

**KAJIAN PENUNDAAN WAKTU *PRECOOLING* DAN SUHU
PENYIMPANAN TERHADAP KADAR AIR, KEKERASAN,
VITAMIN C DAN pH PADA JAMBU BIJI MERAH**

SKRIPSI



PUTRI AYU PUSPITASARI

1911111023

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2025**

**KAJIAN PENUNDAAN WAKTU *PRECOOLING* DAN SUHU
PENYIMPANAN TERHADAP KADAR AIR, KEKERASAN,
VITAMIN C DAN pH PADA JAMBU BIJI MERAH**

PUTRI AYU PUSPITASARI



Skripsi

*Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik*

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2025**

**KAJIAN PENUNDAAN WAKTU *PRECOOLING* DAN SUHU
PENYIMPANAN TERHADAP KADAR AIR, KEKERASAN,
VITAMIN C DAN pH PADA JAMBU BIJI MERAH**

SKRIPSI



PUTRI AYU PUSPITASARI

1911111023

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2025**

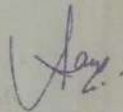
Judul Skripsi : Kajian Penundaan Waktu *Precooling* Dan Suhu
Penyimpanan Terhadap Kadar Air, Kekerasan,
Vitamin C Dan pH Pada Jambu Biji Merah

Nama : Putri Ayu Puspitasari
BP : 1911111023

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Andasuryani, S.TP, M.Si
NIP. 19730413 199802 2 001



Dr. Dinah Cherie, S.TP, M.Si
NIP. 19790326 200801 2 006

Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Andalas



Dr. H. Ali Asben, M.Si
NIP. 19680425 199403 1 002

Ketua
Program Studi Teknik Pertanian
dan Biosistem, Universitas Andalas

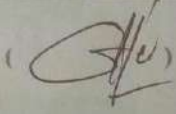
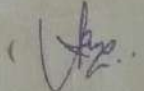
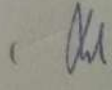


Dr. Renny Eka Putri, S.TP, MP
NIP. 19800621 200604 2 016

Tanggal Ujian : 23 Januari 2025
Tanggal Lulus : 23 Januari 2025



Skripsi dengan judul "Kajian Penundaan Waktu *Precooling* Dan Suhu Penyimpanan Terhadap Kadar Air, Kekerasan, Vitamin C Dan pH Pada Jambu Biji Merah" oleh Putri Ayu Puspitasari (1911111023) telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Akhir Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Padang dan dinyatakan lulus pada tanggal 23 Januari 2025.

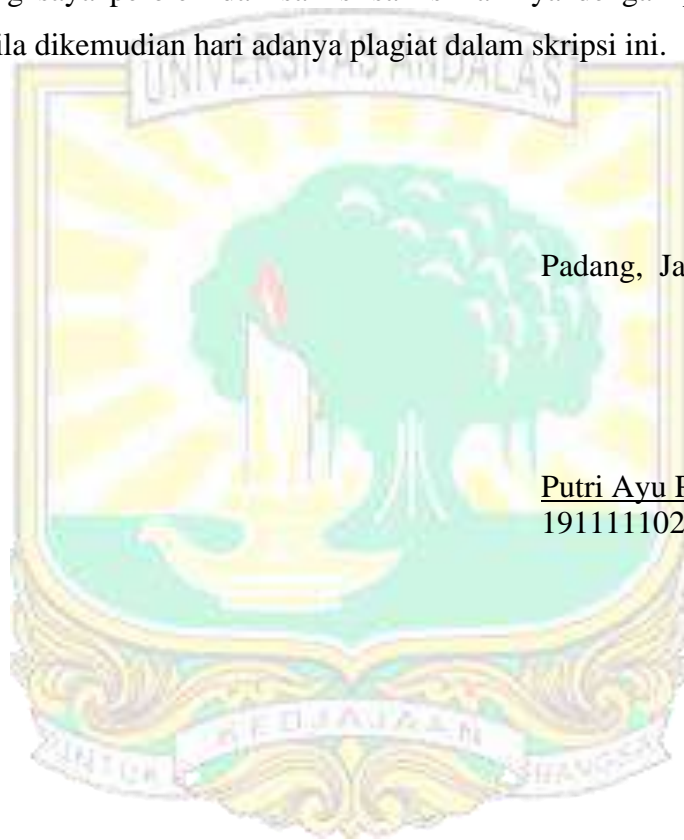
No	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1.	Dr. Mislaini R., S.TP,MP	()	Ketua
2.	Putri Wulandari Zainal, S.TP, M.Si, Ph.D	()	Sekretaris
3.	Dr. Andasuryani, S.TP, M.Si	()	Anggota
4.	Dr. Dinah Cherie, S.TP, M.Si	()	Anggota

