduksi dan konveksi kepada kacang panjang.



Gambar 3. 4 Alat pengering kacang panjang yang dibuat

3.5.1 Kapasitas

Dengan dimensi ruang pengering 1200x1200x2000 mm alat pengering ini mampu menampung 20 kg kacang panjang. Alat ini dilengkapi 8 *tray* atau rak pengering yang digunakan untuk meletakkan kacang panjang yang akan diuji,

sehingga pada masing-masing rak pengering dapat menampung kurang lebih 2,5 kg kacang panjang.

3.5.2 Bahan Bakar

Alat pengering ini menggunakan gas LPG sebagai sumber bahan bakar. Gas LPG akan dialirkan melalui selang ke *burner* atau pembakar sebagai sumber utama kalor. Panas dari burner akan mengakibatkan proses terjadinya perpindahan panas udara pada *heat exchanger box*.

3.5.3 Kontrol Suhu

Suhu dalam proses pengeringan merupakan hal yang sangat penting. Maka dari itu pada alat ini kontrol suhu dilakukan secara manual dengan cara mengatur besaran bukaan regulator pada tabung gas dan pada sirip *inlet blower*. Dengan begitu maka akan memudahkan operator dalam mengontrol besarnya suhu yang diinginkan. Untuk proses pengeringan kacang panjang suhu yang digunakan adalah 50°C.

3.5.4 Aliran udara

Aliran udara yang terjadi pada alat pengering ini dikarenakan tekanan udara yang dihasilkan blower. Udara akan mengalir dari blower menuju *heat exchanger box* untuk perlakuan panas. Setelah itu udara akan mengalir ke ruang pengering yang akan dipecah atau dibagi menggunakan plat berlubang pada setiap tingkat *tray* atau rak, sehingga udara akan merata pada ruang pengering.

3.6 Pengoperasian Alat

Pengoperasian alat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1. Lakukan penimbangan berat terlebih dahulu pada bahan bakar LPG awal dan bahan kacang panjang basah total 20 kg (2,5 kg untuk setiap rak pengeringnya).

2. Kacang panjang basah 2,5 kg diletakkan pada tiap *tray* / rak pengering, ratakan permukaan kacang panjang agar didapatkan hasil pengeringan yang merata.
3. Pastikan lubang *exhaust* dan *inlet blower* terbuka penuh. Lakukan pengecekan terlebih dahulu sebelum proses pengeringan dimulai.
4. Siapkan bahan bakar LPG lalu pasang regulator, selang penghubung dicabang 2 ke *burner* atau tungku bakar. Buka penuh katup aliran pada *burner* dan buka sedikit katup regulator gas kemudian nyalakan dengan pemantik.
5. Lakukan pemanasan pada alat pengering. Lakukan pemanasan sampai mencapai temperatur kurang lebih dari 50 °C. Jaga ketetapan temperatur agar tidak melebihi batas pemanasan dengan mengatur nyala pengapian pada katup gas utama yaitu regulator gas.
6. Setiap 15 menit dilakukan pengecekan temperatur pada ruang pengeringan utama agar tidak melebihi batas yang diijinkan
7. Lakukan penimbangan pada kacang panjang setiap 1 jam. Catat perubahan berat dan suhu pada setiap penimbangan.
8. Lakukan kembali proses (6 dan 7) hingga kacang panjang mencapai kekeringan yang diinginkan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Alat Pengering Tanpa Beban

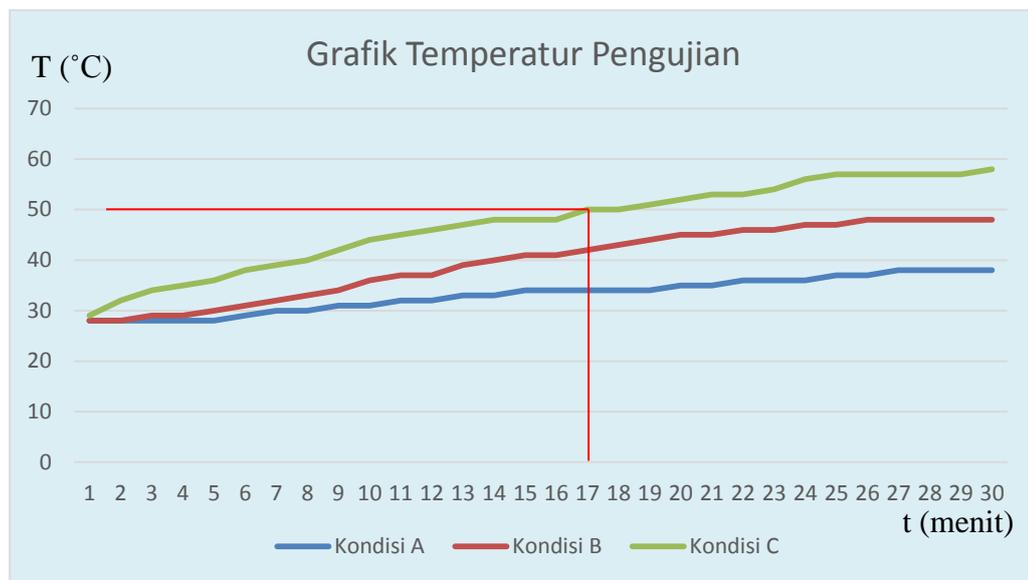
Sebelum dilakukan proses pengeringan kacang panjang, penulis melakukan unjuk kerja alat pengering kacang panjang terlebih dahulu untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur ruang pemanas yaitu 50 °C. Parameter yang diatur untuk mendapatkan temperatur yang ideal adalah dengan memutar katup regulator tabung gas LPG dan bukaan sirip *inlet blower* serta mengatur kondisi bukaan *exhaust* agar didapat suhu yang sesuai untuk proses pengeringan dengan cepat.

