

**PENGARUH SUHU PENYIMPANAN DAN KEMASAN PLASTIK  
*POLYETHYLENE* TERHADAP KARAKTERISTIK DAN MUTU CABAI  
RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)**

**ANDI AINUN NI'MA  
G031171310**



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**PENGARUH SUHU PENYIMPANAN DAN KEMASAN PLASTIK  
POLYETHYLENE TERHADAP KARAKTERISTIK DAN MUTU CABAI  
RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)**

**Andi Ainun Ni'ma  
G031 17 1310**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Skripsi  
Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknologi Pertanian pada  
Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan  
Departemen Teknologi Pertanian  
Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)****PENGARUH SUHU PENYIMPANAN DAN KEMASAN PLASTIK  
POLYETHYLENE TERHADAP KARAKTERISTIK DAN MUTU CABAI  
RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)**

Disusun dan diajukan oleh:

**ANDI AINUN NI'MA  
G031 17 1310**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Prog Sarjana Prog Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin pada tanggal *24 Agustus 2021* dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

**Dr. Andi Nur Faidah Rahman, S.TP., M.Si**  
NIP. 19830428 200812 2 002

**Dr. Ir. Rindam Latief, MS**  
NIP. 19640302 198903 1 003

Ketua Progam Studi,



**Dr. Februan Bastian, S.TP., M.Si**  
NIP. 19820205 200604 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Ainun Ni'ma  
NIM : G031171310  
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**“Pengaruh Suhu Penyimpanan dan Kemasan Plastik *Polyethylene* Terhadap Karakteristik dan Mutu Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juli 2021



Andi Ainun Ni'ma

## ABSTRAK

ANDI AINUN NI'MA (NIM. G031171310). Pengaruh Suhu Penyimpanan dan Kemasan Plastik *Polyethylene* Terhadap Karakteristik dan Mutu Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). Dibimbing oleh ANDI NUR FAIDAH RAHMAN dan RINDAM LATIEF

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) adalah salah satu jenis cabai yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat, baik dikonsumsi secara langsung, maupun melalui pengolahan. Cabai rawit termasuk suatu komoditas yang bersifat perishable atau mudah rusak. Selain itu, cabai yang diberi kemasan mempengaruhi kualitas dan daya tahan penyimpanannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu penyimpanan dan perlakuan pengemasan terhadap karakteristik dan mutu cabai rawit, untuk mengetahui umur simpan pada cabai rawit yang disimpan pada suhu dingin ( $10^{\circ}\text{C}$ ) yang tidak dikemas; suhu dingin ( $10^{\circ}\text{C}$ ) yang dikemas plastik *polyethylene*; suhu beku ( $-19^{\circ}\text{C}$ ) yang tidak dikemas; dan suhu beku ( $-19^{\circ}\text{C}$ ) yang dikemas plastik *polyethylene*. Desain penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial, yaitu faktor A (suhu penyimpanan) berupa A1 (suhu dingin  $10^{\circ}\text{C}$ ) dan A2 (suhu beku  $-19^{\circ}\text{C}$ ), dan faktor B (pengemasan) berupa B1 (tanpa pengemasan) dan B2 (dikemas plastik *polyethylene*) sebanyak tiga kali ulangan. Parameter pengamatan pada penelitian ini yaitu kadar air, analisis kandungan capsaicin, analisis kandungan vitamin C, tingkat pH, total padatan terlarut, persentase susut bobot, dan warna pada cabai rawit. Pengolahan data diuji menggunakan analisa sidik ragam (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan uji Tukey (BNJ). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa suhu hanya berpengaruh nyata terhadap kadar capsaicin; suhu dan pengemasan berpengaruh nyata terhadap pH dan susut bobot; suhu, pengemasan dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap kadar air dan total padatan terlarut; sedangkan, suhu, pengemasan, dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap vitamin C dan warna cabai rawit.

**Kata Kunci:** Cabai rawit, capsaicin, suhu, pengemasan

## ABSTRACT

ANDI AINUN NI'MA (NIM. G031 17 1310). The Effect of Temperature and Polyethylene Plastic Packaging on Cayenne Pepper (*Capsicum frutescens* L.) on Its Characteristic and Quality. Supervised By ANDI NUR FAIDAH RAHMAN and RINDAM LATIEF.

*Cayenne pepper (Capsicum frutescens L.) is one type of chili that is widely consumed by the public, either consumed directly or through processing. Cayenne pepper is a commodity that is perishable under long storage and different temperature. In addition, the packaged chili affects the quality and durability of storage. The aim of this study was to determine the effect of storage temperature and packaging treatment on the characteristics and quality of cayenne pepper, to determine the shelf life of cayenne pepper stored at a cold temperature (10<sup>0</sup>C) without packaged; cold temperature (10<sup>0</sup>C) packaged in polyethylene plastic; freezing temperature (-19<sup>0</sup>C) without packaged; and freezing temperature (-19<sup>0</sup>C) packaged in polyethylene plastic. The design of this study uses a factorial Randomized Block Design (RBD), namely factor A (storage temperature) in the form of A1 (cold temperature 10<sup>0</sup>C) and A2 (frozen temperature -19<sup>0</sup>C), and factor B (packaging) in the form of B1 (without packaging) and B2 (packed with polyethylene plastic) with three replications. Parameters observed in this study were water content, analysis of capsaicin content, analysis of vitamin C content, pH level, total dissolved solids, percentage of weight loss, and color of cayenne pepper. Data processing was tested using analysis of variance. If there is a significant difference, then proceed with the Tukey's test ANOVA. Temperature only had a significant effect on capsaicin levels; temperature and packaging have a significant effect on pH and weight loss; temperature, packaging and their interactions have a significant effect on water content and total dissolved solids, meanwhile, temperature, packaging, and their interaction did not significantly affect vitamin C and the color of cayenne pepper.*

**Keyword:** *Cayenne pepper, capsaicin, temperature, packaging*

## PERSANTUNAN

Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'aala atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini untuk dengan sebaik-baiknya. Shalawat dan salam tercurahkan pada Rasulullah Shallallahu 'Alaihi Wasallam, nabi yang telah membawa peradaban dan jalan yang benar bagi umat manusia.

Penulis menyusun tugas akhir ini dengan dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ayahanda Amiruddin dan Ibunda Sumarni atas segala doa yang tak pernah terputus, kasih sayang, dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis juga banyak mengucapkan terima kasih kepada Muhammad Rifaldy, A.S., S.T yang telah senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan penuh dalam berbagai hal kepada penulis.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang mendukung penulis dalam penyusunan tugas akhir ini hingga terselesaikan dengan baik. Dengan segala kerendahan hati, penulis juga menghaturkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A selaku Rektor Universitas Hasanuddin dan segenap jajaran Wakil Rektor Universitas Hasanuddin;
2. Prof. Dr. Agr. Ir. Baharuddin selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, beserta para wakil dekan, Dr. Ir. Muh. Hatta Jamil, M.Si., Dr.rer.nat. Ir. Zainal, S.TP., M.FoodTech., dan Dr. Ir. Novaty Eny Dungga, M.P;
3. Dr. Andi Nur Faidah Rahman, S.TP., M.Si dan Dr. Ir. Rindam Latief, MS selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis sehingga tugas akhir ini terselesaikan dengan sebaik-baiknya;
4. Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si selaku Ketua Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan dan seluruh dosen-dosen, staff, dan laboran Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan yang telah memberikan ilmu dan kebaikan kepada penulis selama berkuliah di Universitas Hasanuddin;
5. Seluruh staff Perpustakaan Pusat Universitas Hasanuddin dan Perpustakaan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bantuan kepada penulis selama berkuliah di Universitas Hasanuddin;
6. Teman-teman GEAR 17 dan BUNSEN 17 yang senantiasa menjadi teman yang baik, solid, dan memberikan bantuan serta semangat kepada penulis hingga tugas akhir ini terselesaikan dengan baik;
7. Teman-teman ZONA Squad, Ni Komang Ratnasari, Ade Utari Yahtatasa, Nuri Hadriyani, Indah Puspitasari, Aura Adha Azzahra Sonda, Silva Sabillah Aziz, Rashifa Ramadhani Al Wahab, Agus Safriadi, dan Adnan Habib Assiddiqy yang telah memberikan semangat, ide, motivasi, dan kebaikan kepada penulis dari awal perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir;
8. Teman-teman seperjuangan di Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Unhas;
9. Seluruh Keluarga UKM Seni Tari Unhas terkhusus kepada teman-teman Pakarena 9 yang senantiasa menghibur dan memberikan semangat kepada penulis;
10. Teman-teman KKN Gel. 104 Unhas Gowa 4 yang telah menjalankan program kerja dengan semangat dan kerja keras selama berjalannya kegiatan KKN;

11. Kak Hasrullah Haris, Kak Adibah Mubasyarah, dan Kak Sri Wahyuni Rajab selaku mentor dan supervisor selama melakukan kegiatan magang yang senantiasa memberikan dukungan moral, didikan, nasehat, dan memberikan ilmu-ilmu yang tidak pernah saya dapatkan sebelumnya di tempat lain, serta seluruh karyawan PT. Triteguh ManunggalSejati yang memberikan bantuan selama kegiatan magang berlangsung;
12. Seluruh pihak yang telah berkontribusi langsung maupun tidak langsung sehingga penulis merasa terbantu dalam segala hal.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Olehnya itu, penulis mengucapkan permohonan maaf apanila terdapat kekeliruan dalam penulisan skripsi ini. Penulis dengan senang hati akan menerima kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Semoga penulisan tugas akhir ini akan memberikan manfaat bagi semua pihak, Aamiin Yaa Rabbal ‘Aalamin.

