

KARAKTERISTIK PENGERINGAN LAPIS TIPIS BUAH NAGA
(Hilocereuse polyrhizus)

AFNI AFIFA
G041181316



PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022

KARAKTERISTIK PENGERINGAN LAPIS TIPIS BUAH NAGA
(Hilocereuse polyrhizus)

Afni Afifa
G041181316



Skripsi
Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian
Pada
Departemen Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**KARAKTERISTIK PENGERINGAN LAPIS TIPIS BUAH NAGA
(*Hilocereuse polyrhizus*)**

Disusun dan diajukan oleh

AFNI AFIFA

G041181316

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 12 Agustus 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Ir. Junaedi Muhidong, M.Sc
NIP. 19600101/198503 1 014


Diyah Yumeina, S.TP., M.Agr., Ph.D
NIP. 19631231 198811 1 005

**Ketua Program Studi
Teknik Pertanian**




Dr. Ir. Iqbal, S.TP., M.Si. IPM
NIP. 19781225 200212 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Afni Afifa
NIM : G041181316
Program Studi : Teknik Pertanian
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Karakteristik Pengeringan Lapis Tipis Buah Naga (*Hilocereuse polyrhizus*) adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 17 Oktober 2022

Yang Menyatakan



1000
SEPULUH RIBU RUPIAH
METERA
TEMPEL
5B169AKX060465419

Afni Afifa

ABSTRAK

AFNI AFIFA (G041181316). Karakteristik Pengeringan Lapis Tipis Buah Naga (*Hilocereuse polyrhizus*). Pembimbing: JUNAEDI MUHIDONG dan DIYAH YUMEINA.

Tanaman buah naga merupakan tanaman tropis yang mudah dibudidayakan dan memiliki potensi yang tinggi, hal tersebut tidak hanya dikarenakan oleh cita rasa yang enak namun juga menyehatkan untuk dikonsumsi. Sebagai upaya untuk lebih mempraktikkan pemanfaatan buah naga dan guna meningkatkan daya simpan maka diperlukan sebuah pengolahan pascapanen berupa pengeringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model pengeringan lapis tipis yang sesuai dengan karakteristik buah naga merah. Pengeringan ini menggunakan alat pengering tipe *Bacth dryer* dengan kecepatan pengering sebesar 1,0 m/s, dengan dua faktor yakni suhu pengeringan (40 °C, 50 °C dan 60 °C) dan dimensi buah (2×2×1 cm dan 2×2×2 cm). Parameter yang diamati meliputi berat sampel, berat padatan sampel serta suhu dan RH. Hasil dari penelitian ini yakni model *page* lebih representatif guna menggambarkan perilaku pengeringan lapis tipis buah naga dengan nilai R^2 dengan konsisten memiliki nilai tertinggi mendekati angka satu. Disimpulkan bahwasanya model pengeringan lapis tipis yang paling sesuai dengan karakteristik pengeringan lapis tipis buah naga yakni model *Page*.

Kata Kunci: *Buah Naga, Pengeringan Lapis Tipis, Page.*

ABSTRACT

AFNI AFIFA (G041181316). *Thin Layer Drying Characterization of Dragon Fruit.*
Supervised by: JUNAEDI MUHIDONG and DIYAH YUMAENA

Dragon fruit plants are tropical plants that are easy to cultivate and have high potential, not only due to their delicious taste but also because they are healthy for consumption. To better maximize the use of dragon fruit and increase the shelf life, post-harvest processing is needed in the form of drying. This study aims to determine the thin layer drying model according to the characteristics of red dragon fruit. This drying uses a back dryer with a drying speed of 1.0 m/s, with two factors, namely drying temperature (40 °C 50 °C dan 60 °C) and fruit dimensions (2×2×1 cm and 2×2×2 cm) The weight of the sample, the solids of the sample and the temperature and the RH. The results off this study believe that the page model is more representative to describe the behavior of thin layer drying of dragon fruit with an R^2 value that concluded that the thin layer drying model that best fits the characteristics of dragon fruit thin layer is the page model.

Keywords: *Dragon fruit, thin layer drying, page*

PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa, karena atas berkat rahmat kasih sayang-Nya lah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, hanya Dialah sebaik-baik penolong. Pada kesempatan kali ini penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak yang berkontribusi dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini:

1. Prof. Dr. Ir. Junaedi Muhidong, M.Sc. dan Diah Yumeina, STP, M.Agr, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang membimbing penulis selama melakukan penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga rangkumnya skripsi ini.
2. Dr.rer.nat. Olly Sanny Hutabarat, S.TP., M.Si dan Dr. Ir. Abdul Waris, MT selaku dosen penguji yang memberikan arahan kepada penulis tentang penyusunan skripsi ini yang baik dan benar.
3. Imam Suelfikhar, S.T. selaku staf laboratrium *processing* keteknikan pertanian yang telah membantu penulis dalam proses penelitian.

Skripsi ini penulis persembahkan untuk orangtua tercinta yakni Hamdani dan Alm. Patimah yang menitipkan harapan besar di pundak penulis serta kasih sayang dan doanya tidak pernah terputus terpajatkan untuk penulis.