Berikut adalah data berupa tabel yang didapatkan saat melakukan pengujian alat pengering tanpa beban.

Tabel 4. 1 Tabel pengujian alat pengering tanpa beban

Menit	Kondisi		
	(A) Blower tertutup, Exhaust terbuka setengah	(B) Blower tertutup, Exhaust terbuka penuh	(C) Blower terbuka penuh, Exhaust terbuka penuh
1	28°C	28°C	29°C
2	28°C	28°C	32°C
3	28°C	29°C	34°C
4	28°C	29°C	35°C
5	28°C	30°C	36°C
6	29°C	31°C	38°C
7	30°C	32°C	39°C
8	30°C	33°C	40°C
9	31°C	34°C	42°C
10	31°C	36°C	44°C
11	32°C	37°C	45°C
12	32°C	37°C	46°C
13	33°C	39°C	47°C
14	33°C	40°C	48°C
15	34°C	41°C	48°C
16	34°C	41°C	48°C
17	34°C	42°C	50°C
18	34°C	43°C	50°C
19	34°C	44°C	51°C
20	35°C	45°C	52°C
21	35°C	45°C	53°C
22	36°C	46°C	53°C
23	36°C	46°C	54°C
24	36°C	47°C	56°C
25	37°C	47°C	57°C
26	37°C	48°C	57°C
27	38°C	48°C	57°C
28	38°C	48°C	57°C
29	38°C	48°C	57°C
30	38°C	48°C	58°C
Konsumsi Gas LPG	0,5 kg	0,5 kg	0,5 kg

Pengambilan data ini dilakukan pada tanggal 8 Mei 2018 dan 9 Mei 2018. Dalam pengujian tanpa beban ini katup regulator tabung gas LPG diatur pada posisi terbuka setengah, hal ini dimaksudkan untuk efisiensi bahan bakar dan untuk penyetaraan konsumsi bahan bakar pada setiap kondisi. Kombinasi kondisi blower dan *exhaust* juga dilakukan agar diketahui kondisi terbaik untuk mencapai temperatur ruang pengering yang diinginkan dengan cepat. Temperatur awal dalam 3 pengujian tanpa beban ini juga memiliki temperatur yang sama yaitu 28°C.



Gambar 4. 1 Grafik temperatur pengujian tanpa beban

Dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada grafik gambar 4.1 bahwa dengan kondisi C atau kondisi dimana blower terbuka penuh dan *exhaust* terbuka penuh dapat mencapai temperatur 50°C hanya dalam waktu 17 menit, maka kondisi ini yang dinilai tepat untuk melakukan pengujian. Konsumsi bahan bakar LPG yang digunakan selama 30 menit dalam setiap kondisi proses pengujian tanpa beban adalah 0,5 kg.

Jadi kondisi C dinilai kondisi yang paling tepat disbanding kondisi yang lain untuk diterapkan pada pengujian dengan beban selanjutnya.

4.2 Pengujian Alat Pengering Dengan Beban

Pengujian alat pengering dilakukan dengan menggunakan kacang panjang basah kapasitas 20 kg. Tujuan dari proses pengeringan ini yaitu untuk mengetahui kadar air awal kacang panjang dan kadar air kacang panjang yang telah dikeringkan dengan menggunakan mesin pengering. Dari proses pengeringan ini juga akan didapatkan besar konsumsi bahan bakar LPG serta biaya yang harus dikeluarkan dalam satu periode pengeringan.

Pada tahap pengujian alat pengering dengan beban ini menerapkan kondisi blower terbuka penuh dan exhaust terbuka penuh. Hal ini sesuai pada hasil pengujian tanpa beban sebelumnya.