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **Kajian Penundaan Waktu Precooling Dan Suhu Penyimpanan Terhadap Kadar Air, Kekerasan, Vitamin C Dan pH Pada Jambu Biji Merah** yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik merupakan hasil karya tulis saya sendiri, kecuali kutipan dan rujukan yang masing-masing telah dijelaskan sumbernya, sesuai dengan norma, kaedah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari adanya plagiat dalam skripsi ini.

Padang, Januari 2025

Putri Ayu Puspitasari
1911111023



BIODATA



Penulis dilahirkan pada tanggal 31 Januari 2001 di Tegal, Jawa Tengah. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Moch. Sayid dan Ibu Endrawati. Jenjang pendidikan Penulis dimulai dari taman kanak-kanak Islam Hubittaqwa Jakarta Utara. Penulis melanjutkan sekolah dasar di SD Negeri Tugu Utara, Jakarta Utara selama 2 tahun, kemudian di Madrasah Ibtidaiyah Kota Tegal Jawa Tengah selama 2 tahun dan SD Negeri 14 Pelangai Kecil Ranah pesisir selama 2 tahun. Penulis melanjutkan ke Madrasah Tsanawiyah Negeri Balai Selasa. Kemudian Penulis melanjutkan ke SMA Negeri 1 Ranah Pesisir. Pada tahun 2019, Penulis melanjutkan studi Strata 1 di Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang. Selama masa perkuliahan, Penulis mengikuti magang di tahun 2019 yaitu Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) dan penulis juga mengikuti organisasi *Social Service Center* (SSC) sebagai anggota Fakultas Teknologi Pertanian tahun 2022 pada tahun 2023 *Social Service Center* (SSC) sebagai sekretaris. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Laboratorium Tanaman Buah (BALITBU) Tropika, Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Nagari Kamang Hilie, Kecamatan Kamang Magek, Agam, Sumatera Barat. Penulis dinyatakan lulus dari Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas pada tanggal 23 Januari 2025 dengan judul penelitian **“Kajian Penundaan Waktu *Precooling* Dan Suhu Penyimpanan Terhadap Kadar Air, Kekerasan, Vitamin C Dan pH Pada Jambu Biji Merah”**

Padang, Januari 2025

Putri Ayu Puspitasari
1911111023



Rasa syukur yang tiada henti-hentinya selalu saya ucapkan kepada Allah SWT, atas segala nikmat, rahmat, hidayah dan karunia yang telah hamba terima. Atas izin-Nya, perjuangan dan perjalanan yang panjang ini bisa dilewati hingga akhir. Disaat dalam kondisi terpuruk, Allah SWT selalu mengabulkan doa dan memberikan jalan keluar baik itu masalah dalam menuntut ilmu maupun masalah dalam menjalani hidup ini. Shalawat dan salam kepada Nabi besar junjungan umat islam yaitu Nabi Muhammad SAW, pemimpin dan tauladan bagi umat islam di dunia.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga saya sampaikan kepada orang tua saya, **Ayah (Moch. Sayid)** dan **Ibu (Endrawati)**, yang selalu memberikan doa, dukungan, dan cinta yang tak terbatas. Terima kasih atas semua pengorbanan, bimbingan, serta motivasi yang telah kalian berikan sepanjang hidup saya. Tanpa kasih sayang, semangat, dan dorongan dari kalian, pencapaian ini tidak akan pernah terwujud. Terima kasih yang mendalam juga saya sampaikan kepada **kakak, abang dan saudara** saya atas semua dukungan, bantuan dan kebersamaan yang telah kita lalui. Kalian selalu ada di sisi saya, memberikan semangat dan tawa di saat-saat sulit. Dukungan dan motivasi dari kalian sangat berarti dalam perjalanan akademis ini.