Makassar, Juli 2021

Andi Ainun Ni'ma

## RIWAYAT HIDUP



Andi Ainun Ni'ma, lahir pada tanggal 17 Juli 2000 di Makassar, Sulawesi Selatan. Terlahir sebagai putri tunggal dari pasangan Bapak Amiruddin dan Ibu Sumarni. Pendidikan formal yang ditempuh antara lain:

1. SD Inpres Bonto-Bonto (2005-2011)
2. MTs Negeri Gowa (2011-2014)
3. SMA Negeri 08 Gowa (2014-2017)

Pada tahun 2017, penulis diterima di Perguruan Tinggi Negeri, Universitas Hasanuddin, melalui jalur SBMPTN Program Strata 1 (S1) dan tercatat sebagai mahasiswa pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar. Selama menempuh pendidikan pada jenjang S1, penulis cukup aktif, baik dalam bidang akademik maupun dalam bidang non akademik.

Selama menempuh pendidikan S1, penulis pernah melakukan kegiatan magang di PT Suntory Garuda Beverage Makassar. Selain itu, penulis juga aktif di beberapa organisasi antara lain Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Unhas dan Unit Kegiatan Mahasiswa Seni Tari Unhas. Penulis menjabat sebagai anggota Departemen Informasi dan Komunikasi, Badan Pengurus Unit Kegiatan Mahasiswa Seni Tari Unhas pada tahun 2019; sebagai Dewan Pertimbangan Organisasi Unit Kegiatan Mahasiswa Seni Tari Unhas pada tahun 2020; dan pernah menjadi Ketua Tim yang mewakili Universitas Hasanuddin sebagai Kontingen Indonesia dan meraih Silver Medal dalam kompetisi “II *International Dance and Vocal Contest 'All Colour of Arts'*” yang diadakan di San Marino, Italy, 1-4 November 2019.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR).....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	v
PERSANTUNAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Cabai Rawit ( <i>Capsicum frutescens</i> L.).....	4
2.2 Respirasi .....	5
2.3 Penanganan Pascapanen Cabai Rawit ( <i>Capsicum frutescens</i> L.).....	6
2.4 Pendinginan .....	7
2.5 Pembekuan.....	8
2.6 Perubahan Bahan Pangan Selama Penyimpanan.....	9
2.6.1 Kadar Air .....	9
2.6.2 Vitamin C.....	9
2.6.3 Capsaicin.....	10
2.3.4 Derajat Keasaman (pH).....	11
2.3.5 Total Padatan Terlarut.....	11
2.3.6 Susut Bobot.....	12
2.3.7 Warna.....	13
3. METODOLOGI PENELITIAN .....	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	14
3.2 Alat dan Bahan .....	14

3.3	Prosedur Penelitian .....	14
3.3.1	Tahap Preparasi Sampel.....	14
3.3.2	Tahap Pengamatan .....	14
3.4	Desain Penelitian .....	16
3.5	Analisis Data.....	17
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	18
4.1	Kadar Air .....	18
4.2	Capsaicin .....	20
4.3	Vitamin C .....	22
4.4	Derajat Keasaman (pH) .....	24
4.4	Total Padatan Terlarut (TPT).....	25
4.5	Susut Bobot.....	28
4.6	Warna.....	30
5.	PENUTUP .....	34
5.1	Kesimpulan.....	34
5.2	Saran .....	34
	DAFTAR PUSTAKA .....	35
	LAMPIRAN .....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Cabai Rawit ( <i>Capsicum frutescens</i> L.).....	4
Gambar 2. Pola Respirasi Klimakterik dan Kaitannya dengan Pematangan Buah ( <i>Ripening</i> ) (Salunkhe, 1975) .....	6
Gambar 3. Anatomi Cabai Rawit ( <i>Capsicum frutescens</i> L.).....	10
Gambar 4. Diagram Alir Prosedur Penelitian .....	16
Gambar 5. Grafik Parameter Kadar Air pada Perlakuan A1 (Suhu Dingin 10 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 30 Hari .....	18
Gambar 6. Grafik Parameter Kadar Air pada Perlakuan A2 (Suhu Beku -19 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 80 Hari .....	18
Gambar 7. Grafik Parameter Kadar Capsaicin pada Perlakuan A1 (Suhu Dingin 10 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 30 Hari .....	20
Gambar 8. Grafik Parameter Kadar Capsaicin pada Perlakuan A2 (Suhu Beku -19 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 80 Hari .....	21
Gambar 9. Grafik Parameter Kadar Vitamin C pada Perlakuan A1 (Suhu Dingin 10 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 30 Hari .....	22
Gambar 10. Grafik Parameter Kadar Vitamin C pada Perlakuan A2 (Suhu Beku -19 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 80 Hari .....	23
Gambar 11. Grafik Parameter pH pada Perlakuan A1 (Suhu Dingin 10 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 30 Hari .....	24
Gambar 12. Grafik Parameter pH pada Perlakuan A2 (Suhu Beku -19 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 80 Hari .....	24
Gambar 13. Grafik Parameter TPT pada Perlakuan A1 (Suhu Dingin 10 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 30 Hari .....	26
Gambar 14. Grafik Parameter TPT pada Perlakuan A2 (Suhu Beku -19 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 80 Hari .....	26
Gambar 15. Grafik Parameter Susut Bobot pada Perlakuan A1 (Suhu Dingin 10 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 30 Hari .....	28
Gambar 16. Grafik Parameter Susut Bobot pada Perlakuan A2 (Suhu Beku -19 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 80 Hari .....	28
Gambar 17. Grafik Parameter Warna L* pada Perlakuan A1 (Suhu Dingin 10 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 30 Hari .....	30
Gambar 18. Grafik Parameter Warna L* pada Perlakuan A2 (Suhu Beku -19 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 80 Hari .....	30
Gambar 19. Grafik Parameter Warna A* pada Perlakuan A1 (Suhu Dingin 10 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 30 Hari .....	31
Gambar 20. Grafik Parameter Warna A* pada Perlakuan A2 (Suhu Beku -19 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 80 Hari .....	32
Gambar 21. Grafik Parameter Warna B* pada Perlakuan A1 (Suhu Dingin 10 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 30 Hari .....	32
Gambar 22. Grafik Parameter Warna B* pada Perlakuan A2 (Suhu Beku -19 <sup>0</sup> C) dengan Lama Penyimpanan 80 Hari .....	33

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Matriks Perlakuan Penelitian .....	16
Tabel 2. Rata-Rata Pengujian Kadar Air yang Dipengaruhi oleh Interaksi antara Jenis Suhu dengan Jenis Pengemasan .....	19
Tabel 3. Rata-Rata Pengujian Kadar Air yang Dipengaruhi oleh Interaksi antara Jenis Suhu dengan Jenis Pengemasan .....	22
Tabel 4. Rata-Rata Pengamatan pH yang Dipengaruhi oleh Jenis Suhu dan Jenis Pengemasan .....	25
Tabel 5. Rata-Rata Pengamatan TPT yang Dipengaruhi oleh Interaksi Antara Jenis Suhu dengan Jenis Pengemasan.....	27
Tabel 6. Rata-Rata Pengamatan Susut Bobot yang Dipengaruhi oleh Jenis Suhu dan Jenis Pengemasan.....	29

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel ANOVA .....	39
Lampiran 2. Visual Cabai Rawit Selama Penyimpanan.....	43
Lampiran 3. Data Hasil Pengukuran Parameter Pengamatan.....	49
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian .....	56

## 1. PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Pengolahan makanan selain membutuhkan berbagai macam bahan dasar, juga membutuhkan jenis bahan tambahan yang berbeda. Salah satu jenis bahan tambahan yang sering digunakan dalam proses pengolahan makanan adalah bumbu atau rempah. Rempah merupakan bagian dari tumbuhan yang kerap dimanfaatkan sebagai penyedap rasa dan pengawet makanan yang digunakan secara terbatas (Hakim, 2016). Salah satu bumbu yang sering digunakan adalah bumbu pedas. Bumbu pedas tersebut adalah cabai (*Capsicum sp.*). Cabai merupakan komoditas buah-sayuran yang banyak terdapat di berbagai daerah di Indonesia dan sering dijadikan sebagai makanan pelengkap. Pada dasarnya, cabai dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu cabai besar (*Capsicum annuum* L.) dan cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) (Prajnanta, 2007).