4.2.1 Persiapan Awal Pengujian

Kacang panjang basah 20 kg ditimbang sebanyak 2,5 kg untuk diisikan pada tiap-tiap *tray* atau rak. Dimana jumlah *tray* adalah 8 buah. Kemudian, setelah itu timbang berat tabung LPG sebelum proses pengeringan, tujuannya yaitu untuk mengetahui konsumsi bahan bakar LPG yang digunakan saat dilakukan proses pengeringan.



Gambar 4. 2 Proses penataan kacang panjang pada ruang pengering

4.2.2 Proses Pengeringan

Proses pengeringan dilakukan dengan menjaga temperatur ruang pengering 50°C. Cara untuk menjaga agar temperatur tetap konstan yaitu dengan mengatur nyala api. Nyala api ini dapat diatur dengan memutar katup pada regulator tabung gas LPG. Lakukan pengecekan nyala api dan temperatur ruang pengering setiap 15 menit sekali agar temperatur ruang pengering tidak berlebih. Hal ini dilakukan untuk menjaga kualitas pengeringan kacang panjang agar tetap maksimal.



Gambar 4. 3 Katup regulator pengatur nyala api

4.2.3 Pengambilan Data Proses Pengeringan

Data yang diambil pada proses pengeringan meliputi berat kacang panjang setiap 1 jam sekali selama proses pengeringan. Data ini akan digunakan dalam menentukan perhitungan tingkat penurunan kadar air dalam kacang panjang. Selain itu data temperatur juga diperlukan untuk memastikan bahwa temperature dapat terjaga selama proses pengeringan.



Gambar 4. 4 Proses penimbangan berat kacang panjang

4.2.4 Pengambilan Hasil Pengeringan

Proses pengeringan kacang panjang dilakukan selama 780 menit (13 jam). Hal ini menurut kriteria pengeringan kacang panjang telah berubah warna menjadi cokelat tua dan kering. Setelah proses pengeringan kacang panjang telah selesai, matikan api dengan memutar katup pada regulator tabung gas LPG dan matikan blower.



Gambar 4. 5 Kacang panjang setelah proses pengeringan

Tabung LPG yang telah digunakan, kemudian ditimbang. Penurunan berat tabung LPG berguna untuk mengetahui jumlah bahan bakar yang telah digunakan. Kacang panjang dikeluarkan dari ruang pengering, kemudian kacang panjang ditimbang. Penurunan berat kacang panjang yang didapat adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Penurunan Berat Kacang Panjang} &= \text{Berat Awal Kacang Panjang} - \text{Berat Akhir} \\ &\quad \text{Kacang Panjang} \\ &= 20 \text{ kg} - 2,72 \text{ kg} \\ &= 17,28 \text{ kg}\end{aligned}$$

4.3 Menghitung Penurunan Kadar Air Kacang Panjang

Setelah melakukan pengujian selama 13 jam, maka didapatkan data penurunan berat kacang panjang setiap jam yang dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Penurunan berat kacang panjang

No.	Penurunan Berat Kacang Panjang Tiap Jam (kg)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rak 1	2.170	1.970	1.920	1.650	1.210	1.140	1.020	0.860	0.670	0.610	0.570	0.380	0.330
	86.80%	78.80%	76.80%	66.00%	48.40%	45.60%	40.80%	34.40%	26.80%	24.40%	22.80%	15.20%	13.20%
Rak 2	2.190	2.100	1.960	1.740	1.390	1.200	1.040	0.940	0.760	0.700	0.520	0.440	0.390
	87.60%	84.00%	78.40%	69.60%	55.60%	48.00%	41.60%	37.60%	30.40%	28.00%	20.80%	17.60%	15.60%
Rak 3	2.095	1.945	1.745	1.495	1.115	0.925	0.705	0.595	0.415	0.475	0.375	0.325	0.305
	83.80%	77.80%	69.80%	59.80%	44.60%	37.00%	28.20%	23.80%	16.60%	19.00%	15.00%	13.00%	12.20%
Rak 4	2.130	1.980	1.730	1.580	1.230	0.940	0.890	0.770	0.640	0.560	0.500	0.340	0.310
	85.20%	79.20%	69.20%	63.20%	49.20%	37.60%	35.60%	30.80%	25.60%	22.40%	20.00%	13.60%	12.40%
Rak 5	2.160	1.920	1.895	1.675	1.240	1.130	1.010	0.900	0.710	0.650	0.590	0.400	0.360
	86.40%	76.80%	75.80%	67.00%	49.60%	45.20%	40.40%	36.00%	28.40%	26.00%	23.60%	16.00%	14.40%
Rak 6	2.205	1.970	1.865	1.675	1.240	1.150	1.005	0.850	0.730	0.640	0.570	0.410	0.380
	88.20%	78.80%	74.60%	67.00%	49.60%	46.00%	40.20%	34.00%	29.20%	25.60%	22.80%	16.40%	15.20%
Rak 7	2.165	2.010	1.795	1.595	1.160	0.920	0.755	0.630	0.500	0.485	0.395	0.365	0.300
	86.60%	80.40%	71.80%	63.80%	46.40%	36.80%	30.20%	25.20%	20.00%	19.40%	15.80%	14.60%	12.00%
Rak 8	2.150	1.960	1.780	1.590	1.235	0.955	0.875	0.770	0.700	0.615	0.585	0.380	0.345
	86.00%	78.40%	71.20%	63.60%	49.40%	38.20%	35.00%	30.80%	28.00%	24.60%	23.40%	15.20%	13.80%
Matahari	2.291	2.125	1.708	1.625	1.625	1.375	1.291	1.291	1.125	1.041	0.875	0.791	0.708
	91.64%	85.00%	68.32%	65.00%	65.00%	55.00%	51.64%	51.64%	45.00%	41.64%	35.00%	31.64%	28.32%