Makassar, 07 Oktober 2022

Afni Afifa

RIWAYAT HIDUP



Afni Afifa, lahir di Karambua, 27 September 2000 dari pasangan bapak Hamdani dan almarhumah ibu Patimah, penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara. Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. SD 130 Karambua, pada tahun 2006 - 2012.
2. MTs. Barokatul Ikhlas NW., pada tahun 2012 - 2015.
3. SMA Negeri 2 Luwu Timur, pada tahun 2015 - 2018
4. Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian pada tahun 2018.

Selama masa perkuliahan, penulis tidak hanya aktif dalam proses akademik saja namun juga aktif berorganisasi baik internal kampus maupun eksternal kampus, mulai dari organisasi kepemimpinan, keagamaan, sosial dan pengabdian. Diantaranya adalah Himatepa Unhas, UKM Hockey Unhas, Student Leadership Forum, Indonesian Future Leaders, Kesatuan Aksi Mahasiswa Muslim Indonesia (KAMMI), KNPI, Karang Taruna, Desa Produktif Makassar, Front Mahasiswa Nasional, SERUNI Makassar, Mahasiswa Bertani Unhas, Etos.id Nusantara. Penulis juga mengikuti sekolah nonformal yakni Sekolah Kepemimpinan dan Politik Bangsa, Sekolah Advokasi, Akademi Politik Nasional.

Semasa aktif berkuliah penulis juga turut andil dalam mengikuti kompetisi karya tulis ilmiah diantaranya adalah menjadi finalis Agritech dalam dua kesempatan berbeda, finalis essay kepemudaan, lulus pendanaan PHP2D (Program Holistik Pengabdian dan Pemberdayaan Desa), Lulus Pendanaan Pengabdian Masyarakat Aksi Muda Indonesia sekaligus masuk Nominasi Aksi Muda Indonesia pilar kesehatan pada ASTRA Award 2019, Finalis *Intechnoculture 6.0*, dan diakhir masa kemahasiswaan penulis mengikuti lomba essay dan pentas budaya nasional sebagai delegasi Etos.id Makassar Universitas Hasanuddin di IPB.

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------------------------------|
| HALAMAN SAMPUL | Error! Bookmark not defined. |
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI..... | Error! Bookmark not defined. |
| PERNYATAAN KEASLIAN..... | Error! Bookmark not defined. |
| ABSTRAK..... | v |
| <i>ABSTRACT</i> | vi |
| PERSANTUNAN..... | vii |
| RIWAYAT HIDUP..... | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiii |
| 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan dan Kegunaan | 2 |
| 2. TINJAUAN PUSTAKA..... | 3 |
| 2.1 Buah Naga (<i>Hilocereuse polyrhizus</i>) | 3 |
| 2.2 Penanganan Pasca Panen Buah Naga | 6 |
| 2.3 Prinsip Dasar Pengeringan | 7 |
| 2.4 Parameter Pengeringan..... | 9 |
| 2.5 Hubungan Suhu dengan Pengeringan | 11 |
| 2.8 Kadar Air | 12 |
| 2.9 Pengeringan Lapis Tipis..... | 14 |
| 3. METODE PENELITIAN..... | 16 |
| 3.1 Waktu dan Tempat..... | 17 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 17 |
| 3.3 Metode Penelitian..... | 17 |
| 3.4 Parameter Pengamatan..... | 17 |
| 3.5 Prosedur Penelitian | 18 |
| 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 22 |
| 4.1 Pola Penurunan Kadar Air..... | 22 |