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) adalah jenis tanaman hortikultura yang cukup penting dan banyak dibudidayakan (Setiadi, 2006). Cabai rawit banyak dikonsumsi oleh masyarakat, baik dikonsumsi secara langsung, maupun melalui pengolahan karena cabai rawit dapat meningkatkan rasa dan juga dapat digunakan sebagai bahan pangan olahan lainnya. Cabai rawit dapat dikembangkan di daerah tropis seperti Indonesia dan dapat tumbuh di dataran tinggi maupun dataran rendah (Setiadi, 2007). Menurut Data Produksi Cabai Rawit 2015-2019 Badan Pusat Statistik (BPS) Sulawesi Selatan, produksi cabai merah tahun 2015 mencapai 26.570 ton, tahun 2016 mencapai 27.453 ton, tahun 2017 mencapai 45.770 ton, tahun 2018 mencapai akan mencapai 36.569 ton, dan pada 2019 26.115 ton. Cabai rawit merupakan salah satu komoditas sayuran buah jenis klimakterik yang bersifat *perishable* atau mudah rusak dan rentan mengalami penurunan mutu (Putri, et, al, 2020). Buah klimakterik merupakan buah yang memiliki laju respirasi yang mengalami kenaikan paling tinggi sebelum pematangan sehingga buah menjadi cepat mengalami kerusakan, sedangkan buah non klimakterik adalah buah yang tidak mengalami perubahan atau kenaikan laju respirasi (Fransiska, et al, 2013). Penanganan pascapanen perlu dilakukan karena setelah dipetik, cabai masih melakukan proses respirasi atau metabolisme yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Jika produk cabai tidak ditangani dengan baik setelah panen, maka mutu cabai akan turun. Oleh karena itu, penanganan pascapanen merupakan kegiatan untuk mencegah menurunnya mutu pada suatu komoditi hasil pertanian dan memperpanjang umur simpan (FAO, 2015).

Penyimpanan cabai rawit pada suhu ruang dapat mempercepat kerusakan buah baik secara fisik, kimia, mekanis, maupun mikrobiologis. Cabai rawit hanya dapat bertahan selama 2-3 hari pada suhu ruang hingga akhirnya mengalami pembusukan. Penyimpanan pada suhu rendah dapat menghambat kerusakan makanan, antara lain kerusakan fisiologis, kerusakan enzimatik maupun kerusakan mikrobiologis (Sulistyaningrum, 2018). Semakin rendah suhu penyimpanan, tingkatperkembangbiakan mikroorganisme juga semakin berkurang (Khuriyati, 2020). Pada pengawetan dengan suhu rendah dibedakan antara pendinginan dan pembekuan. Penyimpanan dingin 5-10<sup>0</sup>C merupakan penyimpanan optimal yang dapat menjaga kualitas cabai dan memperlambat laju respirasi (Santika, 2004). Berdasarkan penelitian Megawati (2017), perlakuan suhu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kandungan gizi dan kadar *capsaicin* cabai rawit selama penyimpanan. Pendinginan biasanya akan mengawetkan bahan pangan selama beberapa hari atau beberapa minggu, tergantung kepada jenis bahan pangannya. Selain penyimpanan suhu dingin, terdapat pula penyimpanan bahan pangan dalam suhu beku

(frozen) (Mulyani, et al, 2015). Pembekuan merupakan salah satu cara untuk dapat mengantisipasi kerusakan buah sehingga memiliki umur simpan yang lebih lama (Mulyawanti, et al, 2008). Pembekuan adalah penyimpanan bahan pangan dalam keadaan beku antara  $-12^{\circ}\text{C}$  sampai  $-24^{\circ}\text{C}$ . Pembekuan akan ditandai dengan terbentuknya kristal es pada bahan. Selama pembekuan, beberapa jenis mikroba yang merugikan dapat hilang hingga 90% (Koswara, 2009). Buckle et al. (1987) dalam Mulyawanti (2008) menguraikan bahwa penyimpanan beku pada suhu sekitar  $\pm 18^{\circ}\text{C}$  akan mencegah kerusakan mikrobiologi. Makanan beku mempunyai mutu penyimpanan yang baik selama 12 bulan pada suhu  $\pm 18^{\circ}\text{C}$  (Koswara, 2009). Handayani (2015) dalam penelitiannya tentang Potensi Pengembangan Produk Cabai Rawit Merah (*Capsicum annum* L.) Beku menguraikan bahwa cabai yang telah mengalami pembekuan, selanjutnya akan dilakukan proses thawing untuk menghilangkan kristal es pada cabai. Proses thawing akan membuat tekstur cabai menjadi agak lunak, namun cabai masih dapat digunakan menjadi bahan olahan selanjutnya seperti sambal, bumbu, saos, dan pasta cabai. Dalam penelitian Dutta & Chauduri (2015) tentang *Structure Health Benefits Antioxidant Property and Processing and Storage of Carotenoids* juga menguraikan bahwa proses pembekuan juga dapat menjaga kandungan karotenoid. Selain itu, Asiah, dkk (2020) dalam buku Prinsip Dasar Penyimpanan Pangan pada Suhu Rendah, dan Karina, dkk (2017) dalam buku Pengembangan Kuliner menjelaskan bahwa selain produk daging, ikan, dan produk matang lainnya, telah banyak produk mentah seperti sayur mayur dan buah-buahan yang diawetkan dengan cara dibekukan baik secara pembekuan lambat maupun pembekuan instan. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015) juga menyebutkan bahwa jenis produk olahan cabai meliputi cabai segar yang dikonsumsi langsung, cabai beku yang dapat dijadikan olahan basah, dan cabai kering yang dapat dijadikan bubuk, ekstrak capsaicin, dan oleoresin. Penyimpanan cabai pada suhu beku merupakan penyimpanan diluar suhu optimum cabai. Walaupun pembekuan menyebabkan tekstur cabai menjadi lunak, namun, penggunaan cabai sebagai sambel atau produk olahan lain yang tidak membutuhkan tekstur yang renyah. Faktor yang terpenting dalam penggunaan cabai adalah tingkat kepedasannya. Cabai merah yang telah mengalami pembekuan selama beberapa hari dapat digunakan menjadi olahan selanjutnya seperti sambal, bumbu, saos, pasta cabai kering atau dijadikan sebagai cabai bubuk. Oleh karena itu, pengembangan produk cabai beku dapat dijadikan salah satu alternatif penyimpanan saat harga cabai melonjak tinggi.

Selain itu, cabai yang diberi kemasan mempengaruhi kualitas dan daya tahan penyimpanannya. Setiap wadah tertutup dapat ikut membantu menghindarkan bahan dari debu atau terhindar dari kontaminasi zat-zat yang merugikan (Susanto, 1994). Pengemasan perlu dilakukan untuk mempertahankan mutu dan mencegah kerusakan produk. Pengemasan dimaksudkan untuk memperpanjang daya simpan agar dapat dikonsumsi pada waktu yang akan datang dengan mutu yang tetap. Dalam hal ini, cabai rawit dikemas dengan menggunakan plastik *polyethylene* karena memiliki sifat kedap air dan uap air, serta memiliki harga yang murah dan mudah didapatkan. Selain itu, plastik *polyethylene* dapat digunakan dalam mengemas cabai rawit karena memiliki sifat yang dapat digunakan dalam penyimpanan beku ( $-50^{\circ}\text{C}$ ) (Renate, 2009). Menurut Basuki (2012), penyimpanan cabai dengan kemasan yang memiliki lubang udara dalam ruang pendingin bersuhu  $7,8^{\circ}\text{C}$ - $8,9^{\circ}\text{C}$  dapat mempertahankan kesegaran cabai selama 14 hari.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis akan mengangkat penelitian tentang ‘Pengaruh Suhu Penyimpanan dan Kemasan Plastik Polyethylene Terhadap Karakteristik dan Mutu Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)’.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang sangat penting dan banyak dibudidayakan serta memiliki sifat yang mudah rusak dan memerlukan penanganan yang tepat, misalnya dalam suhu penyimpanan dan cara penyimpanan tertentu. Umumnya, cabai disimpan pada suhu dingin sekitar 5-10<sup>0</sup>C. Namun ada juga jenis penyimpanan dengan suhu yang lebih rendah yaitu dengan cara pembekuan. Penyimpanan beku dapat menjadi alternatif penyimpanan untuk memperpanjang masa simpan dengan tujuan untuk pengolahan seperti sambal, saos, dan lainnya. Penyimpanan cabai rawit juga umumnya tidak dilakukan pengemasan saat pasca panen. Di samping itu, kualitas atau mutu cabai juga menjadi hal yang penting untuk diperhatikan.