4.3.1 Kandungan Air Kacang Panjang

Pada data hasil pengujian tersebut dapat diketahui berat awal kacang panjang sebelum pengeringan yaitu 20 kg, dan jumlah berat akhir total kacang panjang setelah pengeringan yaitu 2,72 kg.

Perhitungan jumlah kadar air kacang panjang menggunakan data *tray* 7 karena memiliki tingkat kekeringan yang lebih maksimal mencapai berat akhir 0,3 kg dari berat awal 2,5 kg dibanding dengan *tray* atau rak yang lain.

Perhitungan kadar air awal kacang panjang sebagai berikut :

Analisa jumlah kadar air kacang panjang

Tray 7

Berat kacang panjang awal (W_1) = 2,5 kg

Berat kacang panjang akhir (W_2) = 0,3 kg

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan Kadar Air} &= \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \\ &= \frac{2,5 \text{ kg} - 0,3 \text{ kg}}{2,5 \text{ kg}} \times 100\% \\ &= 88 \%\end{aligned}$$

Jadi, berat awal kandungan air total pada kacang panjang 20 kg (20000 gram) yaitu $20000 \text{ gr} \times 88 \% = 17600 \text{ gram}$ atau 17,6 kg.

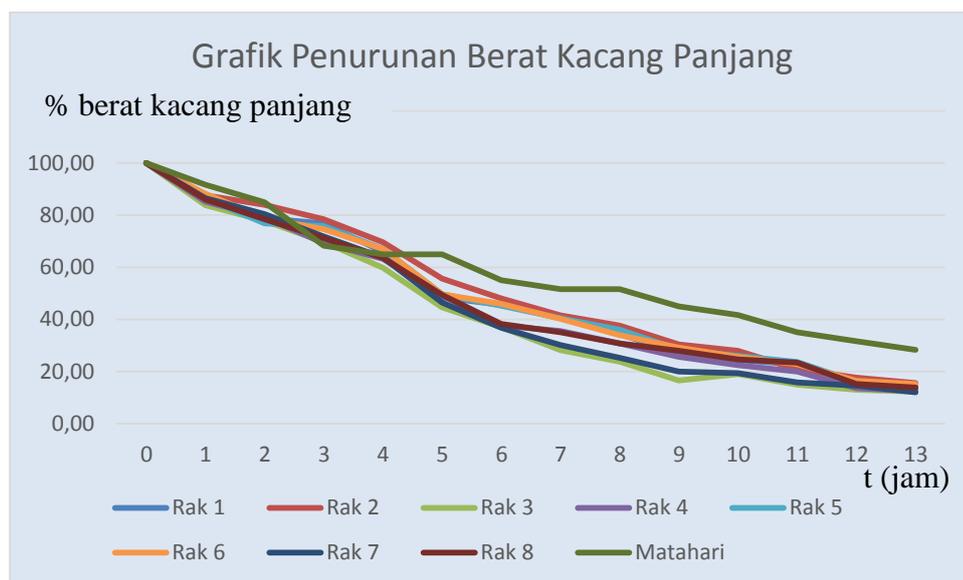
Tabel 4. 3 Berat kandungan air kacang panjang hasil pengeringan