| | |
|---|----|
| 4.2 Pola Penurunan <i>Moisture Ratio</i> (MR) | 26 |
| 4.3 Model Pengeringan | 27 |
| 5. PENUTUP | 33 |
| Kesimpulan | 33 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. Buah Naga Merah Berdaging Putih | 4 |
| Gambar 2. Buah Naga Merah Berdaging Merah | 4 |
| Gambar 3. Buah Naga Merah Berdaging Merah | 4 |
| Gambar 4. Buah Naga Kuning Berdaging Putih..... | 5 |
| Gambar 5. Diagram Alir Penelitian | 21 |
| Gambar 6. Pola penurunan kadar air basis basah (Kabb) dengan ukuran dimensi 2×2×1 cm pada suhu 40 °C, 50 °C, 60 °C..... | 22 |
| Gambar 7. Pola penurunan kadar air basis kering (Kabk) dengan ukuran dimensi 2×2×1 cm pada suhu 40 °C, 50 °C, 60 °C..... | 23 |
| Gambar 8. Pola pola penurunan kadar air basis basah (Kabb) dengan ukuran dimensi 2×2×2 cm pada suhu 40 °C, 50 °C, 60 °C..... | 24 |
| Gambar 9. Pola pola penurunan kadar air basis kering (Kabk) dengan ukuran dimensi 2×2×2 cm pada suhu 40 °C, 50 °C, 60 °C..... | 24 |
| Gambar 10. Pola Penurunan Nilai MR pada Ukuran dimensi 2×2×1 cm | 26 |
| Gambar 11. Pola Penurunan Nilai MR pada Ukuran dimensi 2×2×2 cm..... | 27 |
| Gambar 12. Hubungan MR Observasi dan MR Prediksi untuk sampel dengan dimensi 2x2x1 suhu 40 °C..... | 29 |
| Gambar 13. Hubungan MR Observasi dan MR Prediksi untuk sampel dengan dimensi 2x2x2 suhu 40 °C..... | 29 |
| Gambar 14. Hubungan MR Observasi dan MR Prediksi untuk sampel dengan dimensi 2x2x1 suhu 50 °C..... | 30 |
| Gambar 15. Hubungan MR Observasi dan MR Prediksi untuk sampel dengan dimensi 2x2x2 suhu 50 °C..... | 30 |
| Gambar 16. Hubungan MR Observasi dan MR Prediksi untuk sampel dengan dimensi 2x2x1 suhu 60 °C..... | 31 |
| Gambar 17. Hubungan MR Observasi dan MR Prediksi untuk sampel dengan dimensi 2x2x2 suhu 60 °C..... | 31 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1. Kandungan Gizi Buah Naga Berdaging Merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i>) per 100 g | 5 |
| Tabel 2. Daftar model pengeringan lapisan tipis | 14 |
| Tabel 3. Hasil analisa model persamaan pengeringan lapis tipis buah naga dengan ukuran dimensi 2×2×1 cm | 28 |
| Tabel 4. Hasil analisa model persamaan pengeringan lapis tipis buah naga dengan ukuran dimensi 2×2×2 cm | 28 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1. Hasil perhitungan kadar air basis basah, kadar air basis kering, dan <i>Moisture Rasio</i> sampel dengan dimensi 2×2×1 cm dan sampel dengan dimensi 2×2×2 cm dengan suhu 40 °C..... | 37 |
| Lampiran 2. Hasil perhitungan kadar air basis basah, kadar air basis kering, dan <i>Moisture Rasio</i> sampel dengan dimensi 2×2×1 cm dan sampel dengan dimensi 2×2×2 cm dengan suhu 50 °C..... | 40 |
| Lampiran 3. Hasil perhitungan kadar air basis basah, kadar air basis kering, dan <i>Moisture Rasio</i> sampel dengan dimensi 2×2×1 cm dan sampel dengan dimensi 2×2×2 cm dengan suhu 60 °C..... | 44 |
| Lampiran 4. Data hasil pengamatan suhu dan RH lingkungan dan ruang pengering pada suhu 40 °C..... | 46 |
| Lampiran 5. Data hasil pengamatan suhu dan RH lingkungan dan ruang pengering pada suhu 50 °C..... | 49 |
| Lampiran 6. Data hasil pengamatan suhu dan RH lingkungan dan ruang pengering pada suhu 60 °C..... | 52 |

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman buah naga merupakan tanaman tropis yang mudah dibudidayakan dan memiliki potensi yang tinggi dikarenakan buah naga memiliki daya saing yang tinggi di dunia perdagangan, hal tersebut tidak hanya dikarenakan oleh cita rasa yang enak namun juga menyehatkan untuk dikonsumsi. Sebagai upaya untuk lebih mempraktikkan pemanfaatan buah naga dan guna meningkatkan daya simpan maka diperlukan sebuah pengolahan pascapanen yang berupa pengolahan dari bentuk buah utuh menjadi buah dengan kondisi kering atau pun dalam bentuk bubuk yang kering, sehingga ketahanan dalam penyimpanan akan cenderung lebih lama. Adapun proses yang dapat dilakukan untuk memperoleh buah naga dalam kondisi kering yakni meliputi proses pengeringan.

Pengeringan merupakan proses dari pengolahan pascapanen yang mustinya dilakukan dengan teliti yang mana dalam prosesnya dilakukan pengurangan kadar air pada bahan dikarenakan tujuan dari pengeringan itu sendiri ialah untuk mendapatkan kondisi buah naga dengan kadar air yang optimum untuk proses penyimpanan, dalam upaya penyimpanan bahan pangan salah satu yang berpengaruh yakni kadar air yang dikandungnya, ketika kadar air optimum untuk dilakukannya proses penyimpanan telah dicapai maka daya simpan dari bahan pangan akan semakin lama. Berdasarkan penelitian terdahulu bahwasanya pengeringan dapat dilakukan dengan cara pengeringan lapis tipis yang dapat menggunakan alat yang bernama *Batch Drayer*. Pada pengeringan lapis tipis terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan pengeringan dan juga mempengaruhi kualitas bahan yang dikeringkan salah satunya adalah penggunaan suhu pada saat proses pengeringan, jika suhu yang digunakan pada proses pengeringan terlalu rendah maka akan mengakibatkan proses pengeringan yang dilakukan akan semakin panjang dikarenakan proses penguapan kandungan air pada bahan berlangsung secara lambat sedangkan jika suhu terlalu tinggi maka akan menyebabkan *case hardening* yang mana terjadinya kondisi bahan tidak kering sempurna yang disebabkan oleh pengeringan yang tidak merata pada seluruh bagian sampel. Untuk mengamati perubahan yang terjadi pada

bahan yang diberikan perlakuan pengeringan lapisan tipis dapat dilihat dengan menggunakan beberapa model matematika yakni model *Newton*, *Henderson and Pabis* dan model *Page*.