## **1.3 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh suhu penyimpanan dan pengemasan terhadap karakteristik dan mutu cabai rawit.
2. Untuk mengetahui umur simpan pada cabai rawit yang disimpan pada suhu dingin (10<sup>0</sup>C) yang tidak dikemas; suhu dingin (10<sup>0</sup>C) yang dikemas plastik *polyethylene*; suhu beku (-19<sup>0</sup>C) yang tidak dikemas; dan suhu beku (-19<sup>0</sup>C) yang dikemas plastik *polyethylene*.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai adanya pengaruh perlakuan suhu dan pengemasan terhadap kadar air, analisis kandungan capsaicin, analisis kandungan vitamin C, tingkat pH, total padatan terlarut, persentase susut bobot, dan warna pada cabai rawit. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada produsen cabai rawit (petani), industri pangan, dan masyarakat sebagai konsumen agar mengetahui cara penyimpanan cabai rawit yang baik dan benar agar kualitasnya dapat dipertahankan dengan baik.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)

Menurut Wiryanta (2005), tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliophyta</i>
Subkelas	: <i>Asteridea</i>
Ordo	: <i>Solanales</i>
Famili	: <i>Solanaceae</i>
Genus	: <i>Capsicum</i>
Spesies	: <i>Capsicum frutescens</i> L.



Sumber: [greeners.co](http://greeners.co)

Gambar 1. Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi serta memiliki potensi dan peluang pasar yang besar (Cahyono, 2003). Cabai rawit dapat dikembangkan di daerah tropis seperti Indonesia dan dapat tumbuh di dataran tinggi maupun dataran rendah (Setiadi, 2007). Menurut Data Produksi Cabai Rawit 2015-2019 Badan Pusat Statistik (BPS) Sulawesi Selatan, produksi cabai merah tahun 2015 mencapai 26.570 ton, tahun 2016 mencapai 27.453 ton, tahun 2017 mencapai 45.770 ton, tahun 2018 mencapai akan mencapai 36.569 ton, dan pada 2019 26.115 ton.

Cabai merupakan bahan makanan yang sangat dibutuhkan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari karena memiliki rasa yang pedas, yang biasa digunakan sebagai bahan tambahan atau sebagai pelengkap dalam makanan. Oleh karena itu, cabai rawit banyak diminati masyarakat dan memiliki tingkat permintaan pasar yang semakin meningkat. Dalam keadaan seperti ini, harga cabai rawit terkadang melonjak sangat tinggi.

Cabai rawit mengandung nutrisi antara lain karbohidrat, protein, lemak, zat besi, fosfor, vitamin A, B1, B2, C, oleoresin, flavonoid, capsaicin dan minyak atsiri lainnya (Rukmana, 2002). Kandungan zat aktif pada cabai rawit adalah capsaicin dan oleoresin yang merupakan senyawa yang dapat dimanfaatkan dalam bidang medis, seperti obat batuk, sakit gigi, penyakit rematik dan pencegahan infeksi pada sistem pencernaan (Putri, 2019).

Cabai rawit memiliki ukuran yang berbeda-beda. Buah yang masih muda umumnya berwarna hijau sampai putih-kuning, buah yang matang berwarna jingga muda sampai merah tua. Buahnya memiliki tekstur lunak dan memiliki rasa yang sangat pedas. Biji cabai rawit berwarna kuning dan menempel pada kulit buah (Rukmana, 2004). Menurut SNI 4480:2016, persyaratan umum yang harus dipenuhi pada buah cabai rawit adalah sehat, utuh, segar, bersih,

padat, bebas dari kotoran, hama, dan memiliki aroma dan rasa yang khas. Cabai dapat digolongkan menjadi 3 kelas mutu, yaitu kelas super yang bebas dari kerusakan, kelas 1 yang memiliki kerusakan 5% dari jumlah, dan kelas 2 yang memiliki kerusakan 10% dari jumlah. Selain itu, terdapat pula kode ukuran pada cabai rawit, yaitu, kode ukuran 1 (<2cm), kode ukuran 2 (2<4cm), kode ukuran 3 (4<8cm), kode ukuran 4 (8<12cm), kode ukuran 5 (12<16cm), kode ukuran 6 (>16cm).

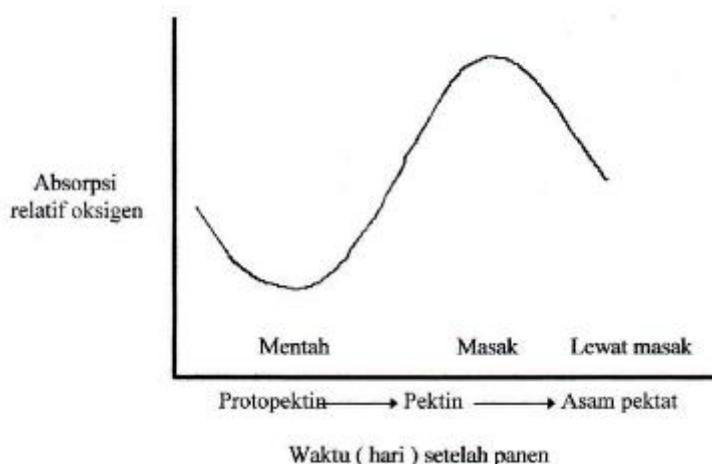
## 2.2 Respirasi

Bila terjadi penyerbukan pada bunga dan kemudian diikuti dengan pembuahan, maka bakal buah akan tumbuh menjadi buah dan bakal biji yang terdapat di dalamnya akan menjadi biji. Buah yang terbentuk dari bakal buah umumnya merupakan buah telanjang (*fructus nudus*) dan dinamakan juga buah sejati atau disebut juga buah sungguh, sedangkan, sayuran Sayur-sayuran dapat dikelompokkan menjadi 3 kategori utama, yaitu polong dan biji; umbi lapis; bunga, tunas, batang, dan daun. Sayur-sayuran tersebut dapat berasal atau terbentuk dari berbagai bagian tanaman (Sudjatha, 2017). Buah dan sayur merupakan komoditi hasil pertanian yang bersifat mudah rusak karena memiliki karakteristik sebagai makhluk hidup (Will et al., 1982), dan tidak memiliki kemampuan untuk mempertahankan kehidupannya. Komoditas ini masih melakukan reaksi metabolismenya setelah dipanen. Dua proses terpenting dalam produk tersebut setelah dipanen adalah respirasi dan produksi etilen (Nurjanah, 2002). Respirasi adalah proses yang melibatkan pengambilan oksigen ( $O_2$ ) dan pelepasan karbon dioksida ( $CO_2$ ), serta energi yang digunakan untuk mempertahankan reaksi metabolisme dan reaksi lain yang terjadi di dalam jaringan. Pada buah atau sayuran yang baru dipetik, respirasi masih tetap berlangsung. Sel tanaman maupun hewan menggunakan energi yang telah dihasilkan dan digunakan untuk mempertahankan protoplasma, membran protoplasma, dan dinding sel. Dalam proses respirasi, umumnya glukosa akan dirubah menjadi berbagai senyawa yang lebih sederhana dan disertai dengan pembebasan energi (Sudjatha, 2017).