<i>Tray</i>	Berat Kacang Panjang Awal (w_1)	Berat Kacang Panjang Akhir (w_2)	Berat Air Diupkan
<i>Tray</i> 1	2,5 kg	0,330 kg	2,170 kg
<i>Tray</i> 2	2,5 kg	0,390 kg	2,110 kg
<i>Tray</i> 3	2,5 kg	0,305 kg	2,195 kg
<i>Tray</i> 4	2,5 kg	0,310 kg	2,190 kg
<i>Tray</i> 5	2,5 kg	0,360 kg	2,140 kg
<i>Tray</i> 6	2,5 kg	0,380 kg	2,120 kg
<i>Tray</i> 7	2,5 kg	0,300 kg	2,200 kg
<i>Tray</i> 8	2,5 kg	0,345 kg	2,155 kg
Matahari	2,5 kg	0,708 kg	1,792 kg

Persentase penurunan berat kacang panjang total adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{86,8 \% + 84,4 \% + 87,8 \% + 87,6 \% + 85,6 \% + 84,8 \% + 88 \% + 86,2 \%}{\text{jumlah tray}} \\
 &= \frac{86,8 \% + 84,4 \% + 87,8 \% + 87,6 \% + 85,6 \% + 84,8 \% + 88 \% + 86,2 \%}{8} \\
 &= 86,4 \%
 \end{aligned}$$

Hasil penurunan kadar air akhir pengeringan kacang panjang basah dalam waktu 780 menit (13 jam) yaitu 86,4 % atau perhitungan secara berat air yang berhasil diuapkan yaitu $20000 \text{ gr} \times 86,4 \% = 17280 \text{ gram}$ atau 17,28 kg. Jadi, selisih dari berat kandungan air awal dan berat kandungan air yang berhasil diuapkan adalah $17,6 \text{ kg} - 17,28 \text{ kg} = 0,32 \text{ kg}$ atau hanya selisih 1,81 % dari kandungan air awal. Hasil tersebut telah memenuhi kriteria kurang dari 20 % kandungan air untuk memasuki tahap pengeringan selanjutnya dengan menggunakan blower atau kipas angin setelah biji kacang panjang dilepas dari kulitnya.



Gambar 4. 6 Grafik penurunan berat kacang panjang

Dari grafik diatas juga dapat disimpulkan pengeringan menggunakan cahaya matahari sebagai perbandingan terbukti kurang mampu bersaing dengan kinerja alat pengering. Hal ini disebabkan cahaya matahari rentan terhadap perubahan cuaca. Ketika cahaya matahari tertutup oleh awan maka suhu pada

kacang panjang akan berubah drastis. Perubahan suhu secara mendadak tentu dapat mempengaruhi tingkat kualitas benih.

4.3.2 Penurunan Kadar Air Kacang Panjang

Jika berat kacang panjang dengan kadar air terendah atau sampai kering = 0,3 kg (*tray* 7) atau 88% dari berat awal 2,5 kg, Maka kandungan air pada setiap rak adalah $88\% \times 2,5 \text{ kg} = 2,2 \text{ kg}$ air. Sehingga penurunan kadar air setiap raknya dapat dihitung sebagai berikut:

Analisa penurunan kadar air kacang panjang setelah 1 jam pengeringan

Tray 1

Berat kacang panjang 1 jam pengeringan (W_1) = 2,170 kg (Tabel 4.2)

Berat kacang panjang kering (W_k) = 0,3 kg

Perhitungan Kadar Air = $W_1 - W_k$
= 2,170 kg - 0,3 kg
= 1,870 kg

Perhitungan Kadar Air = $\frac{1,870 \text{ kg}}{2,2 \text{ kg}} \times 100\%$
= 85 %

Jadi, sisa kadar air setelah proses pengeringan selama 1 jam pada *tray* 1 adalah 85 % atau 1,870 kg air.

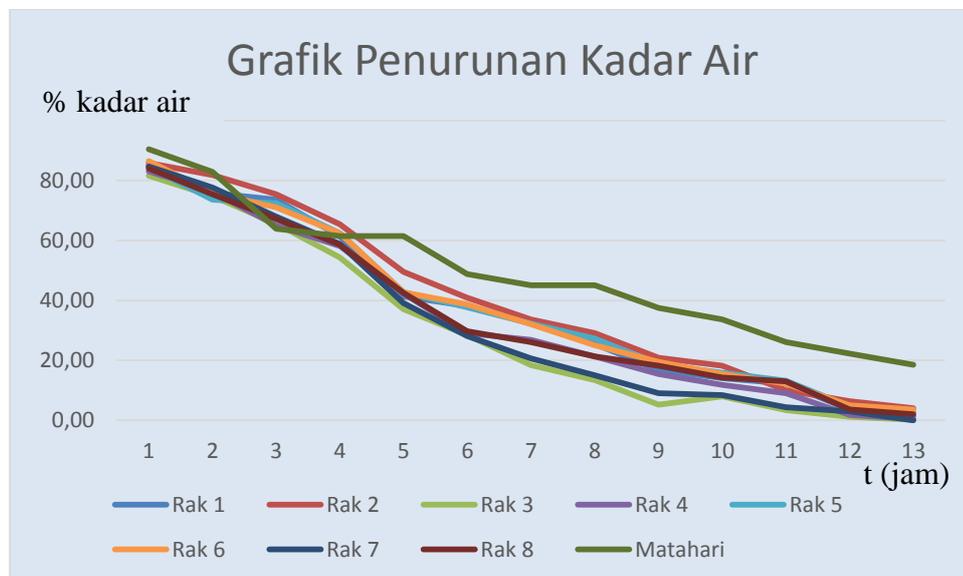
Dari perhitungan tersebut maka dapat dibuat tabel penurunan kadar air sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Penurunan kadar air kacang panjang