Berdasarkan uraian diatas maka dianggap perlu untuk dilakukannya penelitian ini agar diketahui pola penurunan kadar air pada pengeringan dengan pengaplikasian suhu yang berbeda agar dapat diketahuinya model matematika dari pengeringan lapis tipis manakah yang lebih sesuai untuk digunakan dalam proses pengeringan lapis tipis buah naga merah.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model pengeringan lapis tipis yang sesuai dengan karakteristik buah naga merah. Kegunaan penelitian ini yakni sebagai acuan informasi bagi para *engineer* dalam penentuan perlakuan dalam merancang teknologi tepat guna untuk pengeringan buah naga.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Naga (*Hilocereuse Polyrhizus*)

Salah satu tanaman berupa kaktus asli yang diberi nama sebagai tanaman buah naga (*Hylocereus*) yang mana memiliki nama asli pitahaya atau disebut juga sebagai pitaya (naga) berasal dari bahasa Inggris. Tanaman buah naga ini berasal dari Amerika dan mulai tersebar di pantai Florida ke Brasil. Buah naga yang berhasil ditemukan di Amerika telah mencapai 14 spesies, diantaranya yang paling utama yakni *Hylocereus* dan dari spesies *Hylocereus* tersebut yang telah dibudidayakan di seluruh penjuru dunia yakni *Hylocereus undatus*, *Hylocereus monacanthus* dan *Hylocereus megalanthus* (Hernandez dan Salazar 2012). Di Indonesia, kabupaten Bayuwangi merupakan pemasok buah naga terbesar. Dengan panen sepanjang tahun, Bayuwangi menghasilkan 82.544 ton per tahun. Terkhusus di Sulawesi Selatan sendiri terdapat daerah yang menanam buah naga, seperti daerah Sinjai, Bantaeng, Bulukumba, Luwu Timur dan masih banyak lagi.

Adapun klasifikasi dari buah naga merah yaitu terdiri dari (Isvadhila, 2012):

Kingdom: *Plantae*

Divisi : *Spermatophyta*

Kelas : *Dicotyledone*

Ordo : *Caryophyllales*

Famili : *Cactaceae*

Genus : *Hylocereus*

Spesies : *Hylocereus polyrhizus*.

2.1.1. Jenis-Jenis Buah Naga

Dalam praktik budidaya buah naga pada umumnya dalam kalangan petani terdapat beberapa jenis buah naga yakni sebagai berikut (Irwan *et. al.*, 2016):

- a. Kulit berwarna merah, daging berwarna putih (*Hylocereus undatus*)



Gambar 1. Buah Naga Merah Berdaging Putih

- b. Kulit berwarna merah, daging berwarna merah (*Hylocereus polyrhizus*)



Gambar 2. Buah Naga Merah Berdaging Merah

- c. Kulit berwarna merah, daging berwarna super merah (*Hylocereus costaricensis*)



Gambar 3. Buah Naga Merah Berdaging Merah

d. Kulit berwarna kuning, berdaging putih (*Selenicereus magalanthus*)



Gambar 4. Buah Naga Kuning Berdaging Putih

Di Indonesia sendiri diantara beberapa jenis buah naga tersebut yang paling banyak di budidayakan yakni buah naga dengan jenis buah naga berkulit merah dengan daging buah yang berwarna merah/super merah yang kemudian disusul dengan jenis buah naga yang berwarna kulit merah berdaging putih.

2.1.2. Kandungan dan Pemanfaatan Buah Naga

Buah naga memiliki kandungan gizi yang dapat dikatakan cukup kompleks hal tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Gizi Buah Naga Berdaging Merah (*Hylocereus polyrhizus*) per 100 g

| Jenis | Jumlah (per 100 g) |
|------------------|--------------------|
| Air (g) | 82,5 – 83% |
| Protein (g) | 0,16 – 0,23 |
| Lemak (g) | 0,21 – 0,61 |
| Serat (g) | 0,7 – 0,9 |
| Betakaroten (mg) | 0,005 – 0,012 |
| Kalsium (mg) | 6,3 – 8,8 |
| Fosfor (mg) | 30,2 – 36,1 |
| Besi (mg) | 0,55 – 0,65 |
| Vitamin B1 (mg) | 0,28 – 0,30 |

| Jenis | Jumlah (per 100 g) |
|-----------------|--------------------|
| Vitamin B2 (mg) | 0,043 – 0,045 |
| Vitamin C (mg) | 8 – 9 |
| Niasin (mg) | 1,297 – 1,300 |

Sumber: *Taiwan Food Industry Develop & Research Authorities* (2005)

Pemanfaatan buah naga kini semakin bervariasi mulai dari pemanfaatan menjadi berbagai jenis makanan maupun minuman seperti halnya dibuat sebagai jus, selai, sirup, es krim, *jelly*, permen, kue kering, puding, mie, salad dan *snack* siap saji dan sebagainya (Gunasena *et al.*, 2006).

2.2 Penanganan Pasca Panen Buah Naga

2.2.1. Pemanenan

Buah naga dipanen dengan tangan, indeks kematangan yang digunakan adalah perubahan warna kulit menjadi hampir seluruhnya merah, indikator rendemen lainnya meliputi kadar padatan larutan, *titrable acidity* (TA) dan minimal 32 hari setelah berbunga (Siddiq, 2012).

2.2.2. Sortasi

Sortasi dilakukan untuk memisahkan buah yang berkualitas baik dari yang berkualitas rendah, yaitu ukuran yang terlalu kecil, kematangan tidak sesuai, rusak dan sebagainya. Saat penyortiran, kontak langsung dengan matahari harus dihindari karena mengurangi bobot atau layu dan juga meningkatkan aktivitas metabolisme, yang dapat mempercepat proses pematangan/respirasi. Sortasi dapat dilakukan langsung di lapangan atau di pabrik pengemasan secara manual maupun mekanis.

