

PENGERINGAN LAPISAN TIPIS BUAH TOMAT
(Solanum Lycopersicum)

Jihan Fardhilah Ms

G41116312



PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021

PENGERINGAN LAPISAN TIPIS BUAH TOMAT

(Solanum Lycopersicum)

Jihan Fardhilah MS

G411 16 312



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

2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGERINGAN LAPISAN TIPIS BUAH TOMAT (*Solanum Lycopersicum*)

Disusun dan diajukan oleh

JIHAN FARDHILAH MS


G411 16 312

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

Menyetujui,


Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


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


Samsuar, S.TP., M.Si.
NIP. 19850709 201504 1 001

Ketua Program Studi


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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Jihan Fardhilah MS

NIM : G411 16 312

Program Studi : Teknik Pertanian

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul **Pengeringan Lapisan Tipis Buah Tomat (*Solanum Lycopersicum*)** 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, 29 Juni 2021



(Jihan Fardhilah MS)

ABSTRAK

JIHAN FARDHILAH MS (G411 16 312). Pengerinan Lapisan Tipis Buah Tomat. Pembimbing: JUNAEDI MUHIDONG dan SAMSUAR.

Latar Belakang: Tomat (*Solanum lycopersicum*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi dan sangat banyak digemari masyarakat. Komponen tertinggi pada buah tomat adalah air, yang menyebabkan tomat sangat cepat mengalami kerusakan. Pengerinan lapisan tipis merupakan salah satu cara pengawetan pangan yang banyak digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model pengerinan lapisan tipis yang sesuai dengan karakteristik buah tomat *cherry*. **Metode:** Penelitian ini menggunakan alat pengerin tipe *batch drayer*. Tomat *cherry* yang telah dipotong secara membujur menjadi delapan bagian yang sama kemudian dikeringkan dengan suhu pengerinan 45°C dan 55°C dengan kecepatan udara pengerinan sebesar 1,0 m/s. Model pengerinan lapisan tipis yang diuji yaitu Newton, Handerson & Pabis, dan Page. **Hasil:** Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah model pengerinan yang paling sesuai untuk merepresentasikan karakteristik pengerinan lapisan tipis tomat *cherry* adalah Model Page. Model Page memiliki nilai R^2 yang lebih tinggi dari kedua model lainnya, yaitu pada suhu 45°C nilai R^2 yang didapatkan yaitu 0,999850084, dan pada suhu 55°C nilai R^2 yang didapatkan yaitu 0,999993033. **Kesimpulan:** Penurunan kadar air sangat dipengaruhi oleh suhu, dimana semakin tinggi suhu pengerinan maka semakin cepat terjadi laju penurunan kadar air sehingga mempengaruhi besarnya laju pengerinan.

Kata Kunci: Tomat *Cherry*, Kadar Air, Pengerinan Lapisan Tipis, Laju Pengerinan, MR

ABSTRACT

JIHAN FARDHILAH MS (G411 16 312). “*Thin Layer Drying of Tomato*”.
Supervised by JUNAEDI MUHIDONG and SAMSUAR.

Background: *Tomato (Solanum lycopersicum) is a horticultural commodity that has high economic value and is very popular with the community. The highest component in tomatoes is water, which causes tomatoes to be damaged very quickly. Thin layer drying is one way of preserving food that is widely used. This study aims to obtain a thin layer drying model in accordance with the characteristics of tomatoes cherry.* **Methods:** *This study used a dryer batch drayer. The tomatoes cherry which have been cut longitudinally into eight equal parts are then dried at a drying temperature of 45 °C and 55 °C with a drying air velocity of 1.0 m / s. The thin layer drying models tested were Newton, Handerson & Pabis, and Page.* **Result:** *The results obtained from this study are the drying model that is most suitable to represent the drying characteristics of the tomato thin layer cherry is the Page Model. Model Page has a value of R^2 higher than the other two models, namely at a temperature of 45 °C R^2 values obtained is 0.998741138, and at a temperature of 55 °C R^2 values obtained namely 0.99889214.* **Conclusion:** *The decrease in water content is strongly influenced by temperature, where the higher the drying temperature, the faster the rate of decreasing the water content will be so that it affects the amount of drying rate.*

Keywords: *Cherry Tomato, Moisture Content, Drying Thin Layer, Drying Rate and moisture ratio.*

PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., karena atas rahmat dan nikmat-Nya saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dengan selesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari doa dan dukungan serta semangat oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. **Prof. Dr. Ir. Junaedi Muhidong, M. Sc.** dan **Samsuar S.TP., M.Si.** selaku dosen pembimbing yang meluangkan waktu memberikan bimbingan, saran, kritikan, petunjuk, dan segala arahan yang telah diberikan dari tahap penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi selesai.
2. **Dosen-dosen Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian** yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan serta pengalaman selama proses perkuliahan.
3. Ayahanda **Alm. Muhammad H. Haruna** dan Ibunda **Sri Andriani, SE.** atas setiap doa yang senantiasa dipanjatkan, nasehat, motivasi serta dukungan dan pengorbanan keringat yang diberikan kepada penulis mulai dari kecil hingga penulis sampai ketahap ini.
4. Segenap teman-teman **Keteknikan Pertanian 2016** maupun **Reaktor 16** yang telah banyak membantu selama penelitian ini berlangsung.