Ucapan terimakasih sebesar-besarnya saya sampaikan kepada **Ibu Dr. Andasuryani, S.TP, M.Si** sebagai pembimbing I dan **Ibu Dr. Dinah Cherie, S.TP, M.Si** sebagai pembimbing II atas bimbingan, arahan serta waktu yang telah diluangkan dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih saya sampaikan kepada **Ibu Dr. Ifmalinda, S.TP, MP, Ibu Dr. Mislaini R., S.TP, MP** dan **Ibu Putri Wulandari Zainal, S.TP, M.Si, Ph.D** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritikan yang membangun dari awal hingga akhir penulisan skripsi ini. Terima kasih saya sampaikan kepada **bapak dan ibu Dosen Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem** yang telah memberikan ilmu dan pengetahuannya selama masa perkuliahan. Terima kasih juga saya sampaikan kepada seluruh **Staf Akademik Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas**, terkhusus **Bang Saddam Pebrianto, S.TP** dan **Bang Maulana Yuda Anantama, S.TP** yang telah membantu dalam pengurusan berkas-berkas yang diperlukan untuk mendapatkan gelar sarjana ini.

Ucapan terima kasih kepada teman-teman Teknik Pertanian dan Biosistem'19 **Afifah, Fahmi, Ardi, Zikri, Taufik, Debby, Syntia, Eky, Tiara, Tiwi, Zhefira, Nadira, dan Farel** yang sudah menemani penulis penelitian dari pagi hingga pagi lagi, Terimakasih kepada **Cindy dan Syntia** yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, terutama **Syntia dan Elsa** yang selalu menjadi teman seperjuangan dalam menyelesaikan berbagai tugas dan tantangan selama masa perkuliahan.

Terima kasih kepada **Rozi Saputra** yang sudah menemani dari sebelum masuk kuliah hingga selama perkuliahan berlangsung selama 4 tahun lebih ini dan juga tak henti memberi *support* yang membangun, serta rela antar jemput subuh atau pun malam bahkan pulang balik pesisir-padang, juga sering membantu penulis dari segi keuangan baik dalam perkuliahan, maupun diluar dari perkuliahan. Terimakasih untuk **Ilham dan Intan** atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang

kita bagi bersama dalam penulisan sripsi ini sehingga penulis tidak merasa tertinggal walaupun sudah melewati masa 4 tahun perkuliahan. Perjalanan ini akan selalu menjadi kenangan berharga bagi saya. Terakhir, teruntuk orang-orang yang tidak dapat saya sebutkan, terima kasih sudah menemani.

Wassalam,

Putri Ayu Puspitasari



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur selalu penulis ucapkan kepada Allah SWT, atas segala rahmat karunia yang dilimpahkan-Nya pada penulis, khususnya dalam penyelesaian skripsi penelitian dengan judul “**Kajian Penundaan Waktu *Precooling* dan Suhu Penyimpanan terhadap Kadar Air, Kekerasan, Vitamin C dan pH pada Jambu Biji Merah**”. Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Ibu Dr. Andasuryani, S.TP, M.Si selaku pembimbing I dan Ibu Dr. Dinah Cherie, S.TP, M.Si. selaku pembimbing II yang telah membimbing dan membantu penulis dalam penulisan skripsi ini. Terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dan menyemangati penulis dalam penyelesaian skripsi penelitian hingga sekarang.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam penyelesaian skripsi ini. Kesalahan bisa dari segi penulisan maupun dari pemaparan isi didalamnya. Penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari para pembaca sehingga dapat berguna untuk perkembangan ilmu pengetahuan.