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi laju respirasi yaitu faktor eksternal (faktor lingkungan) dan faktor internal. Faktor lingkungan meliputi suhu, etilen, komposisi udara dan adanya kerusakan mekanis (Kays, 1991). Suhu antara 0-35<sup>0</sup>C menyebabkan laju respirasi buah dan sayuran meningkat 2-2,5 kali untuk setiap kenaikan suhu 8<sup>0</sup>C. Pemberian etilen pada buah klimakterik pada tingkat praklimakterik menunjukkan kenaikan respirasi lebih awal, sedangkan apabila diberikan setelah puncak klimakterik tidak mengubah laju respirasi. Pada beberapa komoditi, respirasi meningkat dengan bertambahnya oksigen yang diberikan, misalnya pada wortel. Akan tetapi, apabila konsentrasi oksigen melebihi 20 %, respirasinya hanya terpengaruh sedikit saja. Selain itu, konsentrasi  $CO_2$  yang sesuai dapat mempertahankan mutu buah dan sayuran yang disimpan karena respirasinya terhambat sehingga perubahan-perubahan pada bahan tersebut terhambat. Misalnya, pada jeruk konsentrasi 5 % menurunkan aktivitas respirasi, akan tetapi dengan konsentrasi 10 % terjadi peningkatan respirasinya. Pada buah maupun sayuran yang mengalami kerusakan, laju respirasinya tergantung pada jenis dan parahnya luka kerusakan. Hal ini mungkin disebabkan oleh pengaruh etilen secara tidak langsung. Sedangkan, faktor internal seperti susunan kimia jaringan, ukuran buah, dan jenis komoditi (klimakterik atau non klimakterik). Buah maupun sayur-sayuran mempunyai susunan kimia yang berbeda-beda tergantung pada jenis maupun varietasnya. Misalnya, buah alpukat mempunyai kandungan lemak lebih tinggi daripada buah jeruk. Jadi, substrat yang digunakan sebagai bahan respirasi berbeda. Produk yang kecil mempunyai laju respirasi lebih besar daripada produk yang

besar. Misalnya, apel yang kecil-kecil mempunyai laju respirasi yang lebih besar daripada apel yang besar per satuan berat. Hal ini disebabkan karena apel yang lebih kecil mempunyai luas permukaan lebih besar daripada apel yang lebih besar sehingga lebih banyak permukaannya bersentuhan dengan udara. Dengan demikian berarti lebih banyak oksigen yang berdifusi ke dalam jaringan.

Pola produksi etilen pada buah akan tergantung pada jenisnya. Pada buah klimakterik, produksi etilen cenderung meningkat secara bertahap setelah panen, sedangkan produksi etilen pada buah non-klimakterik bersifat konstan dan tidak menunjukkan perubahan yang signifikan (Nurjanah, 2002). Laju respirasi dari suatu produk merupakan indikator terjadinya aktivitas metabolik jaringan, sekaligus merupakan petunjuk yang sangat penting mengenai umur simpan produk. Apabila laju respirasi buah dan sayur-sayuran diukur dengan oksigen yang diserap atau CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan sewaktu proses pendewasaan sel, pematangan (pemasakan), dan masa pelayuan, maka akan diperoleh pola respirasi yang karakteristik. Laju respirasi per satuan berat adalah tertinggi pada buah atau sayur-sayuran yang belum masak dan kemudian akan menurun sesuai dengan umurnya. Sekelompok buah-buahan termasuk tomat, mangga, pisang, dan apel mempunyai suatu variasi pola respirasi, yaitu terjadinya peningkatan respirasi berimpitan pada saat terjadinya pemasakan. Terjadinya peningkatan respirasi tersebut sering pula dinamakan klimakterik respirasi (*respiration climacteric*). Produksi CO<sub>2</sub> yang lambat dan agak konstan dalam waktu tertentu, namun kemudian dengan tiba-tiba meningkat sampai pada suatu puncak (klimak) dan meningkat tersebut disebut klimakterik. Buah yang tidak mempunyai pola respirasi seperti tersebut diatas disebut buah non klimakterik, contohnya adalah kakao, mentimun, nenas, lemon, dan anggur (Sudjatha, 2017).



Gambar 2. Pola Respirasi Klimakterik dan Kaitannya dengan Pematangan Buah (*Ripening*) (Salunkhe, 1975)

### 2.3 Penanganan Pascapanen Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)

UU No. 13 Tahun 2010 tentang Hortikultura dan ditindaklanjuti secara rinci dengan Peraturan Menteri Pertanian No. 73/Permentan/OT.140/7/2013 yang menjelaskan tentang penerapan praktik pascapanen yang baik dalam Pedoman Panen, Pascapanen, dan Pengelolaan Departemen Pascapanen Holtikultura yang Baik (*Good Handling Practices for Horticulture and Good Horticulture Packing House Management*). Penanganan pasca panen harus dilakukan dengan baik agar menghasilkan produk berkualitas yang siap masuk pasar, menghasilkan

produk yang aman dikonsumsi, menjaga kualitas, mengurangi kehilangan hasil dan memperpanjang umur simpan suatu bahan pangan (Bahar, dkk, 2020).

Cabai adalah komoditas yang mudah rusak. Potensi kehilangan hasil cabai sangat tinggi, yaitu sekitar 20-30% sebelum sampai ke konsumen. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman dan penguasaan teknologi penanganan cabai segar setelah panen agar dapat mempertahankan kesegarannya atau mengolahnya menjadi produk yang lebih tahan lama (Asgar, et al, 2015). Penanganan cabai setelah panen meliputi proses; 1) Sortir, 2) *curing*, yaitu tanaman cabai dihampar di tempat atau di ruangan yang teduh, 3) pengemasan untuk melindungi luka, memudahkan pengangkutan, mencegah kehilangan air, memudahkan perlakuan khusus dan memberikan nilai estetika, 4) penyimpanan dingin suhu 8-12<sup>0</sup>C untuk memperpanjang umur simpan dengan kelembaban 90-95% dapat bertahan hingga 8 hari, 5) transportasi ke truk, sebaiknya dengan mobil *coolbox* untuk mengurangi kerusakan atau pembusukan (Rahmat dan Yuyun, 2009).

Kehilangan hasil atau kerusakan komoditas dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu penanganan pascapanen yang tidak tepat (penyimpanan, pengemasan dan pengangkutan), kerusakan akibat proses penanganan tanaman yang tidak tepat, kehilangan hasil karena proses yang tidak efisien, penempatan produk yang tidak tepat, dan kehilangan hasil karena ada bagian buah yang tidak dapat dimakan dan harus dibuang (seperti kulit, biji, dll), serta terjadi proses pembusukan mikroba karena tidak bersih (Bahar, dkk, 2020).

## **2.4 Pendinginan**

Pendinginan merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk penghilangan panas yang akan menghasilkan suhu yang lebih rendah. Adapun mekanisme pendinginan yaitu terjadi akibat lepasnya panas pada bahan ke lingkungan ruang pendingin dan lepasnya panas dari lingkungan ruang pendingin ke luar sistem pendingin hingga mencapai suhu tertentu yang diinginkan. Selanjutnya suhu tersebut akan dipertahankan agar tetap stabil. Tiga faktor yang sangat mempengaruhi laju pendinginan. Faktor pertama adalah perbedaan suhu antara bahan yang didinginkan dengan suhu media pendingin. Faktor kedua adalah besarnya luas kontak antara permukaan bahan yang akan didinginkan dengan media pendingin. Faktor ketiga adalah nilai konduktivitas termal produk pangan dan bahan pengemasnya.

Prinsip penyimpanan pada suhu rendah atau pendinginan menyatakan bahwa pada setiap penurunan suhu 8°C, kecepatan reaksi metabolisme berkurang setengahnya (Asgar, 2017). Penyimpanan dingin yang dilakukan juga harus memenuhi persyaratan suhu rendah optimal untuk buah yang akan disimpan karena penggunaan suhu rendah yang tidak sesuai dapat menyebabkan kerusakan. Kerusakan karena pendinginan merupakan penyebab kerugian-kerugian ekonomis yang besar bagi buah-buahan selama penyimpanan dan pengangkutan, terutama bila waktu pengangkutannya diperpanjang dari semestinya. Penyimpanan dingin diperlukan untuk mempertahankan mutu dan kesegaran buah dan sayur hingga tiba ke konsumen dalam keadaan baik. Penggunaan suhu rendah pada penyimpanan berbeda untuk setiap jenis buah. Suhu yang lebih rendah dari suhu optimum dapat menyebabkan kerusakan karena pendinginan (*chilling injury*). Penyimpanan pada suhu dingin dapat menghambat kerusakan fisiologis, penguapan serta aktivitas mikroorganisme yang mengganggu sehingga mutu serta kualitas buah dan sayuran dari mulai panen sampai diterima di tangan konsumen masih tetap terjaga. Muchtadi (1992) menyatakan penyimpanan bahan pada suhu rendah merupakan cara yang efektif untuk memperpanjang umur simpan bahan segar, karena dengan

cara ini dapat mengurangi kegiatan respirasi, proses penuaan, dan pertumbuhan mikroorganisme (Kencana, et al, 2020).