Semoga segala kebaikan mereka akan berbalik ke mereka sendiri dan semoga Allah SWT. senantiasa membalas segala kebaikan mereka dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda. Aamiin.

Makassar, 29 Juni 2021



Jihan Fardhilah Ms

RIWAYAT HIDUP



Jihan Fardhilah MS, lahir di Mamuju pada tanggal 23 Mei 1998, dari pasangan bapak Muhammad H.Haruna dan Ibu Sri Andriani, anak pertama dari tiga bersaudara. Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. Memulai pendidikan di SD Inpres Rimuku, pada tahun 2004-2010.
2. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah pertama di SMP Negeri 1 Mamuju pada tahun 2010-2013.
3. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah atas di SMA Negeri 1 Mamuju, pada tahun 2013 sampai tahun 2016
4. Melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian pada tahun 2016 sampai tahun 2021.

Selama menempuh pendidikan di dunia perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi kampus yaitu sebagai pengurus di Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin (HIMATEPA UH) periode 2017/2018.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
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 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Kegunaan	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Tomat	3
2.2 Konsep Dasar Pengeringan	7
2.3 Kadar Air	11
2.4 Pengeringan Lapisan Tipis.....	12
3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat.....	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Prosedur Penelitian	16
3.3.1 Persiapan Bahan.....	16
3.3.2 Proses Pengeringan	17
3.4 Parameter Penelitian	18
3.5 Proses Pengujian Model.....	19
3.6 Bagan Alir Penelitian.....	20
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	

4.1 Pola Penurunan Kadar Air	21
4.2 Pola Penurunan <i>Moisture Ratio</i> (MR).....	22
4.3 Pola Penurunan Laju Pengeringan	23
4.4 Pengujian Model Pengeringan	24
4.5 Observasi vs Prediksi MR.....	24
5. PENUTUP	
Kesimpulan	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN.....	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Buah tomat	3
Gambar 2-2. Buah Tomat <i>Cherry</i>	6
Gambar 3-1. Cara pemotongan pada bahan.	17
Gambar 3-2. Bagan alir penelitian.	20
Gambar 4-1. Pola penurunan kadar air basis basah (KA-bb) tomat <i>cherry</i>	21
Gambar 4-2. Pola penurunan kadar air basis kering (KA-bk) tomat <i>cherry</i>	21
Gambar 4-3. Pola penurunan <i>Moisture Ratio</i> (MR) tomat <i>cherry</i>	22
Gambar 4-4. Pola penurunan Laju Pengerinan tomat <i>cherry</i>	23
Gambar 4-5. Perbandingan nilai MR prediksi dengan MR observasi tomat <i>cherry</i> dengan suhu 45°C.	25
Gambar 4-6. Perbandingan nilai MR prediksi dengan MR observasi tomat <i>cherry</i> dengan suhu 55°C.	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Model matematika pengeringan lapisan tipis.	13
Tabel 4-1. Nilai konstanta dan R^2 untuk model pengeringan lapisan tipis.....	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kadar Air Basis Basah (KA-bb) dan Kadar Air Basis Kering (KA-bk) Tomat <i>Cherry</i> Suhu 55°C.....	29
Lampiran 2. Kadar Air Basis Basah (KA-bb) dan Kadar Air Basis Kering (KA-bk) Tomat <i>Cherry</i> Suhu 45°C.....	30
Lampiran 3. Nilai <i>Moisture Ratio</i> (MR).	31
Lampiran 4. Nilai Laju Pengeringan.	32
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.	33

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tomat (*Solanum lycopersicum*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi dan sangat banyak digemari masyarakat. Buah tomat memiliki banyak manfaat dan mengandung vitamin yang sangat penting bagi tubuh manusia. Potensi pasar buah tomat juga dapat dilihat dari segi harga yang terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat membuka peluang yang lebih besar terhadap serapan pasar. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2016 bahwa produksi tomat di Indonesia sekitar 915.987 ton.

Tomat merupakan tanaman musiman dan berbuah sepanjang tahun. Buah tomat segar umur simpannya sangat singkat, karena setelah dipanen buah tomat terus mengalami perubahan-perubahan akibat adanya pengaruh fisiologis, mekanis, enzimatik dan mikrobiologis. Seperti sayuran lainnya, komponen tertinggi buah tomat adalah air (93-95%). Tingginya kadar air dari buah tomat ini, menyebabkan tomat sangat cepat mengalami kerusakan. Daya simpan tomat segar hanya sekitar 3-4 hari.

Terjadinya kerusakan bahan pangan disebabkan beberapa faktor, diantaranya faktor intrinsik misalnya aktivitas air (a_w) dan kadar air, tingkat kematangan serta sifat bahan pangan itu sendiri. Faktor lainnya yaitu ekstrinsik mencakup semua faktor lingkungan bahan pangan yang dapat mempengaruhi resiko yang terjadi. Faktor ini disebut faktor luar resiko bahan pangan seperti komposisi udara, suhu, tekanan, populasi dan tingkat kontaminasi mikroba.