No.	Penurunan Kadar Air Tiap Jam (kg)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rak 1	1.870	1.670	1.620	1.350	0.910	0.840	0.720	0.560	0.370	0.310	0.270	0.080	0.030
	85.00%	75.91%	73.64%	61.36%	41.36%	38.18%	32.73%	25.45%	16.82%	14.09%	12.27%	3.64%	1.36%
Rak 2	1.890	1.800	1.660	1.440	1.090	0.900	0.740	0.640	0.460	0.400	0.220	0.140	0.090
	85.91%	81.82%	75.45%	65.45%	49.55%	40.91%	33.64%	29.09%	20.91%	18.18%	10.00%	6.36%	4.09%
Rak 3	1.795	1.645	1.445	1.195	0.815	0.625	0.405	0.295	0.115	0.175	0.075	0.025	0.005
	81.59%	74.77%	65.68%	54.32%	37.05%	28.41%	18.41%	13.41%	5.23%	7.95%	3.41%	1.14%	0.23%
Rak 4	1.830	1.680	1.430	1.280	0.930	0.640	0.590	0.470	0.340	0.260	0.200	0.040	0.010
	83.18%	76.36%	65.00%	58.18%	42.27%	29.09%	26.82%	21.36%	15.45%	11.82%	9.09%	1.82%	0.45%
Rak 5	1.860	1.620	1.595	1.375	0.940	0.830	0.710	0.600	0.410	0.350	0.290	0.100	0.060
	84.55%	73.64%	72.50%	62.50%	42.73%	37.73%	32.27%	27.27%	18.64%	15.91%	13.18%	4.55%	2.73%
Rak 6	1.905	1.670	1.565	1.375	0.940	0.850	0.705	0.550	0.430	0.340	0.270	0.110	0.080
	86.59%	75.91%	71.14%	62.50%	42.73%	38.64%	32.05%	25.00%	19.55%	15.45%	12.27%	5.00%	3.64%
Rak 7	1.865	1.710	1.495	1.295	0.860	0.620	0.455	0.330	0.200	0.185	0.095	0.065	0.000
	84.77%	77.73%	67.95%	58.86%	39.09%	28.18%	20.68%	15.00%	9.09%	8.41%	4.32%	2.95%	0.00%
Rak 8	1.850	1.660	1.480	1.290	0.935	0.655	0.575	0.470	0.400	0.315	0.285	0.080	0.045
	84.09%	75.45%	67.27%	58.64%	42.50%	29.77%	26.14%	21.36%	18.18%	14.32%	12.95%	3.64%	2.05%
Matahari	1.991	1.825	1.408	1.352	1.352	1.075	0.991	0.991	0.825	0.741	0.575	0.491	0.408
	90.5%	82.95%	64%	61.45%	61.45%	48.86%	45.04%	45.04%	37.5%	33.68%	26.13%	22.31%	18.54%

Dari perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa kacang panjang pada *tray* 7 memiliki kandungan kadar air sebesar 88 % sebelum dilakukannya proses pengeringan hingga mencapai titik paling kering. Hal ini juga membuktikan kandungan kadar air kacang panjang pasca panen sekitar 80 %.

Akan tetapi dari data dapat disimpulkan bahwa besaran penurunan kadar air tidak merata pada setiap tingkatnya. Hal ini dikarenakan aliran udara yang tidak terbagi rata pada setiap *tray*. Jika dilihat dari data maka urutan *tray* dengan tingkat pengeringan terbaik yaitu *tray* 3-4-1-2 dan *tray* 7-8-5-6. Selain faktor aliran udara yang tidak merata pada setiap tingkat *tray*, perbedaan umur kacang panjang juga mempengaruhi lamanya proses penurunan kadar air.