## 2.5 Pembekuan

Pembekuan merupakan salah satu metode pengawetan pangan, dimana produk pangan diturunkan suhunya hingga bahan berada di bawah suhu bekunya. Pembekuan merupakan salah satu metode untuk memperpanjang umur simpan. Teknologi ini cukup sederhana dan tidak menyita waktu, namun dapat menghambat pertumbuhan bakteri, kapang, maupun khamir yang menyebabkan pembusukan pada produk pangan (Mulyawanti, 2013). Penyimpanan pada suhu beku memiliki berbagai keuntungan karena mampu mempertahankan kandungan zat gizi, rasa, warna dan aroma. Metode ini juga mudah untuk diterapkan dalam mengawetkan bahan pangan. Dengan penyimpanan beku memungkinkan untuk memasak bahan pangan lebih cepat, ketersediaan bahan pangan akan ada sepanjang tahun dan bisa mengurangi frekuensi kegiatan belanja.

Selama pembekuan, sebagian dari air berubah wujud dari fase cair ke fase padat dan membentuk kristal es. Kristalisasi ini menyebabkan mobilitas air terbatas sehingga aktivitas air pun menurun. Kondisi tersebut akan menyebabkan penghambatan pertumbuhan mikroba, serta reaksi-reaksi kimia dan biokimia yang mempengaruhi mutu dan keawetan produk pangan. Penyimpanan beku pada suhu sekitar  $-18^{\circ}\text{C}$  dan di bawahnya dapat mencegah kerusakan mikrobiologi, dengan syarat tidak terjadi fluktuasi suhu yang terlalu besar (Mulyawanti, 2013). Dengan demikian produk beku dapat memiliki umur simpan yang lebih lama. Suhu minimum yang digunakan dalam freezer rumah (di lemari es) adalah  $-20^{\circ}\text{C}$ , suhu di mana sebagian besar air bebas dalam makanan tetap dalam keadaan membeku. Tergantung pada jenisnya, makanan dapat disimpan dalam freezer selama berbulan-bulan atau bahkan lebih dari setahun. Banyak produk mentah (sayur mayur, buah - buahan), daging, ikan, produk olahan, dan produk matang (siap makan) diawetkan dengan cara dibekukan. Mikroorganisme tidak bisa tumbuh pada suhu  $-20^{\circ}\text{C}$  dalam makanan beku. Sebaliknya, sel mikroba mati selama penyimpanan beku. Namun, yang selamat masih bisa berkembang biak di makanan yang sudah dicairkan (thawing). Thawing didefinisikan sebagai proses pencairan produk beku sebelum dimasak atau digunakan dalam proses produksi. Selain itu, memasak pangan beku secara langsung akan membuat makanan terlihat matang diluar namun bisa jadi belum matang dibagian dalam. Jika hal ini terjadi maka bakteri yang berbahaya mungkin saja akan tumbuh dan tertinggal dibagian tengah bahan pangan. Thawing terbagi tiga jenis, yaitu thawing dalam refrigerator (setidaknya 24 jam, dilakukan dengan perencanaan terlebih dahulu), thawing dalam air dingin atau air mengalir, dan thawing dalam microwave. Bahan pangan yang telah di thawing bisa dibekukan lagi selama bahan pangan tersebut belum di masak. Dengan catatan proses thawing dilakukan didalam refrigerator. Hanya saja bahan pangan pasti akan mengalami penurunan kualitas. Membekukan kembali bahan pangan yang telah dithawing dengan air dingin atau microwave tidak dianjurkan. Meskipun bahan pangan yang telah dithawing dengan air dingin atau microwave masih nampak memiliki mutu yang baik untuk bisa dibekukan lagi, namun potensi tumbuhnya mikroorganisme pada saat proses thawing bisa menyebabkan bahan pangan menjadi tidak aman untuk dikonsumsi.

## 2.6 Perubahan Bahan Pangan Selama Penyimpanan

Pada umumnya, semua bahan pangan akan mengalami beberapa perubahan selama proses penyimpanan, antara lain:

### 2.6.1 Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter pengujian terpenting dalam industri pangan karena dapat menentukan mutu dan ketahanan pangan terhadap kemungkinan terjadinya kerusakan (Daud, 2019). Banyaknya air dalam suatu bahan makanan adalah kadar air yang dinyatakan dalam persen. Kadar air juga mempengaruhi penampilan dan tekstur makanan. Selain itu, daya tahan dan kesegaran suatu bahan makanan juga dipengaruhi oleh persentase kadar air pada bahan makanan tersebut. Kandungan air yang tinggi akan memudahkan perkembangbiakan bakteri, kapang dan khamir sehingga akan terjadi pembusukan makanan (Aventi, 2015).

Kandungan air dalam bahan pangan dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu air bebas, air teradsorpsi, dan air terikat. Air bebas adalah air yang berupa air bebas dalam pori-pori bahan dan berfungsi sebagai pendispersi bahan koloid dan pelarut senyawa kristal. Air yang diserap atau air yang teradsorpsi pada permukaan koloid makromolekul adalah air yang terikat erat pada makromolekul adsorpsi dengan membentuk ikatan hidrogen. Air terikat bergabung dengan zat yang berbeda dan berfungsi sebagai air terhidrasi (Aventi, 2015).

Pengukuran kadar air dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu metode pengeringan atau *thermogravimetri*, metode destilasi atau *thermovolumetri*, dan metode kimia atau metode *Karl Fisher* (Daud, 2019). Penentuan kadar air menurut metode pengeringan didasarkan pada penimbangan. Selisih antara berat bahan segar dan berat kering adalah kadar air yang diinginkan dalam bahan yang diuji. Metode pengeringan dapat menggunakan metode oven udara dan oven vakum. Analisis kadar air bahan pangan menggunakan metode destilasi didasarkan pada penguapan air dari bahan dan penggunaan pelarut yang tidak bercampur dengan proses distilasi. Analisis kadar air menurut metode *Karl Fischer* dilakukan dengan menggunakan prinsip titrasi air pada sampel menggunakan titran pereaksi *Karl Fischer*, yang berisi campuran iodine, sulfur dioksida dan piridin dalam larutan metanol. Selama proses titrasi, yodium akan direduksi oleh sulfur dioksida dengan adanya air. Reaksi reduksi yodium akan terus berlangsung hingga air habis, yang ditunjukkan dengan munculnya warna coklat akibat kelebihan yodium (Nadia, 2015).

### 2.6.2 Vitamin C

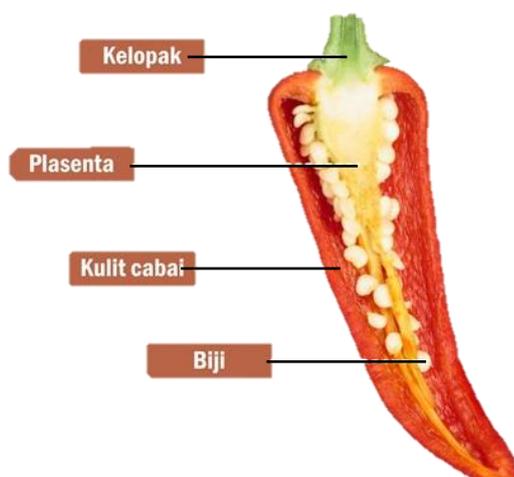
Vitamin adalah senyawa organik yang ditemukan dalam makanan, yang dibutuhkan dalam jumlah kecil oleh makhluk hidup untuk mempertahankan kehidupan normal. Vitamin tidak dapat disintesis oleh tubuh manusia, sehingga harus diperoleh dari sumber lain (Sartono, 1993). Vitamin C merupakan salah satu vitamin yang penting untuk metabolisme tubuh membentuk struktur protein, kolagen dan serat. Selain itu, vitamin C juga berperan dalam meningkatkan imun tubuh terhadap infeksi dan membantu tubuh menyerap zat besi (Buhari, 2010).

Asam askorbat atau yang lebih dikenal dengan Vitamin C mudah larut dalam air, tetapi pada saat yang sama juga memiliki stabilitas yang rendah karena mudah teroksidasi (dengan adanya udara), terutama bila terkena panas. Selain itu, vitamin C dapat hilang dalam bahan pangan karena kondisi seperti penyimpanan yang lama, perendaman dalam air, perebusan suhu tinggi yang lama, lama setelah dimasak pada suhu kamar sebelum dimakan (Andarwulan, 1992).