Pengawetan makanan dengan menurunkan kadar air (yang lebih penting adalah aktivitas air, a_w) telah dilakukan sejak ribuan tahun yang lalu. Pengeringan merupakan salah satu cara pengawetan pangan yang paling tua. Pengeringan atau dehidrasi adalah cara untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan pangan dengan cara menguapkan sebagian besar air yang terkandung dalam bahan pangan dengan menggunakan energi panas. Pengeringan merupakan cara pengawetan yang paling banyak digunakan.

Pengeringan secara garis besar dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pengeringan alami dan pengeringan buatan atau secara mekanis dengan

menggunakan alat pengering. Pengeringan alami ditentukan oleh sinar matahari. Keadaan ini dapat menyebabkan pembusukan dan kerusakan pada bahan. Pengeringan secara mekanis (pengeringan buatan) menggunakan tambahan panas memberikan beberapa keuntungan diantaranya tidak tergantung cuaca, kapasitas pengering dapat dipilih sesuai dengan yang diperlukan, tidak memerlukan tempat yang luas, serta kondisi pengeringan dapat dikontrol. Pengering buatan ini memerlukan energi untuk memanaskan alat pengering, mengimbangi radiasi panas yang keluar dari alat, memanaskan bahan, menguapkan air bahan, serta menggerakkan udara. Pokharkar et al. (2017) dan Demiray dan Tulek (2012) menggunakan alat pengering mekanis saat mempelajari pengeringan lapisan tipis tomat.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini ditujukan untuk mempelajari karakteristik pengeringan lapisan tipis tomat *cherry* dengan menggunakan pengeringan mekanis. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini berbeda dari yang dilakukan oleh kedua peneliti yang disebutkan di atas. Melalui penelitian ini dapat diketahui pola penurunan kadar air dan model pengeringan yang mampu mempresentase perilaku tomat selama proses pengeringan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah belum diketahui model pengeringan lapisan tipis yang sesuai dengan karakteristik buah tomat *cherry* (*Solanum lycopersicum*).

1.3 Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model pengeringan lapisan tipis yang sesuai dengan karakteristik buah tomat *cherry* (*Solanum lycopersicum*).

Kegunaan dari penelitian ini adalah menjadi dasar dalam permodelan pengeringan tomat *cherry* (*Solanum lycopersicum*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tomat

Tomat (*Lycopersicon esculentum Mill*) merupakan salah satu tanaman *solanaceae* yang berasal dari negara Amerika, terutama daerah Amerika Utara dan Selatan yang cukup diminati oleh masyarakat. Buah tanaman ini memiliki banyak manfaat karena kandungan gizi yang cukup kaya nutrisi seperti vitamin A, B, C, dan E, phytosterol, folic acid, antioksidan, lycopene, alpha dan beta karoten, serta potassium (Qonit dkk, 2017).

Tanaman tomat ditanam sebagai tanaman buah di ladang, pekarangan, atau ditemukan liar pada ketinggian 1 - 1600 m dpl. Tanaman ini tidak tahan hujan, sinar matahari terik, serta menghendaki tanah yang gembur dan subur. Tanaman tomat memiliki habitus berupa herba yang hidup tegak atau bersandar pada tanaman lain, berbau kuat, tinggi 30-90 cm. Tanaman tomat tergolong tanaman semusim artinya tanaman berumur pendek yang hanya satu kali berproduksi dan setelah itu mati. Tanaman tomat merupakan tanaman perdu atau semak yang menjalar pada permukaan tanah dengan panjang mencapai \pm dua meter (Firmanto, 2011).



Gambar 2-1. Buah tomat (Irfan, 2017).

Menurut Adiyoga, dkk (2004), sistematika tanaman tomat menurut para ahli botani adalah sebagai berikut :

Divisi : *Spermatophyta*

Subdivisi : *Angiospermae*

Kelas : *Dicotyledonae*

Ordo : *Tubiflorae*

Famili : *Solanaceae*

Genus : *Lycopersicon*

Species : *Lycopersicon esculentum Mill.*

Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill.*) merupakan tanaman hortikultura yang sangat banyak manfaatnya. Di dalam 100 g buah tomat mengandung protein (1 g), karbohidrat (4,2 g), lemak (0,3g), kalsium (5 mg), fosfor (27 mg), zat besi (0,5 mg), vitamin A (karoten) 1500 SI, vitamin B (tiamin) 60 mg dan vitamin C 40 mg. Buah tomat adalah komoditas multiguna yang dapat digunakan sebagai sayuran, bumbu masak, buah meja, penambah nafsu makan (kaya akan mineral), minuman, bahan pewarna makanan, bahkan dapat dijadikan sebagai bahan kosmetik dan obat-obatan (Marliah, 2012).