2.2.3. Pengemasan

Pengemasan berfungsi untuk mempermudah proses pengangkutan dan melindungi buah dari kerusakan fisik selama pengangkutan. Pengemasan tidak boleh menghalangi pembuangan panas dari produk yang dikemas dan harus menahan beban tumpukan selama penyimpanan dan penanganan. Bahan kemasan luar untuk pengangkutan dan pengemasan harus dari konstruksi yang kuat,

bahannya biasa dari kayu, rotan, bambu atau papan bergelombang. Sedangkan kemasan untuk tingkat retail (disebut *inner packaging*) biasanya dibuat dari plastik film, kertas, plastik cetak, atau campuran kertas dan plastik.

2.2.4. Pengangkutan

Saat pengangkutan buah dari ladang (tempat panen) ke konsumen, perhatian harus diberikan pada sifat/karakteristik atau jenis produk yang diangkut, lama perjalanan dan sarana pengiriman serta transportasi yang digunakan. Buah yang diangkut harus terlindungi dari sinar matahari langsung selama pengangkutan. Kondisi udara (terutama suhu dan kelembaban) dalam kendaraan juga harus dijaga sedikit banyak sesuai dengan persyaratan penyimpanan produk yang bersangkutan, terutama jika waktu tempuh lebih dari 2,5 jam. Selama pengangkutan, buah yang diangkut dilindungi dari kemungkinan benturan, gesekan dan tekanan yang terlalu besar, yang dapat merusak atau menurunkan kualitas produk.

2.2.5. Penyimpanan

Suhu penyimpanan yang disarankan untuk buah naga utuh adalah 10 °C karena suhu 6 °C dapat menyebabkan radang dingin (Nerd et al., 1999). Buah naga memiliki umur simpan sekitar 14 hari pada suhu 10 °C (Robert, 2014) Buah naga yang dipanen dengan warna hampir merah sempurna akan mampu mempertahankan mutunya selama 14 hari pada suhu 14 °C atau 7 hari pada suhu 20 °C (Nerd et al. 1999). Hal ini disebabkan disebabkan peningkatan laju pernafasan buah naga seiring dengan naiknya suhu penyimpanan.

Kerusakan mekanis dan kehilangan air adalah masalah utama buah naga. Buah yang matang lebih rentan terhadap kerusakan mekanis, selain itu, buah naga juga dirusak oleh kuman dan bakteri patogen. Penyakit yang disebabkan oleh bakteri dan jamur (Robert, 2014).

2.3 Prinsip Dasar Pengeringan

Pada dasarnya pengeringan dilakukan sebagai upaya untuk menurunkan kandungan air yang terdapat di dalam sampel yang hendak dikeringkan. Upaya pengeringan terjadi proses perpindahan air di sampel dikeringkan dengan upaya

penguapan dengan pemanfaatan energi panas. Pada proses pengeringan terjadi fenomena transfer panas dari luar sampel menuju permukaan sampel yang memicu adanya peningkatan suhu sehingga terbentuk uap air pada bahan dan hal tersebut terjadi secara kontinyu dialirkan keluar dari mesin pengering (Suryanto *et. Al.*, 2011). Saat pengeringan berlangsung perpindahan kalor serta uap air yang berlangsung secara simultan atau berjalan secara bersamaan, dibutuhkan energi panas guna mengangkut air yang dipindahkan dari sampel (Taib *et al.*, 1988).

Proses pengeringan yang kerap kali dilakukan dengan dua cara yaitu secara alami yang mana pengeringan tersebut dilakukan secara langsung dibawah cahaya matahari dan pengeringan yang dilakukan dengan pemanfaatan alat pengering buatan (*artificial drying*). Pada dasarnya semua metode pengeringan memiliki tujuan yang sama yakni sebagai upaya pengurangan kadar air yang terdapat pada bahan. Adapun prinsip pada proses pengeringan yakni terdapatnya kondisi berbedannya kandungan antara uap air bahan dan udara yang menyebabkan terjadinya penguapan air. Bahan yang memiliki uap air bahan yang lebih besar sehingga pada saat proses pengeringan berlangsung dimana udara panas dengan kandungan uap air yang relatif lebih rendah akan masuk di dalam sampel yang kemudian dapat meminimalisir uap air yang dikeringkan (Agus, 2012).

Dalam upaya pengeringan pada umumnya dikehendaki kecepatan pengeringan yang maksimum sehingga semua usaha diupayakan agar lebih cepat terjadi pindah kalor dan pindah massa (Irwan, 2011). Pada sistem pengeringan aliran udara panas yang dimanfaatkan yakni berupa proses fluida dari sebuah sistem peneringan. Adapun proses pengeringan itu sendiri terdapat komponen aliran udara yang mempengaruhinya yaitu kecepatan, tempertur, tekanan dan kelembaban relatif (Mahadi, 2007). Pada pinsipnya suhu yang tinggi mengakibatkan percepatan proses pengeringan. Dan tingginya suhu udara pengering maka energi panas yang diangkut oleh udara semakin banyak pula jumlah massa zat pelarut yang diuapkan dari atas permukaan bahan yang akan diberikan perlakuan pengeringan. (Taib *et al.*, 1988).

Aspek lainnya yang mempengaruhi proses pengeringan yakni sifat internal bahan, kondisi udara pengering dan sisem pengering yang diterapkan. Besarnya konstanta pada model pengeringan lapis tipis (*thin layer drying*) bergantung pada

kecepatan alir udara pengering, kondisi udara pengering, proses difusi air di dalam bahan, struktur pori-pori kecil sampel, kadar air dan dimensi bahan akan mengendalikan kinetika pengeringan (Istadi *et. al.*, 2002).