Metode yang dapat digunakan untuk mengukur kadar vitamin C pada bahan antara lain metode spektrofotometri UV yang praktis karena dilakukan tanpa pemisahan terlebih dahulu. Prinsipnya adalah pengukuran absorbansi radiasi elektromagnetik oleh vitamin C di daerah ultraviolet. Namun, metode ini memiliki kelemahan yaitu membutuhkan waktu yang lama karena proses dekomposisi termal. Selain itu, ada juga metode titrimetri yang menggunakan seng sebagai oksidator, seperti yodium, yodium klorida, gula N-bromin, dan sebagainya. Cara ini tidak memerlukan biaya yang mahal dan mudah untuk dilakukan, tetapi hanya dapat digunakan untuk menentukan vitamin C murni, karena adanya reduktor lain akan mengaburkan titik akhir titrasi, sehingga kadar yang diperoleh lebih tinggi dari kadar yang sebenarnya. (Dija, 2008).

### 2.6.3 Capsaicin

Capsaicin (8-methyl-N-vanillyl-6-nonenamide) merupakan bahan aktif dari tanaman *Capsicum* (cabai) yang telah dibudidayakan sebagai makanan dan digunakan pula untuk tujuan pengobatan sejak zaman kuno. Senyawa yang dikenal sebagai capsaicinoids bertanggung jawab untuk memberikan kesan pedas pada cabai.



Sumber: [tanilink.com](http://tanilink.com)

Gambar 3. Anatomi Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)

Capsaicin merupakan metabolit sekunder dan merupakan senyawa organik dengan golongan alkaloid yang tersedia dalam jumlah banyak pada buah cabai. Capsaicin juga berperan dalam bidang farmakologis dan fisiologis dalam menghilangkan rasa sakit, mencegah kanker dan mencegah sistem pencernaan. Capsaicinoid utama dalam cabai adalah capsaicin, yang kemudian diikuti oleh dihydrocapsaicin, nordihydrocapsaicin, homodihydrocapsaicin dan homocapsaicin (Taolin, 2019). Saat cabai dibelah, muncul batang berwarna putih pada bagian tengah buah cabai yang mengandung paling banyak zat capsaicin. Zat capsaicin ini seperti minyak dan menyengat lidah serta menimbulkan sensasi terbakar saat kontak dengan membran mukus. Zat capsaicin ini yang membuat cabai terasa pedas dan panas di lidah saat dikonsumsi.

Selain itu, capsaicin ini juga bisa membuat penggunaannya merasa ketagihan. Hal tersebut menyebabkan banyak orang yang sangat menyukainya bahkan tidak ingin berhenti mengonsumsi cabai. Jika dikonsumsi terlalu banyak, cabai dapat menyebabkan sakit perut yang parah (Dalimarta, 2000) dalam Handoko (2017). Capsaicin juga merupakan antikoagulan dan mencegah pembentukan timbunan lemak di pembuluh darah. Kegemaran dalam mengonsumsi

cabai dapat mengurangi kemungkinan penyumbatan pembuluh darah (aterosklerosis), yang mencegah timbulnya stroke, penyakit jantung dan impotensi. Capsaicin banyak digunakan sebagai obat anti arthritis dan anti inflamasi. Capsaicin juga berpotensi sebagai antimikroba dan inhibitor alami mikroorganisme patogen dalam makanan. Selain itu, ekstrak capsaicin juga dapat dimanfaatkan sebagai pestisida biokimia. Untuk mendapatkan zat capsaicin tersebut diperlukan ekstraksi capsaicin pada cabai (Handoko, 2017).

Skala Scoville adalah ukuran kepedasan cabai. Buah dari genus *Capsicum* (cabai) mengandung capsaicin, zat kimia yang dapat merangsang ujung saraf sensorik di lidah saat dikonsumsi. Scoville Heat Unit (SHU) menunjukkan jumlah capsaicin yang terdapat dalam cabai. 15 satuan Scoville sama dengan satu bagian capsaicin per satu juta. Jadi, konsentrasi tertinggi yaitu sama dengan 15.000.000 unit Scoville. Perkembangan terbaru dalam analitis, seperti kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC) (juga dikenal sebagai "metode Gillett"), memungkinkan dapat menentukan secara langsung peringkat Scoville pada cabai, bukan dengan menggunakan tes organoleptik yang bersifat subjektif.

### **2.3.4 Derajat Keasaman (pH)**

Istilah pH berdasarkan dari "p", lambang matematika dari negatif logaritma, dan "H", lambang kimia dari unsur Hidrogen. Derajat keasaman atau pH digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. Nilai pH normal memiliki nilai 7, sementara, nilai  $pH > 7$  menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa, sedangkan, nilai  $pH < 7$  menunjukkan sifat asam. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang paling tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaaan paling tinggi. Setiap bahan pangan memiliki nilai pH yang berbeda-beda. pH dalam bahan pangan berkaitan dengan kadar asam di dalamnya (Berutu, 2019).

Umumnya, indikator sederhana yang digunakan untuk mengukur pH suatu larutan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan berwarna biru bila keasamannya rendah. Selain itu, indikator nilai asam basa dapat juga diukur dengan alat pH meter yang bekerja berdasarkan prinsip konduktivitas atau elektrolit pada suatu larutan. Pengukuran suatu pH memiliki prinsip dasar pada potensial elektrokimia yang terjadi antar larutan yang terdapat didalam elektroda gelas yang telah diketahui, dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini disebabkan karena lapisan tipis dari gelembung kaca pada elektroda, selanjutnya akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif. Elektroda gelas tersebut kemudian akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan elektroda pembanding. Konsentrasi ion hidrogen dalam pelarut air adalah besarnya tingkat keasaman pada larutan tersebut (Farikha, et al, 2013).

Prosedur penggunaan alat pH meter untuk mengukur nilai pH pada suatu larutan yaitu terlebih dahulu sampel cair diambil dan dimasukkan ke dalam beaker glass. Elektroda dari pH meter dicelupkan ke dalam larutan buffer (penyangga) terlebih dahulu untuk kalibrasi alat dan dibilas dengan akuades kemudian elektroda dicelupkan ke dalam larutan sampel yang akan dianalisis keasamannya (pH). Nilai pH nya akan tertera langsung pada layar digital pH meter tersebut, lalu nilai pH sampel dicatat (Berutu, 2019).

### **2.3.5 Total Padatan Terlarut**

Menurut Novaliana (2008), total padatan terlarut menunjukkan kandungan gula total atau kadar gula total dalam buah. Total padatan terlarut dalam buah menginterpretasikan tingkat

kemanisan buah. Selama penyimpanan akan terjadi perubahan kandungan pati dan gula sederhana. Peningkatan total padatan terlarut buah selama penyimpanan disebabkan oleh pemecahan pati pada gula sederhana, sedangkan penurunan total padatan terlarut karena penggunaan gula sebagai substrat respirasi untuk menghasilkan energi. Hasil nilai rata-rata total padatan terlarut dinyatakan dalam satuan  $^{\circ}$ Brix.

Pada dasarnya total padatan terlarut adalah kandungan bahan-bahan yang larut dalam air seperti glukosa, sukrosa, fruktosa dan pektin, serta berbagai senyawa seperti asam organik, asam amino terlarut, lemak, mineral dan lain-lain. Pengukuran nilai total padatan terlarut menggunakan refraktometer bertujuan untuk mengukur total gula secara kasar. Semakin tinggi nilai total padatan terlarut, maka semakin tinggi rasa manis buah. Refraktometer mengukur total padatan terlarut berdasarkan indeks biasnya. Nilai indeks bias diperoleh dari kecepatan cahaya dalam ruang hampa dibandingkan dengan saat cahaya menembus sampel. Saat cahaya menembus sampel, kecepatannya akan berkurang. Hal ini disebabkan adanya padatan terlarut dalam sampel. Semakin tinggi konsentrasi padatan terlarut dalam sampel, semakin tinggi indeks biasnya, hal sebaliknya juga berlaku (Hadiwijaya, 2020).

Sampel ditimbang hingga 1 gram dan dimasukkan ke dalam gelas kimia, kemudian diambil satu tetes sampel dan dituangkan ke dalam prisma refraktometer yang telah dikalibrasi dengan akuades steril. Refraktometer diarahkan ke sumber cahaya. Nilai pembacaan menunjukkan total padatan terlarut dalam sampel dalam satuan  $^{\circ}$ Brix (Meikapasa, dkk, 2016). Besarnya nilai total padatan terlarut setelah penyimpanan disebabkan oleh akumulasi glukosa akibat proses hidrolisis karbohidrat yang lebih cepat dibandingkan dengan proses transformasi glukosa yang menghasilkan energi dan  $H_2O$  (Amiarsi, 2012) dalam Kusumiyati (2018).