Tomat sebagai komoditi hortikultura berperanan sebagai pangan sumber vitamin dan mineral. Vitamin yang ada terdiri atas vitamin C, vitamin B, vitamin E dan provitamin A (karoten), sedangkan mineral yang ada mencakup Ca, Mg, P, K, Na, Fe, sulfur dan klorin. Selain vitamin dan mineral, tomat juga mengandung pigmen pemberi warna merah yang terdeteksi didominasi oleh likopen. Pigmen likopen berpeluang diproduksi dari tomat afkiran, sebab selain proses produksinya relatif lebih sederhana dibandingkan dengan komponen kimia lainnya, juga bernilai ekonomi tinggi dan mempunyai kegunaan yang sangat luas terutama untuk kesehatan manusia. Tomat segar mengandung likopen antara 3 dan 5 ppm, sedangkan konsentrat likopen dari pasta tomat mengandung 50 % likopen (Mappiratu dkk, 2010).

Buah pada tanaman tomat yang masih muda biasanya terasa getir dan berbau tidak enak karena mengandung lycopersicin yang berupa lendir yang dikeluarkan oleh 2-9 kantung lendir. Ketika buahnya semakin matang, *lycopersicin* tersebut akan menghilang sendiri sehingga baunya hilang dan rasanya pun jadi enak, asam-manis. Bentuk buah bulat agak lonjong hingga bulat telur. Buah banyak mengandung biji lunak berwarna kekuningan yang tersusun, berkelompok dandibatasi oleh daging buah. Biji tomat saling melekat karena adanya lendir pada ruang-ruang tempat biji tersusun (Nurhayati, 2017).

Sebagai tanaman yang diperbanyak dengan biji, keberhasilan produksi tomat sangat dipengaruhi oleh kualitas biji atau benihnya. Budidaya tomat dilakukan

melalui beberapa tahap, diawali dengan 1) fase persemaian sekitar 0-3 hari setelah semai atau hss, 2) fase tanam yaitu 15 hari setelah semai atau hss, 3) fase vegetatif yaitu pada hari ke 15-30 hari setelah tanam atau hst, 4) fase generatif yaitu hari ke 30-80 hari setelah tanam atau hst, 5) fase panen dan pasca panen adalah hari ke 80-130 hari setelah tanam tergantung dengan jenis tomatnya (Nurhayati, 2017).

Selain senyawa antioksidan buah tomat juga mengandung banyak senyawa lain yang salah satunya mengandung kadar air yang tinggi. Buah tomat pada umumnya mengandung 90-95% kadar air dan 5-10% berat kering. Kadar air yang cukup tinggi pada buah tomat tentunya dapat membantu mencukupi asupan air yang kita perlukan setiap harinya, tetapi kadar air yang tinggi pada tomat juga dapat mempercepat kerusakan pada buah tomat tersebut (Irawati, 2017).

Likopen adalah zat pigmen kuning tua sampai merah tua yang bertanggung jawab terhadap warna merah pada tomat. Likopen dikenal baik sebagai senyawa yang memiliki daya antioksidan tinggi, senyawa ini mampu melawan radikal bebas akibat polusi dan radiasi sinar UV. Kemampuannya mengendalikan radikal bebas 10 kali lebih efisien daripada vitamin E atau 2 kali lebih efisien dari β -karoten. Selain sebagai anti skin aging, likopen juga memiliki manfaat untuk mencegah penyakit cardiovascular, kencing manis, osteoporosis, infertility, dan kanker terutama kanker prostat (Irawati, 2017).

Jenis tomat ada bermacam-macam, tetapi yang dikenal diantaranya adalah supsepsies tomat apel (*Lycopersicum pyriformae*) yang bentuk buahnya bulat, kompak dan sedikit keras. Tomat biasa (*Lycopersicum commune*) yang bentuk buahnya pipih, lunak bentuknya tidak teratur dan sedikit beralur-alur didekat tangkainya. Tomat kentang (*Lycopersicum glandifolium*) bentuknya bulat besar, kompak, hanya lebih kecil daripada tomat apel. Varietas *cerasiforme* (Dun.) Alef. atau biasa dikenal dengan tomat cherry, berbuah kecil, bulat dan beruang dua. Tomat keriting (*Lycopersicum validin*) bentuk buahnya agak lonjong keras, daunnya rimbun berkeriting dan berwarna hijau kelam (Irfan, 2017).

Salah satu varietas tomat yang dimanfaatkan sebagai buah segar adalah tomat ceri (*Solanum lycopersicum var. cerasiforme*), karena tipe tomat ini berukuran lebih kecil dan daging buahnya lebih lunak dibandingkan dengan tomat pada umumnya. Tomat Cherry merupakan varietas *Lycopersicum cerasiforme* (Dunal)

Alef memiliki buah berukuran kecil, bulat beruang dua, garis tengah 2 cm, berwarna merah atau kuning. Mahkota bunga terbelah lima dengan bunga majemuk panjang. Varietas ini banyak ditanam di daerah tropik maupun subtropis, pertumbuhan varietas ini cenderung tinggi (Fajriyani, 2020).

Tomat cherry merupakan tanaman setahun (annual), tinggi tanaman dapat mencapai 2-3 meter atau lebih, mempunyai batang lunak dan bulat. Batang tanaman tomat mudah patah sewaktu masih muda sedangkan setelah tua menjadi keras hampir berkayu, persegi dan seluruh permukaan batangnya berbulu halus. Tanaman tomat cherry memiliki pertumbuhan batang indeterminate, yaitu pertumbuhan batangnya tidak diakhiri dengan rangkaian bunga atau buah, arah pertumbuhannya vertikal, periode panen buahnya panjang, dapat dipanen sepanjang musim, habitus tanaman umumnya tinggi dan akan lemah bila tidak ditopang (Fajriyani, 2020).