2.4 Parameter Pengeringan

Pada pengeringan lapis tipis waktu yang dibutuhkan pada proses pengeringannya dipengaruhi oleh dua faktor: (Sodha *et. al.*, 1987):

2.4.1. Faktor yang berhubungan dengan udara pengering

a. Suhu udara pengering

Dalam proses pengeringan jika semakin tinggi suhu yang digunakan hal tersebut akan mempengaruhi dan membuat suhu pengering akan semakin panas sehingga proses penguapan kadar air akan semakin meningkat dan waktu yang dibutuhkan dalam mengonstankan kadar air dari bahan cenderung lebih singkat. Kesesuaian perlakuan pemberian suhu pada saat pengeringan dilakukan sangat berpengaruh pada kualitas bahan yang dikeringkan. Adapun perbedaan suhu pada medium pemanas dengan bahan akan mengakibatkan terjadinya proses penguapan air dari permukaan bahan. Semakin besar selisih suhu alat pengering dan sampel, maka proses pengeringan akan berlangsung lebih cepat dan singkat dan apabila selisih suhu lebih minim antara alat pengering dan sampel maka proses pengeringan yang terjadi berlangsung lambat (Ishak, 2013).

Pada penelitian terdahulu dalam hal ini dalam konteks pengeringan buah pare dimana pada pengujian yang dilakukan diberikan suhu dengan selisih suhu diantara 40 °C sampai 75 °C, buah pare yang dikeringkan dengan suhu dibawah 40 °C menghasilkan hasil pengeringan yang memiliki mikroba dan jamur perusak bahan yang masih hidup, dan pada pengeringan yang diberlakukan suhu diatas 75 °C menghasilkan buah pare kering dengan kondisi struktur kimiawi dan fisik bahan rusak, perpindahan panas dan massa air yang terjadi sangat berpengaruh pada perubahan struktur sel (Setiyo, 2003).

b. Kelembaban relatif (RH) udara pengering

Prinsip dari RH dimana RH rendah maka uap air terserap semakin meningkat, semakin tinggi RH maka semakin sedikit uap air yang diserap oleh udara

pengering. Untuk proses pengeringan yang baik diperlukan RH yang rendah sesuai dengan kondisi bahan yang hendak dikeringkan. Pada fenomena laju penguapan air dalam hal ini dapat dipengaruhi oleh kelembaban dan dapat ditentukan dengan melihat perbedaan tekanan uap air pada udara yang dialirkan dan tekanan uap air pada permukaan bahan yang dikeringkan. Dan tekanan uap jenuh tersebut ditentukan oleh besarnya suhu dan kelembaban relatif udara. Sehingga semakin tinggi suhu mengakibatkan kelembaban relatifnya akan turun sehingga tekanan uap jenuhnya akan naik dan sebaliknya ketika semakin rendah suhu mengakibatkan kelembaban relatifnya akan semakin meningkat sehingga tekanan uap jenuhnya akan turun (Brooker *et al.*, 1974). Pada fenomena perubahan kelembaban dan suhu pengeringan akan menyebabkan pengurangan kadar air dan terjadinya kenaikan suhu udara pada akhir pengeringan, sehingga kenaikan suhu tersebut menyebabkan proses pengeringan yang dilakukan akan berlangsung lebih cepat (Fatih, 2016). Irfan (2015) juga mengemukakan bahwasanya proses pengeringan akan berlangsung dengan cepat apabila kelembaban udara rendah.

c. Kecepatan Aliran udara pengering

Semakin cepat udara dialirkan dan semakin besar volume udara yang teralir mengakibatkan kemampuan udara membawa dan menampung air dari permukaan sampel untuk diuapkan semakin besar. Cepatnya aliran udara akan mengangkut uap air dari permukaan sampel dan juga mencegah penjumlahan uap air di permukaan sampel yang dikeringkan. Pada prinsipnya volume udara yang besar dialirkan, maka semakin besar upaya mengangkut dan menampung air di permukaan sampel yang terjadi (Brooker *et al.*, 1974). Ketika alat pengering didukung oleh kemampuan mengalirkan udara dengan volume yang besar maka udara akan dengan mudah bergerak sehingga proses pengeringan akan berlangsung cepat. Hal tersebut selaras dengan ungkapan Ishak (2013) yakni ketika udara bergerak dengan cepat maka proses pengeringan akan berlangsung semakin cepat pula, sehingga pada umumnya proses pengeringan memerlukan sirkulasi udara seperti *tunnel dryer* dan pengeringan kabinet.

Berangkat dari prinsip tersebut membuat para perancang alat mendesain pengering dengan sirkulasi udara atau udara yang bergerak seperti pengering kabinet, *tunnel dryer*, pengering semprot dan lain-lain.

d. Moisture Ratio (MR)

Selama proses pengeringan rasio kelembaban akan mengalami penurunan. Persamaan yang akan digunakan untuk menghitung nilai RH dalam hal ini adalah menggunakan persamaan sebagai berikut (Garavand *et. al.*, 2011):

$$MR = \frac{Mt - Me}{Mo - Me} \quad (1)$$

Keterangan:

MR : Moisture Ratio

Mt : Kadar air pada t (waktu selama penerangan per-menit)

Mo : Kadar air awal bahan

Me : Kadar air yang diperoleh setelah berat bahan konstan

Nilai satuan Mt, Mo dan Me merupakan presentase dari kadar air basis kering yang di amati pada bahan.