Padang, Januari 2025

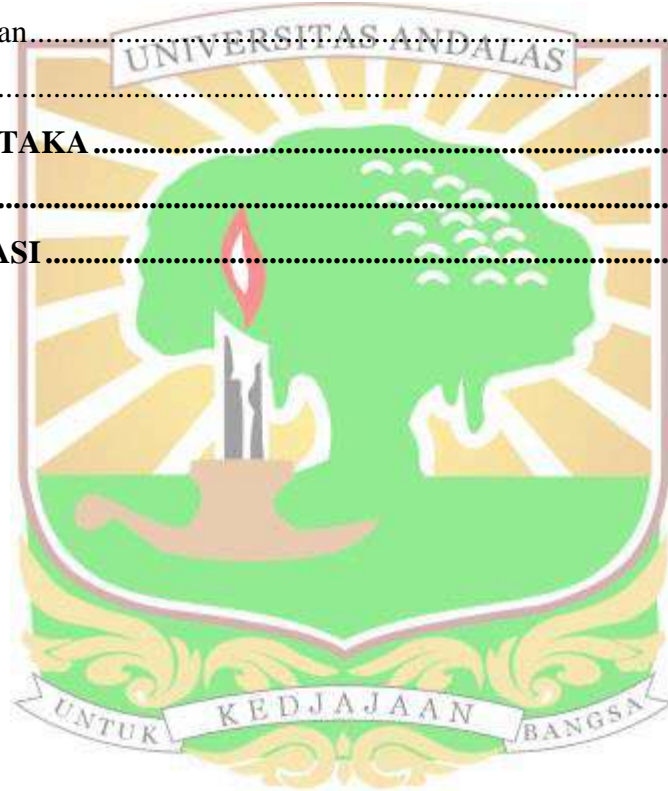
P.A.P

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
ABSTRAK	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Jambu Biji Merah	4
2.2 Sifat Fisiologi Jambu Biji Selama Penyimpanan	5
2.3 Kandungan dan Manfaat Jambu Biji Merah	6
2.4 <i>Precooling</i>	7
2.5 Ozon	10
III. METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Metode Penelitian.....	12
3.3.1 Persiapan Bahan.....	12
3.3.2 Prosedur Penelitian	13
3.3.3 Hasil Pra-Penelitian	16
3.4 Pengamatan	16
3.4.1 Kadar Air (Horwitz, 2005)	16
3.4.2 Kekerasan (Ifmalinda & Windasari, 2018).....	17
3.4.3 Vitamin C (Wati Pade, 2019)	17
3.4.4 pH Larutan (Eutech <i>et al.</i> , 2016)	18

3.5 Analisis Data	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Kadar Air	20
4.2 Kekerasan	26
4.3 Vitamin C	32
4.3 pH	38
4.3 Rekapitulasi Hasil.....	44
V. PENUTUP.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	52
DOKUMENTASI.....	60



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 . Kriteria Kelas Jambu Biji SNI 7418:2009	5
2 . Kandungan Jambu Biji.....	6
3 . Perlakuan Penelitian	14
4 . Pra Penelitian.....	17
5. Hasil Anova Kadar Air.....	23
6. Hasil Uji <i>Duncan</i> Perlakuan <i>Precooling</i> terhadap Kadar Air	23
7. Hasil Uji <i>Duncan</i> Suhu Penyimpanan Kadar Air	24
8. Hasil Uji <i>Duncan</i> Interaksi Suhu Perlakuan <i>Precooling</i> dan Suhu Penyimpanan terhadap Kadar Air.....	24
9. Hasil Anova Kekerasan.....	29
10. Hasil Uji <i>Duncan</i> Perlakuan <i>Precooling</i> terhadap Kekerasan	30
11 . Hasil Uji <i>Duncan</i> Suhu Penyimpanan terhadap Kekerasan.....	30
12. Hasil Uji <i>Duncan</i> Interaksi Perlakuan <i>Precooling</i> dan Suhu Penyimpanan terhadap Kekerasan	31
13. Hasil Anova Vitamin C	34
14. Hasil Uji <i>Duncan</i> Perlakuan <i>Precooling</i> terhadap Vitamin C	35
15. Hasil Uji <i>Duncan</i> Interaksi Perlakuan <i>Precooling</i> dan Suhu Penyimpanan terhadap Vitamin C.....	36
16. Hasil Anova Ph	40
17. Hasil Uji <i>Duncan</i> Perlakuan <i>Precooling</i> terhadap Ph.....	40
18. Hasil Uji <i>Duncan</i> Suhu Penyimpanan terhadap pH.....	41
19. Hasil Uji <i>Duncan</i> Interaksi Perlakuan Penundaan <i>Precooling</i> dan Suhu Penyimpanan terhadap pH	42
20. Rekapitulasi Hasil Penelitian	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Jambu Biji Merah.....	4
Gambar 2. Hasil Pengolahan Jambu Biji Merah.....	7
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 4. Kadar Air	20
Gambar 5. Interaksi Suhu dengan Kadar Air.....	25
Gambar 6. Kekerasan	27
Gambar 7. Interaksi Suhu dengan Kekerasan	31
Gambar 8. Vitamin C	32
Gambar 9. Interaksi Suhu dengan Vitamin C	37
Gambar 10. pH.....	39
Gambar 11. Interaksi Suhu dengan pH.....	43



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Hasil Produksi Jambu Biji Merah di Indonesia.....	53
Lampiran 2. Hasil Pra-Penelitian	54
Lampiran 3. Kadar Air	56
Lampiran 4. Kekerasan	56
Lampiran 5. Vitamin C	57