Gambar 2-2. Buah Tomat *Cherry*.

Buah tomat sebagai sumber vitamin, sangat baik untuk mencegah dan mengobati berbagai macam penyakit, seperti sariawan karena kekurangan vitamin C, xerophthalmia pada mata akibat kekurangan vitamin A, beri-beri, radang syaraf, lemahnya otot-otot, dermatitis, bibir menjadi merah dan radang lidah akibat kekurangan vitamin B. Sebagai sumber mineral, buah tomat dapat bermanfaat untuk pembentukan tulang dan gigi (zat kapur dan fosfor), sedangkan zat besi (Fe) yang terkandung di dalam buah tomat dapat berfungsi untuk pembentukan sel darah merah atau hemoglobin. Buah tomat juga mengandung serat yang berfungsi memperlancar proses pencernaan makanan didalam perut dan membantu memudahkan buang kotoran. Selain itu, tomat mengandung zat potassium yang sangat bermanfaat untuk menurunkan gejala tekanan darah tinggi (Irfan, 2017).

2.2 Konsep Dasar Pengeringan

Pengeringan bahan pangan merupakan salah satu penanganan pascapanen yang sangat penting. Pengeringan merupakan tahapan operasi rumit yang meliputi perpindahan panas dan massa secara transien serta beberapa laju proses, seperti transformasi fisik atau kimia. Proses pengeringan dilakukan sampai pada kadar air seimbang dengan keadaan udara atmosfer normal (*Equilibrium Moisture Content*) atau pada batas tertentu sehingga aman disimpan dan tetap memiliki mutu yang baik sampai ke tahap proses pengolahan berikutnya (Andriani, 2016).

Pengeringan adalah proses pengeluaran air atau pemisahan air dalam jumlah yang relatif kecil dari bahan dengan menggunakan energi panas. Hasil dari proses pengeringan adalah bahan kering yang mempunyai kadar air setara dengan kadar air keseimbangan udara normal. Pengeringan merupakan salah satu proses pengolahan pangan yang sudah lama dikenal. Tujuan dari proses pengeringan adalah menurunkan kadar air bahan sehingga bahan menjadi lebih awet, mengecilkan volume bahan untuk memudahkan, menghemat biaya pengangkutan, pengemasan, dan penyimpanan. Meskipun demikian ada kerugian yang ditimbulkan selama pengeringan yaitu terjadinya perubahan sifat fisik dan kimiawi bahan serta terjadinya penurunan mutu bahan. Selama proses pengeringan bahan, transformasi fisik bentuk, ukuran berat dan warna bahan dapat mengalami perubahan. Laju perubahan ini berbanding lurus dengan lama proses pengeringan (Risdianti, 2016).

Proses pengeringan menyebabkan terjadinya penyusutan pada bahan yang dikeringkan. Penyusutan merupakan berkurangnya volume, perubahan bentuk, dan meningkatnya kekerasan bahan. Pemanasan dan kehilangan air pada bahan menyebabkan terjadinya tekanan terhadap struktur sel bahan yang diikuti dengan perubahan bentuk dan pengecilan. Penyusutan meningkat dengan semakin banyaknya air yang keluar dari dalam bahan. Pengeringan menyebabkan rongga-rongga bahan yang sebelumnya berisi air menjadi saling terhubung sehingga permukaan luar bahan akan mengerut ke dalam dan mengurangi luasan permukaan bahan tersebut. Pengeringan pada suhu tinggi menyebabkan permukaan terluar bahan mengering dan membentuk kulit

yang keras. Perubahan bentuk (deformasi), penurunan volumetrik dan peningkatan kekerasan produk secara umum akan mengurangi kualitas yang dirasakan oleh konsumen akhir. Penyusutan bahan dengan pengurangan air yang tinggi disarankan tidak diabaikan dan dimasukkan ke dalam perhitungan pendugaan kadar air bahan selama pengeringan (Nurhawa, 2016).

Lama proses pengeringan juga merupakan salah satu faktor yang penting dalam proses pengeringan. Menurut Setyoko dkk. (2008), proses pengeringan juga dipengaruhi energi pengeringan dan kapasitas pengeringan. Pengeringan yang terlampau cepat dapat merusak bahan karena permukaan bahan terlalu cepat kering sehingga kurang bisa diimbangi dengan kecepatan gerakan air di bagian dalam bahan menuju permukaan. Lebih lanjut, pengeringan cepat menyebabkan pengerasan pada permukaan bahan sehingga air dalam bahan tidak dapat lagi menguap karena terhambat. Kondisi pengeringan dengan suhu yang terlalu tinggi dapat merusak bahan (Tambunan, 2017).