### **2.3.6 Susut Bobot**

Penurunan berat bahan atau susut bobot merupakan proses pengurangan berat buah akibat proses transpirasi dan respirasi. Air, gas dan energi yang dihasilkan selama proses respirasi akan menguap sehingga buah mengalami penyusutan bobot. Dalam proses respirasi, buah mengalami proses kehilangan air. Penyusutan bobot disebabkan oleh hilangnya air dalam buah karena proses respirasi yang mengubah gula menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$ . Kehilangan air akibat penguapan dapat menyebabkan permukaan buah menjadi kering, berkerut dan mengurangi kesegaran buah. Rata-rata hasil penyusutan berat dinyatakan dalam gram (g) dan dihitung menggunakan rumus yang hasilnya dinyatakan dalam persen (%) (Fendriansah, 2014).

Susut bobot selama penyimpanan merupakan salah satu parameter mutu yang mencerminkan tingkat kesegaran buah. Semakin tinggi susut bobot, maka buah tersebut semakin berkurang tingkat kesegarannya (Rohaeti, et al, 2010). Kehilangan air berpengaruh langsung terhadap kualitas buah yang menyebabkan kerusakan tekstur seperti pengerutan (Sugianti, et al, 2012). Kehilangan air pada bahan yang disimpan selama periode penyimpanan tidak hanya menyebabkan hilangnya bobot, tetapi dapat juga menyebabkan kerusakan yang akhirnya menyebabkan penurunan kualitas. Susut bobot yang berlebihan dari komoditas menyebabkan pelayuan (Wisudawaty dkk, 2012). Selain itu, suhu yang tinggi menyebabkan laju respirasi menjadi meningkat karena pada proses respirasi terjadi pemecahan senyawa organik hasil fotosintesis menjadi  $CO_2$  dan air sehingga bobot buah berkurang. Semakin lama penyimpanan, susut bobot produk semakin meningkat. Proses respirasi dan transpirasi mengakibatkan kehilangan substrat dan air sehingga terjadi perubahan susut bobot (Asgar, 2017).

### 2.3.7 Warna

Penentuan mutu pangan ditentukan oleh rasa, warna, tekstur, nilai gizi dan sifat mikrobiologi. Warna dapat digunakan sebagai indikasi kesegaran atau kematangan. Selain itu, warna dapat memberikan petunjuk tentang perubahan kimia pada makanan seperti pencoklatan dan karamelisasi. Warna pada makanan disebabkan oleh pigmen alami atau pewarna tambahan. Pigmen alami adalah sekelompok senyawa yang berasal dari hewan atau tumbuhan. Pigmen alami adalah warna-warna yang dihasilkan oleh organisme dari proses metabolisme. Pigmen alami mencakup pigmen yang sudah ada dalam makanan, dan pigmen yang terbentuk selama pemanasan, penyimpanan atau pemrosesan. Umumnya zat warna alami terbentuk dari kombinasi tiga unsur yaitu karbon, hidrogen dan oksigen, namun ada beberapa zat warna yang mengandung unsur lain, seperti nitrogen pada indigotine dan magnesium pada klorofil. Jaringan tumbuhan seperti bunga, batang, kulit kayu, biji, buah, akar dan kayu memiliki ciri warna yang disebut pigmen botani (Winarno, 2002).

Proses pematangan buah merupakan proses yang kompleks dan terprogram secara genetik yang diawali dengan perubahan warna atau pigmen (Munirotun, et al, 2012). Jenis senyawa pewarna alami yang terdapat pada tumbuhan diantaranya adalah klorofil (hijau) pada daun; karoten (kuning-oranye) dalam umbi dan daun; likopen (merah) dalam bunga dan buah-buahan; flavon (kuning) pada bunga, akar dan kayu; antosianin (merah kuning, merah ungu) pada buah dan bunga; betalain (kuning-merah) yang terlihat seperti antosianin atau flavonoid dalam bit merah; dan xanthone (kuning) pada mangga (Tranggono, 1990).

Cabai matang ditandai dengan munculnya warna merah. Warna merah pada cabai merupakan pigmen karotenoid. Pigmen karotenoid terdapat pada hampir semua genus *Capsicum*, salah satunya adalah cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) (Puspita, et al, 2018). Karotenoid adalah pigmen kuning, merah muda dan merah yang dihasilkan oleh organisme fotosintetik, alga dan mikroorganisme. Karotenoid berfungsi sebagai pro-vitamin A yang melindungi jaringan tubuh dari paparan sinar dan radikal bebas (Arimboor dan Natarajan, 2015). Buah dari tanaman cabai memiliki pigmen warna yang berbeda-beda. Warna buah ini berubah sesuai dengan umur buah. Warna hijau sampai putih terlihat pada buah yang masih muda dan berwarna merah saat sudah tua (Cahyono, 2003). Perbedaan pigmen warna pada cabai menggambarkan senyawa turunan karoten yang terdapat pada cabai rawit. Turunan karotenoid yang memberi warna merah, seperti capxanthine, casporubin dan capxanthine-5,6-opoksida, sedangkan warna oranye berasal dari alpha dan betakaroten, xanthine, lutein dan betacryptoxanthin (Maming, 2016).

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Mei tahun 2021 di Laboratorium Pengolahan Pangan, Laboratorium Kimia Analisa & Pengawasan Mutu Pangan, dan Laboratorium Pengembangan Produk, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, dan Laboratorium Biokimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *refrigerator* ( $T=10^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{Rh}=52,4\%$ ), *freezer* ( $T=-19^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{Rh}=19,3\%$ ), *moisture analyzer* (DSH-50-1), timbangan analitik, evaporator, kolorimetri, spektrofotometer, pipet tetes, buret, erlenmeyer, tabung reaksi, wadah botol kaca, dan wadah plastik.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cabai rawit berdasarkan SNI 4480:2016, kelas super, kode ukuran 3 ( $4 < 8$  cm) yang diambil langsung dari Malino, plastik *polyethylene* berukuran  $10 \times 20$  cm dengan ketebalan  $0,03$  mm (dengan permeabilitas  $2,13$   $\text{gH}_2\text{O}/\text{hari m}^2\text{mmHg}$  pada suhu of  $28^{\circ}\text{C}$  pada  $\text{Rh}$   $75,62\%$ , dan pada tekanan  $28,349$  mmHg (Rahmawati, 2010)), indikator amilum  $1\%$ , larutan iod  $0,1$  N, larutan buffer, akuades, *capsaicin standard* (*Sigma Aldrich*), asetonitril, kertas saring, *aluminium foil*, kertas label, dan tisu.

#### 3.3 Prosedur Penelitian

##### 3.3.1 Tahap Preparasi Sampel

Preparasi sampel yang dilakukan dimulai dengan tahap persiapan dengan memilih sampel cabai rawit tingkat kematangan  $60-80\%$  dengan persyaratan mutu berdasarkan SNI 4480:2016, kelas super, kode ukuran 3 ( $4 < 8$  cm). Plastik yang digunakan adalah plastik PE (*polyethylene*) berukuran  $10 \times 20$  cm dengan ketebalan  $0,03$  mm. Sampel kemudian dipisah sesuai perlakuan masing-masing, yaitu:

A1B1 : Suhu dingin ( $10^{\circ}\text{C}$ ) tanpa dikemas

A1B2 : Suhu dingin ( $10^{\circ}\text{C}$ ) dikemas plastik *polyethylene*

A2B1 : Suhu beku ( $-19^{\circ}\text{C}$ ) tanpa dikemas

A2B2 : Suhu beku ( $-19^{\circ}\text{C}$ ) dikemas plastik *polyethylene*

Sampel dengan perlakuan A1 (suhu dingin  $10^{\circ}\text{C}$ ) diamati setiap 10 hari sekali selama 30 hari dan sampel dengan perlakuan A2 (suhu beku  $-19^{\circ}\text{C}$ ) diamati setiap 20 hari sekali selama 80 hari.

##### 3.3.2 Tahap Pengamatan

###### 3.3.2.1 Kadar Air (Cahyanti, et al, 2017 & Setiadi, et al, 2018)

Kadar air dianalisis menggunakan alat *moisture analyzer*. *Moisture Analyzer* merupakan alat yang memiliki prinsip kerja yakni, sampel dipanaskan pada suhu tertentu sehingga kandungan air yang ada di dalamnya akan menguap. Penguapan tersebut akan menyebabkan massa sampel berkurang hingga proses penguapan selesai. Sumber panas yang dihasilkan oleh alat ini berasal dari lampu halogen sehingga proses pemanasan pun dapat berlangsung dalam waktu yang singkat. Lama proses pengeringan bergantung pada kadar air yang terkandung pada sampel tersebut. Sampel ditimbang sebanyak  $0,5$  gram dan diletakkan pada *plate*. Selanjutnya, penutup