**KAJIAN PENUNDAAN WAKTU *PRECOOLING* DAN SUHU
PENYIMPANAN TERHADAP KADAR AIR, KEKERASAN, VITAMIN C
DAN pH PADA JAMBU BIJI MERAH**

Putri Ayu Puspitasari¹, Andasuryani², Dinah Cherie²

¹*Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Limau Manis-Padang 25163*

²*Dosen Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Limau Manis-Padang 25163*

Gmail : putriayu.pessel@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia kaya akan buah-buahan salah satunya yaitu buah jambu biji merah. Permasalahan yang terjadi yaitu tindakan pascapanen yang kurang mampu mempertahankan mutu buah jambu biji merah selama proses penyimpanan. Teknologi penanganan pascapanen yang dapat digunakan dalam memperpanjang umur simpan jambu biji yaitu *precooling*. Dimana *precooling* ini bertujuan untuk mengurangi jumlah air yang hilang melalui transpirasi, memperlambat respirasi, serta menurunkan kepekaan terhadap serangan mikroba. Penundaan pelaksanaan *precooling* dapat berdampak pada percepatan kehilangan kelembapan dan meningkatkan risiko kerusakan produk akibat aktivitas mikroba sehingga pelaksanaan *precooling* sebaiknya dilakukan segera setelah panen. Penambahan *ozon* pada proses *precooling* mampu mengurangi kerusakan dan menghambat pertumbuhan mikroba dan bertahan selama proses penyimpanan buah jambu biji merah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi mutu jambu biji merah varietas getas merah berdasarkan pemberian perlakuan penundaan *precooling* dan *ozon* terhadap nilai kadar air, vitamin C, kekerasan dan pH selama waktu penyimpanan pada suhu ruang dan suhu 10°C. Metode penelitian pada penelitian ini menggunakan alat ozon tipe LEKA OZ3000. Pengamatan dilakukan pada perlakuan tanpa *precooling*, penundaan *precooling* dengan air tanpa ozon dan penundaan *precooling* dengan menggunakan air berozon yang disimpan pada suhu ruang dan suhu dingin. Hasil nilai terbaik pada penelitian ini yaitu pada perlakuan penundaan *precooling* menggunakan air berozon penyimpanan di suhu 10°C, karena pada suhu rendah tersebut mampu mempertahankan kadar air, kekerasan, vitamin C dan pH selama penyimpanan dibandingkan dengan suhu tinggi.

Kata Kunci : Jambu Biji Merah, Kadar Air, Kekerasan, Vit C, pH.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Direktorat Jenderal Hortikultura (2017), memaparkan bahwa buah-buahan produk hortikultura utama di Indonesia. Beragam varietas buah-buahan ini memerlukan penanganan pascapanen yang beragam, termasuk untuk buah jambu biji merah (*Psidium guajava* L.). Unggulan dari buah jambu biji merah yang dikenal oleh masyarakat adalah sebagai obat dan pencegahan berbagai penyakit karena kandungan yang dimiliki. Buah jambu biji merah bisa dimanfaatkan sebagai obat tambahan untuk mencegah terhadap berbagai penyakit. Hal ini disebabkan oleh buah tersebut mengandung nutrisi yang bermanfaat.

Usni *et al.* (2016), Jambu biji adalah pohon buah yang banyak terdapat di daerah tropis dan memiliki peran penting dalam menyediakan kebutuhan gizi bagi masyarakat. Jambu biji (*Psidium guajava* L.) sangat disukai oleh banyak orang karena rasanya yang manis dan segar serta bahan-bahannya yang beragam. Jambu biji merah memiliki kandungan vitamin C sebanyak 87 mg/100 mg. Buah jambu biji merah berasal dari famili *Trifoliaceae*, memiliki bentuk bulat, berwarna hijau saat belum matang, berwarna kuning pucat setelah matang, dan berwarna kuning kemerahan saat busuk, dagingnya berwarna merah. Jambu biji merah memiliki kulit yang tipis dengan permukaan halus hingga kasar.

Badan Pusat Statistik Sumatera Barat (BPS 2024), menyatakan bahwa produksi buah jambu biji merah di Indonesia sebanyak 404.654 ton di tahun 2023. Selain itu produksi jambu biji merah di Sumatera Barat sebesar 5.102,5 ton di tahun 2023. Daerah penghasil jambu biji tertinggi di Sumatera Barat yaitu daerah Padang Pariaman. Jambu biji yang dikembangkan oleh petani di daerah Padang Pariaman ini yaitu jambu biji merah dengan varietas getas merah. Luas penanaman getas merah di Padang Pariaman sudah mencapai 74,25 hektare. Lokasi tersebar di beberapa kecamatan antara lain Kecamatan VII Koto Sei Seriak, Patamuan.