Prinsip utama pengeringan adalah pengeluaran air dari bahan akibat proses pindah panas yang berhubungan dengan adanya perbedaan suhu antara permukaan produk dengan permukaan air pada beberapa lokasi dalam produk. Ukuran bahan yang akan dikeringkan dapat mempengaruhi kecepatan waktu pengeringan. Semakin kecil ukuran bahan akan semakin cepat waktu pengeringannya. Hal ini disebabkan bahan yang berukuran kecil memiliki luas permukaan yang lebih besar sehingga memudahkan proses penguapan air dari bahan (Setyanto, 2012).

Amiruddin (2013), mengatakan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh dalam pengeringan yaitu:

1. Luas Permukaan

Air menguap melalui permukaan bahan, sedangkan air yang ada di bagian tengah akan merembes ke bagian permukaan dan kemudian menguap. Untuk mempercepat pengeringan umumnya bahan pangan yang akan dikeringkan dipotong - potong atau diiris terlebih dahulu. Hal ini terjadi karena pemotongan atau pengirisan tersebut akan memperluas permukaan bahan dan permukaan yang luas dapat berhubungan dengan medium pemanasan sehingga air mudah keluar. Potongan - potongan kecil atau lapisan yang tipis mengurangi jarak dimana panas harus bergerak sampai ke pusat bahan pangan.

2. Perbedaan suhu dan udara sekitarnya

Semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan makin cepat pemindahan panas ke dalam bahan dan makin cepat pula penghilangan air dari bahan. Air yang keluar dari bahan yang dikeringkan akan menjenuhkan udara sehingga kemampuannya untuk menyingkirkan air berkurang. Sehingga semakin tinggi suhu pengeringan maka proses pengeringan akan semakin cepat.

3. Kecepatan aliran udara

Udara yang bergerak dan mempunyai gerakan yang tinggi selain dapat mengambil uap air juga akan menghilangkan uap air dari permukaan bahan pangan sehingga akan mencegah terjadinya atmosfer jenuh yang akan memperlambat penguapan air. Apabila aliran udara di sekitar tempat pengeringan berjalan dengan baik proses pengeringan akan semakin cepat dan uap air mudah terbawa dan teruapkan.

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 disingkirkan dari bahan pangan. Sebaliknya jika tekanan udara semakin besar maka udara di sekitar pengeringan akan lembab sehingga kemampuan menampung uap air terbatas dan menghambat laju pengeringan.

Menurut Asmuliani (2012), ada beberapa macam cara pengeringan yaitu:

1. Pengeringan Alami

Pengeringan alami dengan menjemur atau mengangin-anginkan, dilakukan antara lain dengan pengeringan di atas lantai (lamporan), pengeringan di atas rak, pengeringan dengan ikatan-ikatan ditumpuk, pengeringan dengan ikatan-ikatan yang diberdirikan, pengeringan dengan memakai tonggak. Kelebihan/kelemahan pengeringan alami adalah biaya energi murah, memerlukan banyak tenaga kerja untuk menebarkan, membalik dan mengumpulkan kembali, sangat bergantung pada cuaca, memerlukan lahan yang luas, sulit mengatur suhu dan laju pengeringan serta mudah terkontaminasi.

2. Pengerinan Buatan

Pengerinan buatan merupakan alternatif cara pengerinan bahan pangan bila penjemuran dengan matahari tidak dapat dilakukan. Secara garis besar pengerinan buatan dibagi dalam *bed drying*, *continuous drying* dan *batch dryer* yang umumnya dengan menggunakan tenaga mekanis. Jenis pengerinan buatan tersebut adalah:

a. *Bed drying*

Pengerinan sistem “*bed*” yang populer di Indonesia adalah model “*box*” atau kotak yang dikenal juga sebagai FBD (*flat bed type dryer*). Kelemahannya adalah keterbatasan ketebalan lapisan bahan pangan yang dikeringkan, masih membutuhkan banyak tenaga untuk mengisi serta mengeluarkannya.

b. *Continuous drying*

Sistem pengerinan kontinyu (terus menerus), bahan pangan terus mengalir selama proses pengerinan. Aliran tersebut pada umumnya dengan memanfaatkan prinsip gravitasi. Bahan pangan mengalir dengan cara *cross and counter flow system* dan pada waktu yang bersamaan bertemu dengan udara pengerinan. Berbagai modifikasi alat pengerinan ini telah dibuat pada berbagai ukuran serta kapasitas, dilengkapi dengan berbagai peralatan/instrumen dan kontrol (panel pengendali modern). Kelebihan/kelemahan pengerinan buatan adalah dapat diaplikasikan untuk lahan yang terbatas, mutu produk baik (seragam), kontinyuitas produksi terjamin, dapat dioperasikan siang dan malam, pemantauan dapat dilakukan sehingga kadar air akhir dapat dikontrol, biaya investasi tinggi dan biaya operasi/energi tinggi.

c. *Batch drying*

Batch drying atau pengerinan tumpukan ini meliputi 3 macam pengerinan, yaitu:

1. Pengerinan langsung (*direct drying*), dimana udara dialirkan ke dalam ruangan pengerinan untuk menguapkan air yang terkandung dalam bahan di atas baki.
2. Pengerinan tak langsung, dimana udara dialirkan melalui saluran di bawah baki.