Gambar 4. 7 Grafik penurunan kadar air pengeringan kacang panjang

4.4 Konsumsi Bahan Bakar Gas LPG

Pengujian yang dilakukan pada kacang panjang basah tersebut dikeringkan dengan total waktu pengeringan 780 menit (13 jam). Pengaturan besar bukaan regulator gas LPG tentu mempengaruhi besarnya konsumsi bahan bakar. Dalam pengujian ini pengaturan suhu dimulai dari dibukanya regulator tabung gas LPG setengah putaran. Hal ini menganut hasil pengujian tanpa beban sebelumnya. Konsumsi bahan bakar selama proses pengeringan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\text{Tabung LPG} &= \text{Berat Tabung Awal} - \text{Berat Tabung Akhir} \\
&= 25,65 \text{ kg} - 17,71 \text{ kg} \\
&= 7,94 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Jadi dalam 13 jam proses pengeringan kacang panjang memerlukan bahan bakar gas LPG sebanyak 7,94 kg. Maka dapat dihitung setiap jam proses pengeringan menghabiskan bahan bakar gas LPG sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\text{Konsumsi bahan bakar setiap jam} &= \frac{\text{konsumsi selama pengeringan}}{\text{waktu}} \\
&= \frac{7,94 \text{ kg}}{13 \text{ jam}} \\
&= 0,61 \text{ kg/jam}
\end{aligned}$$

4.5 Laju Pengeringan

Berikut tabel rata-rata banyaknya penguapan kandungan air kacang panjang pada *tray* setiap jam selama proses pengeringan berlangsung:

Tabel 4. 5 Laju pengeringan setiap jam

Waktu (jam)	Laju Pengeringan
1	0.342 kg
2	0.176 kg
3	0.146 kg
4	0.211 kg
5	0.398 kg
6	0.183 kg
7	0.133 kg
8	0.123 kg
9	0.149 kg
10	0.049 kg
11	0.079 kg
12	0.133 kg
13	0.040 kg

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa rata-rata pada 1 jam pertama pengeringan, kadar air kacang panjang berkurang sebanyak 0.342 kg. Sedangkan untuk jam selanjutnya pengurangan kadar air tidak dapat berkurang secara konstan ataupun mempunyai selisih yang sama. Setiap jam pengeringan memiliki tingkat pengurangan kadar air yang berbeda-beda.

4.6 Menghitung Biaya Pengeringan

Pada alat pengering ini dirancang menggunakan 2 blower dengan kapasitas daya 150 watt untuk masing-masing blower dan 1 tabung gas LPG. Penggunaan daya yang tidak terlalu besar ini akan memudahkan petani kacang panjang yang menggunakan golongan listrik rendah di rumahnya. Biaya kebutuhan listrik dalam satu periode pengeringan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned}\text{Biaya listrik per jam} &= \text{tarif/kWh} \times \text{wattage} \\ &= \text{Rp } 1.352 \times 0,3 \text{ kWh} \\ &= \text{Rp } 405,6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total pemakaian 13 jam} &= \text{Rp } 405,6 \times 13 \text{ jam} \\ &= \text{Rp } 5.300\end{aligned}$$

Dengan tarif listrik Rp 1.352 per kWh (TDL data PLN Januari 2018)

Selain itu pada satu periode pengeringan alat ini menghabiskan gas LPG dengan berat awal 27,1 kg dan berat akhir 19,164 kg. biaya penggunaan gas LPG dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Biaya konsumsi gas LPG selama 13 jam} &= 7,936 \text{ kg} \times \text{Rp } 12.000 \\ &= \text{Rp } 95.000\end{aligned}$$

Dengan asumsi harga gas LPG 12 kg Rp 145.000.

Total biaya yang diperlukan dalam satu periode pengeringan yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Total biaya} &= \text{Listrik} + \text{Gas LPG} \\ &= \text{Rp } 5.300 + \text{Rp } 95.000 \\ &= \text{Rp } 100.300\end{aligned}$$

Maka dapat dihitung biaya yang diperlukan pada proses pengeringan perkg kacang panjang sebagai berikut :

$$\text{Berat basah} = \frac{\text{Rp } 100.300}{20 \text{ kg}} = \text{Rp } 5.015 \text{ perkg}$$

$$\text{Berat kering} = \frac{\text{Rp } 100.300}{2,72 \text{ kg}} = \text{Rp } 36.875 \text{ perkg}$$

Jadi biaya pengeringan yang dibutuhkan adalah Rp 5.015 perkg kacang panjang basah atau Rp 36.875 perkg kacang panjang kering.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil data pengujian dari alat pengering kacang panjang dengan bahan uji kacang panjang kapasitas 20 kg adalah sebagai berikut :