2.4.2. Faktor yang Berhubungan dengan Sifat Bahan

a. Kadar air bahan

Kadar air bahan ditentukan oleh dimensi bahan dan ukuran bahan yang kemudian didukung dengan durasi proses pengering, kecepatan aliran udara pengering. Kadar air yang dikandung suatu sampel mempengaruhi seberapa banyak kandungan air yang diuapkan dan waktu yang digunakan selama dalam proses pengeringan yang dilakukan (Taib *et al.*, 1988).

Kadar air suatu bahan menunjukkan banyaknya kandungan pada sampel persatuan bobot sampel. Penentuan kadar air pada suatu sampel dapat ditentukan dengan dua cara yakni dengan berdasarkan bobot kering dan berdasarkan bobot basah pada sampel tersebut (Taib *et al.*, 1988).

b. Ukuran Bahan

Semakin kecil ukuran bahan, maka pengeringan akan semakin cepat.

2.5 Hubungan Suhu dan Pengering

Brooker *et. al.*, (1981) mengemukakan hubungan suhu dengan proses pengeringan dimana ketika suhu udara pengeringan lebih besar dari suhu dalam sampel maka

akan terjadi proses perpindahan panas dari lingkungan ke dalam bahan. Kondisi tersebut menyebabkan massa air yang ada dalam sampel pindah menuju ke permukaan dan menguap ke udara. Dengan terjadinya peroses pengangkutan kandungan air pada bahan menyebabkan RH meningkat sedangkan suhu kamar akan mengalami penurunan.

Suhu yang terlalu tinggi akan memberikan dampak pada perubahan sifat kimia yaitu pengeringan secara berlebihan terjadi pada bagian kulit luar bahan pangan sehingga mengerutnya kulit dan bahan kosong sehingga tertutupnya pori-pori. Kondisi tertutupnya pori-pori tersebut berdampak pada air yang terdapat di dalam bahan mengendap, kondisi tersebut disebut dengan *case hardening*. Hal tersebut menjadi pertimbangan bahwa sangat penting untuk mengendalikan kecepatan aliran udara pengering (Aprawardhanu, 2012)

2.6 Kadar Air

Yefrican (2012) mengemukakan bahwa, kadar air merupakan jumlah atau akumulasi kandungan air yang terdapat pada sampel yang dinyatakan dalam berat basah (*wet basis*) dengan batas maksimum teoritis sebesar 100⁰/₀ atau berat kering (*dry basis*) yang teoritisnya lebih dari 100⁰/₀. Sedangkan menurut Safrizal (2010) bahwasanya kadar air dipresentasikan dalam presentase berat air terhadap sampel basah atau dalam gram air untuk setiap 100 g sampel yang disebut dengan kadar air basis basah (bb). Adapun berat bahan kering atau sampel adalah berat sampel pada kondisi telah dilakukan pemanasan dalam waktu tertentu sehingga berat sampel tetap atau telah mencapai berat konstan.

Kodisi sebuah bahan hasil panen cenderung memiliki kadar air yang tinggi, sehingga tidak memungkinkan untuk dilakukan penyimpanan langsung dalam kurun waktu yang relatif lama dikarenakan kondisi kadar air bahan ynag tinggi akan mempermudah proses tumbuhnya mikroorganisme yang akan mempercepat proses kerusakan pada bahan pangan tersebut (Mima dkk., 2017)

Dalam proses pengeringan, kadar air pada suatu sampel akan berpengaruh terhadap sedikit atau banyaknya jumlah air yang dapat diuapkan pada permukaan sampel dan berpengaruh terhadap lamanya proses pengeringan pada bahan (Taib dkk., 1988). Dan adapun kadar air dalam bahan mempengaruhi kualitas dan daya simpan dari bahan pangan tersebut. Maka, kadar air dari sampel penting

ditentukan agar proses pengolahan dan pendistribusian mendapat penanganan yang tepat (Aprawardanhu, 2012). Untuk penentuan jumlah kadar air suatu bahan hasil pertanian yakni menentukan kadar air basis kering (*dry basis*) dan berdasarkan kadar air basis basah (*wet basis*). Dalam upaya penentuan kadar air bahan hasil pertanian dapat dilakukan dengan mengetahui kadar air basis basah (*wet basis*) yakni bobot basah yang didapatkan dari presentase berat air yang terdapat pada berat bahan dan berat awal dari bahan tersebut. Untuk penentuan kadar air basis kering sendiri dengan membandingkan berat air dan berat padatan, penghitungan kadar air basis kering dilakukan ketika bobot bahan tidak lagi mengalami perubahan selama proses pengeringan berlangsung (Taufiq, 2004)

2.6.1. Kadar air basis basah (K_{abb})

Kadar air bahan dinyatakan dalam presentase berat bahan basah. Kadar air basis basah dapat ditentukan dengan persamaan:

$$K_{abb} = \frac{W_t - W_d}{W_t} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

- K_{abb} : Kadar air basis basah ($^0/0$)
- W_m : berat air dalam bahan (g)
- W_d : Berat bahan kering (g)
- W_t : Berat total (g)