3. Pengeringan beku (*freeze drying*), dalam hal ini bahan ditempatkan pada tempat yang hampa udara, lalu dialiri udara yang sangat dingin melalui saluran udara sehingga kandungan air mengalami sublimasi yang kemudian dipompakan keluar ruang pendingin.

2.3 Kadar Air

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses pengeringan adalah kadar air, pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan untuk menghambat perkembangan organisme pembusuk. Kadar air suatu bahan berpengaruh terhadap banyaknya air yang diuapkan dan lamanya proses pengeringan (Amiruddin, 2013).

Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*) atau berdasarkan berat kering (*dry basis*). Kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100 persen, sedangkan kadar air berdasarkan berat kering dapat lebih dari 100 persen. Kandungan air merupakan pemegang peranan penting, selain suhu, aktivitas air mempunyai tempat tersendiri dalam proses pembusukan. Kerusakan bahan makanan pada umumnya merupakan proses mikrobiologis, kimiawi, enzimatis atau kombinasi antara ketiganya. Berlangsungnya ketiga proses tersebut memerlukan air dimana kini telah diketahui bahwa hanya air bebas yang dapat membantu berlangsungnya proses tersebut. Hasil kadar air dalam bahan pangan sangat mempengaruhi kualitas dan daya simpan dari bahan pangan tersebut. Oleh karena itu, penentuan kadar air dari suatu bahan pangan sangat penting agar dalam proses pengolahan maupun pendistribusian mendapat penanganan yang tepat (Erviani, 2012).

Menurut Erviani (2012), Kadar air suatu bahan biasanya dinyatakan dalam persentase berat bahan basah, misalnya dalam gram air untuk setiap 100gr bahan disebut kadar air berat basah.

Kadar air basis basah dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$M = \frac{W_t - W_d}{W_t} \times 100\% = \frac{W_m}{W_t} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

M = Kadar air basis basah (% bb),

W_m = Berat air dalam bahan (g),

W_d = Berat bahan kering (g) dan

W_t = Berat total (g).

Kadar air basis kering (bk) adalah perbandingan antara berat air yang ada dalam bahan dengan berat padatan yang ada dalam bahan. Kadar air berat kering dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

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

Keterangan :

M = Kadar air basis kering (% bk),

W_m = Berat air dalam bahan (g),

W_d = Berat padatan dalam bahan (g) dan

W_t = Berat total (g).

Kadar air basis kering adalah berat bahan setelah mengalami pengeringan dalam waktu tertentu sehingga beratnya konstan. Pada proses pengeringan, air yang terkandung dalam bahan tidak dapat seluruhnya diuapkan meskipun demikian hasil yang diperoleh disebut juga sebagai berat bahan kering. Di dalam analisis bahan pangan, biasanya kadar air bahan dinyatakan dalam persen berat kering. Hal ini disebabkan perhitungan berdasarkan berat basah mempunyai kelemahan yaitu berat basah bahan selalu berubah-ubah setiap saat, sedangkan berat bahan kering selalu tetap. Metode pengukuran kadar air yang umum dilakukan di Laboratorium adalah metode oven atau dengan cara destilasi. Pengukuran kadar air secara praktis di lapangan dapat dilakukan dengan menggunakan *moisture meter* yaitu alat pengukur kadar air secara elektronik (Amiruddin, 2013).

2.4 Pengeringan Lapis Tipis

Karakteristik pengeringan bahan pertanian umumnya dikaji dengan menggunakan pendekatan model pengeringan lapis tipis (*the thin layer drying model*). Pemodelan proses pengeringan yang paling sederhana adalah model kinetika pengeringan untuk sistem pengeringan lapis tipis atau lebih dikenal dengan *thin layer drying* (Erviani, 2012).

Pengeringan lapisan tipis adalah pengeringan dimana seluruh bahan dalam lapisan tersebut dapat menerima langsung aliran udara pengering yang melewatinya dengan kelembaban relatif dan suhu konstan. Pada pengeringan lapisan tipis bidang pengeringan lebih besar dan ketebalan bahan dikurangi sehingga pengeringan berlangsung serentak dan merata ke seluruh bahan (Amiruddin, 2013).

Pengeringan lapisan tipis mempunyai beberapa kelebihan yaitu penanganan kadar air dapat dilakukan sampai minimum, biji dengan kadar air maksimum dapat dipanen dan periode pengeringan dapat lebih pendek untuk kadar air yang sama (Amiruddin, 2013).

Persamaan pengeringan lapisan tipis terdiri dari 3 kategori yaitu teoritis, semi-teoritis dan empiris. Kategori pertama memperhitungkan resistensi internal dalam proses perpindahan uap air dimana seluruh permukaan bahan menerima langsung panas berasal dari udara pengering sehingga proses perpindahan uap air terjadi. Sementara dua kategori lainnya mempertimbangkan resistensi eksternal dalam perpindahan uap air antara produk pertanian dengan udara dan metode ini juga untuk menyederhanakan penyelesaian persamaan difusi pada pengeringan (Erviyani, 2012).

Menurut Muhidong (2018), beberapa model matematika yang biasanya digunakan dalam pengeringan lapisan tipis bahan pangan hasil pertanian, antara lain:

Tabel 2-1. Model matematika pengeringan lapisan tipis.