1. Tahapan utama proses pengeringan menggunakan alat pengering meliputi persiapan alat pengering, pengisian kacang panjang tiap *tray* dan pengaturan suhu ruang pengering.
2. Penurunan kadar air kacang panjang basah adalah 86,4 % dengan berat air 17,28 kg dalam waktu proses pengeringan 780 menit (13 jam). Hasil ini juga lebih efektif dibandingkan pengeringan menggunakan cahaya matahari selama 2 hari (13 jam) dengan penurunan kadar air hanya 71,68%.
3. Konsumsi bahan bakar gas LPG selama proses pengeringan sebanyak 7,936 kg.
4. Total biaya yang dibutuhkan dalam satu periode pengeringan adalah Rp 100.300 atau Rp 5.015 perkg berat basah atau Rp 36.875 perkg berat kering.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Dalam proses pengujian alat pengering kacang panjang maka penulis memiliki saran dalam proses pengoperasian alat tersebut :

1. Proses pengujian alat pengering kacang panjang sebaiknya dilakukan di dalam ruangan, supaya selama proses pengeringan tidak dipengaruhi oleh cuaca yang berubah-ubah.
2. Penjagaan temperatur pengeringan tidak melebihi 50°C, agar kualitas dari hasil pengeringan lebih baik. Karena apabila temperatur ruang pengering terlalu panas maka akan membunuh benih itu sendiri.
3. Perlunya perbaikan pada pembagi aliran udara agar udara dapat lebih merata pada setiap tingkatan *tray*.

4. Usahakan pengujian dilakukan dengan umur bahan pengujian yang sama rata.

5.3 Refleksi Tugas Akhir

Setelah penulis mengerjakan tugas akhir, penulis mendapatkan beberapa refleksi sebagai berikut :

1. Materi perkuliahan yang diberikan seperti gambar teknik dan penggunaan aplikasi inventor sangat diperlukan saat penulis melakukan desain alat pengering. Hal ini memudahkan dalam tahap desain dan analisis aliran fluida.
2. Beberapa ilmu baru mengenai pengeringan juga didapatkan penulis melalui beberapa jurnal dan buku-buku. Materi tersebut bermanfaat guna mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengeringan.
3. Dari hasil observasi ke beberapa perusahaan pembenihan dan bengkel rekayasa juga memberi pengetahuan baru bagi penulis.
4. Kesulitan yang dijumpai dalam penelitian ini yaitu tidak adanya parameter tetap tentang pengeringan kacang panjang secara buatan, karena belum pernah adanya penelitian dengan topik yang sama. Dengan demikian penelitian ini dapat dijadikan sebagai parameter penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulah, M. R. (2017). *Analisa Penurunan Kadar Air Pada Proses Pengeringan Cengkeh Kapasitas 18 kg*. Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada.
- Anto, A. (2013). *Teknologi Budidaya Kacang Panjang, Penyuluhan Pertanian BPTP*. Kalimantan Tengah.
- BP3K. (2012). *Morfologi Tanaman Kacang Panjang*. Hal: 3-294. Lubuk Pinang.
- Brooker, D. B., F. W. Bakker-arkema and C. W. Hall. (1981). *Drying Cereal Grains*. Avi Publishing Company Inc. West Port, Connecticut.
- Davies, M. R. D. (2000). *On Gaseous Free Convection Heat Transfer with Well-Defined Boundary Condition*. Journal of Heat Transfer, vol. 122, pp. 3-10.
- Hutapea, J.R. (1994). *Inventaris Tanaman Obat Indonesia (III)*, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan, Jakarta.
- Masyamsir. (2001). *Modul Program Keahlian Dan Budidaya Ikan Proyek Pengembangan System Dan Standar Pengelolaan SMK: Sortasi, Grading Dan Membersihkan Hasil Perikanan*. Jakarta: Direktorat Pendidikan dan Menengah Kejuruan.
- Moran, M.J & Howard N. Shapiro. (2000). *Fundamental of Engineering Thermodynamics*. John Wiley & Sons Inc. Chicester.
- Panji, R. (2012). *Buku J. Budidaya Tanaman Kacang Panjang*. Hal: 423-447. Medan.
- Rahayoe, S. (2017). *Teknik Pengeringan*. Departemen Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada
- Suarnadwipa, N. & W. Hendra. (2008). *Pengeringan Jamur Dengan Dehumifier*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM. Vol 2. No 1. Juni 2008.
- Supriyono. (2003). *Mengukur Faktor-Faktor dalam Proses Pengeringan*. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional Proyek Pengembangan Sistem dan Standar Pengelolaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.

LAMPIRAN 1
KACANG PANJANG SEBELUM DIKERINGKAN



LAMPIRAN 2
KACANG PANJANG SETELAH DIKERINGKAN