2.6.2. Kadar air basis kering (K_{abk})

Kadar air basis kering merupakan perbandingan berat air yang ada dalam bahan dengan berat padatan yang terdapat pada bahan. Kadar air basis kering dapat ditentukan dengan persamaan:

$$K_{abk} = \frac{W_t - W_d}{W_d} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

- K_{abk} : Kadar air basis kering ($^0/0$)
- W_m : berat air dalam bahan (g)
- W_d : Berat bahan kering (g)
- W_t : Berat total (g)

2.7 Pengeringan Lapis Tipis

Dalam upaya pengeringan pada bahan hasil panen terdapat suatu model pengeringan sederhana yakni model kinetika pengeringan yang diberlakukan dalam pengeringan lapis tipis yang mana lebih diketahui dengan *thin layer drying* (Erviani, 2012). Pengeringan lapis tipis atau *thin layer drying* menurut Sodha *et al.*, (1987) merupakan metode pengeringan dimana dampel dihamparkan dengan merata dan selanjutnya udara panas akan dialirkan ke seluruh permukaan sampel yang dikeringkan. Dan menurut Henderson (1976) dalam pengeringan lapis tipis, akan lebih baik ketika bidang pengeringan lebih besar dan dimensi bahan dikurangi sehingga pengeringan yang terjadi dapat dilakukan secara serentak dan merata ke seluruh permukaan sampel.

Pengeringan lapis tipis bertujuan untuk mengeringkan sampel sehingga pergerakan dapat melalui seluruh permukaan yang dikeringkan hingga terjadi penurunan kadar air. Pengeringan lapis tipis dilakukan dengan bahan yang dihamparkan dengan dimensi satu tipis (satu lapis) (Sodha *et al.*, 1987). Beberapa kelebihan pada pengeringan lapis tipis yakni penanganan kadar air dapat dilakukan samapai batas minimum, biji dengan kadar air maksimum dapat dipanen dan untuk priode pengeringannya dapat dilakukan dengan waktu yang lebih pendek untuk kadar air yang sama (Amiruddin, 2013). Adapun model matematika yang lebih dominan digunakan dalam perlakuan pengeringan lapis tipis bahan pangan hasil pertanian yakni:

Tabel 2. Daftar model pengeringan lapisan tipis

| No. | Nama Model | Model Matematika |
|-----|----------------------------|----------------------|
| 1 | <i>Newton</i> | $M_r = \exp^{-kt}$ |
| 2 | <i>Henderson and Pabis</i> | $M_r = a \exp^{-kt}$ |
| 3 | <i>Page</i> | $M_r = \exp^{-kn^n}$ |

Sumber : Meisami, 2009

Merujuk pada model matematika yang terdapat pada Tabel 1 maka penjabarannya sebagai berikut:

2.7.1. *Newton*

Model matematika pengeringan lapis tipis model *Newton* ini mendeskripsikan bahwasanya perpindahan air dari bahan pangan dapat di amati atau ditunjukkan dengan analogi fenomena perpindahan panas dari permukaan bahan ketika direndam dalam cairan dingin atau di panaskan. Dalam upaya pemanasan atau pendinginan suatu bahan dapat dipresentasikan tingkat penurunan uap air selama proses pengeringan berlangsung. Adapun untuuk mengetahui tingkat penurunan uap air dari suatu bahan atau produk dapat diketahui dengan mengidentifikasi perbedaan antara kelembaban produk dan kadar air kesetimbangan.

$$MR_{Newton} = e^{(-kt)} \quad (4)$$

Keterangan :

MR_{Newton} : *Moisture Rasio*

K : Konstan

Dalam pengeringan lapis tipis model *newton* sering kali digunakan dalam menghitung perkembangan penurunan air pada suatu sampel dengan medium yang memiliki suhu konstan. Kurva pada pengeringan akan menunjukkan gambaran yang jelas pada pengeringan (Brooker *et al.*, 1974).

2.8.2. *Hendarston and Pabis*

Pada umumnya model matematika *Henderson and Pabis* digunakan pada pengeringan jagung, kacang tanah, gandum, beras kasar dan jamur. Pada upaya pengeringan jagung terdapat sebuah kelemahan yakni pada pengeringan jam pertama dan jam kedua yangmana disebabkan oleh perbedaan perubahan tingkatan suhu antara biji dan udara (Murat,2009).

$$MR_{HendarstonPabis} = a e^{(-kt)} \quad (5)$$

Keterangan :

$MR_{HendarstonPabis}$: *Moisture Rasio*

a dan k : Konstan Pada Model

2.8.3. *Page*

Model matematika *Page* merupakan hasil dari modifikasi model *Newton* yang mana bertujuan untuk melengkapi dan menutupi kekurangan yang terdapat pada model *Newton* (Hartiati dkk., 2018). Model *Page* telah menghasilkan prediksi

yang baik pada beberapa penelitian pengeringan seperti pengeringan biji beras dan padi kasar, jagung, kulit, kacang kedelai, buncis putih, dan biji bunga matahari (Murat, 2009). Model *Page* merupakan model yang paling relevan untuk menggambarkan pola penurunan kadar air pada pengeringan (Irwan dkk., 2020)

$$MR_{Page} = \exp^{(-kt^n)} \quad (6)$$

Keterangan :

MR_{Page} : *Moisture Rasio*

a dan k : Konstan Pada Model