No	Model Name	Equation	References
1	Newton	$MR_{(t)} = \exp(-a.t)$	Muhidong et al. (2011)
2	Henderson and Pabis	$MR_{(t)} = a.\exp(-b.t)$	Ibrahim et al. (2009)
3	Page	$MR_{(t)} = \exp(-a.t^b)$	Corrêa et al. (2006)
4	Midilli-Kucuk	$MR_{(t)} = a \exp(-k.t^d) + b.t$	Hii et al. (2008)
5	Two term model	$MR_{(t)} = a.\exp(-b.t) + k.\exp(-d.t)$	Meisami-asl et al. (2009)
6	Diffusion approach	$MR_{(t)} = a.\exp(-b.t) + (1-a).\exp(-b.k.t)$	Yadollahinia et al. (2008)
7	Hii <i>et al.</i>	$MR_{(t)} = a.\exp(-b.t^k) + d.\exp(-e.t^k)$	Hii et al. (2008)
8	Logarithmic	$MR_{(t)} = a.\exp(-k.t) + d$	Torres et al. (2012)
9	Wang & Singh	$MR_{(t)} = 1 + a.t + b.t^2$	Kingsly et al. (2007)

Note: t represents elapse drying time (in half hour) and a, b, k, d, and e are drying constants

Berdasarkan model matematika pada Tabel 2-1 di atas, berikut tiga model matematika yang paling sederhana dan mudah digunakan:

1. Model Newton

Model Newton merupakan sebuah model matematika pengeringan lapisan tipis yang juga disebut Model Lewis. Lewis mendeskripsikan bahwa perpindahan air dari makanan dan bahan pangan dapat ditunjukkan dengan analogi aliran panas dari tubuh ketika tubuh direndam dalam cairan dingin.

Model ini digunakan terutama karena sederhana. Dianalogikan dengan Hukum Newton tentang pendinginan dimana laju hilangnya uap air dari produk pertanian yang dikelilingi oleh udara pada suhu konstan (kesetimbangan termal). Model ini cenderung meningkat pada tahap awal dan menurun pada tahap selanjutnya terkait pada kurva pengeringannya. Pemanasan atau pendinginan dapat merepresentasikan tingkat penurunan uap air selama proses pengeringan. Tingkat penurunan uap air dari produk yang dikelilingi oleh media udara pada suhu konstan dapat diketahui dengan memperhatikan perbedaan antara kelembaban produk dan kadar air kesetimbangan.

$$MR_{\text{Newton}} = \exp(-kt) \quad (3)$$

Keterangan:

MR_{Newton} = rasio kelembaban (*moisture ratio*) dari Model Newton,

k = konstanta pengeringan dan

t = waktu pengeringan (jam).

Model matematika ini digunakan untuk menggambarkan pengeringan gandum, jagung, kacang mete, kacang-kacangan dan biji-bijian sereal lainnya.

2. Model Henderson-Pabis

Ada berbagai model pendekatan yang telah digunakan oleh para peneliti dalam pemodelan pengeringan terkait karakteristik produk makanan dan bahan pertanian. Bentuk paling sederhana dari berbagai model pendekatan tersebut direpresentasikan sebagai Model Henderson dan Pabis sebagai bentuk sederhana dari serangkaian bentuk penyelesaian umum hukum Fick II:

$$MR_{\text{Henderson-Pabis}} = a \exp(-kt) \quad (4)$$

Keterangan:

$MR_{\text{Henderson-Pabis}}$ = merupakan rasio kelembaban (*moisture ratio*) dari model Henderson-Pabis,

α dan k = konstanta pengeringan dan

t = waktu pengeringan (jam).

Model Henderson dan Pabis telah digunakan untuk model pengeringan lapisan tipis untuk berbagai produk pertanian, diantaranya model ini digunakan untuk model pengeringan jagung, gandum, beras kasar, kacang dan jamur.

3. Model Page

Model Page merupakan model yang dimodifikasi dari Model Lewis. Page menyarankan model ini dengan tujuan untuk mengoreksi kekurangan-kekurangan dari Model Lewis. Model Page telah menghasilkan simulasi yang sesuai untuk menjelaskan pengeringan produk pertanian yang banyak dan juga lebih mudah digunakan dibandingkan dengan persamaan lainnya dimana perpindahan uap air secara difusi yang lebih sulit secara teoritis serta yang memerlukan waktu komputasi dalam proses pemasangan data.

$$MR_{\text{Page}} = \exp(-kt^n) \quad (5)$$

Keterangan:

MR_{Page} = kelembaban (*moisture ratio*) dari Model Page,

k = konstanta pengeringan,

n = nilai bervariasi tergantung pada materi yang digunakan dan

t = waktu pengeringan (jam).

Model Page dimodifikasi untuk menjelaskan proses pengeringan berbagai makanan dan produk pertanian. Model Page sangat cocok dan menghasilkan hasil perhitungan yang baik dalam memprediksi proses pengeringan biji-bijian seperti beras, sorgum, kedelai, kacang, jagung pipil, lobak, dan biji bunga matahari.