Jambu biji varietas getas merah memiliki umur simpan setelah proses pemanenan pada suhu ruang mencapai 3 hari, sedangkan pada suhu dingin bisa mencapai 5 hari, sehingga dibutuhkan cara untuk mempertahankan kualitas dan mutu

buah jambu biji merah. Salah satu metode pascapanen yang dapat digunakan yaitu *precooling*. Dimana *precooling* ini bertujuan untuk mengurangi jumlah air yang hilang melalui transpirasi, memperlambat respirasi, serta menurunkan kepekaan terhadap serangan mikroba. Namun, tidak semua produk hortikultura dapat dilakukan proses *precooling*, terdapat beberapa syarat produk hortikultura tersebut dapat dilakukan proses *precooling* seperti produk memiliki toleran terhadap air, produk yang melakukan proses pencucian dalam proses pemasarannya, serta produk yang tidak rusak jika terkena air yang mengandung disinfektan (Senthilkumar *et al.*, 2015). Dengan *precooling* maka suhu buah dapat diturunkan sehingga diharapkan dapat menjaga kualitas umur simpan buah tersebut.

Penundaan pelaksanaan *precooling* dapat berdampak pada percepatan kehilangan kelembapan dan meningkatkan risiko kerusakan produk akibat aktivitas mikroba. Selain itu, penundaan tersebut juga menyebabkan akumulasi panas respirasi yang berpotensi mempercepat degradasi kualitas produk (Zhao *et al.*, 2018). Oleh karena itu, pelaksanaan *precooling* sebaiknya dilakukan segera setelah panen agar efektivitasnya dalam memperpanjang umur simpan dan menjaga kualitas produk dapat optimal.

Salah satu teknologi penanganan lainnya yang dapat diterapkan dalam memperpanjang umur simpan yang ramah lingkungan yaitu teknologi ozon. Ozon bersifat *auto decompose* karena oksigen yang dihasilkan tidak meninggalkan residu ke dalam buah dan sayuran, selain itu ozon juga mudah terurai menjadi oksigen normal ketika terkena sinar matahari. Asgar *et al.* (2011), menjelaskan teknologi baru saat ini yang sedang dikembangkan sebagai pengawetan makanan adalah ozon. Ozon dapat digunakan untuk mengolah air limbah, penghilang bau (*deodoration*), menghilangkan warna (*decoloration*), pemrosesan makanan, sterilisasi alat medis, menghilangkan berbagai zat logam dan residu pemakaian pestisida, dan sebagai disinfektan untuk mengendalikan mikroorganisme patogen yang menyebabkan kerusakan dengan tidak terlihat dan tidak dapat digantikan dengan fungisida sintesis.

Proses respirasi dan metabolisme dapat mengurangi umur simpan dan kualitas buah, sehingga diperlukan penanganan pascapanen yang tepat seperti penyimpanan

pada suhu rendah (Ruzaina *et al.*, (2013). Penelitian (Wulantika, 2021), menyatakan produk hortikultura yang disimpan pada suhu rendah sedikit mengalami penurunan susut bobot buah dan tidak terjadi kebusukan, sedangkan produk hortikultura yang disimpan dalam suhu ruang mengalami susut bobot yang cukup tinggi dan mengalami kelayuan serta kebusukan setelah 1 minggu disimpan. Perlakuan *precooling* dilanjutkan dengan penyimpanan dingin merupakan kombinasi perlakuan yang mampu memperlambat laju respirasi (Sari & Simbolon, 2020).

Berdasarkan pemaparan tentang *precooling* dan penundaan *precooling*, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian perlakuan penundaan *precooling* dan suhu penyimpanan. Sari & Simbolon (2020), menjelaskan buah dan sayuran direndam dengan waktu 15-20 menit hal ini tidak jauh berbeda dengan perlakuan penundaan *precooling* dengan waktu 20 menit. Hal ini yang melatarbelakangi perlunya dilakukan kajian lanjut tentang perbandingan hasil perlakuan penundaan *precooling* dan suhu untuk mempertahankan kualitas buah jambu biji merah. Berdasarkan hal di atas, maka penulis memberikan judul penelitian ini, **“Kajian Penundaan Waktu *Precooling* dan Suhu Penyimpanan terhadap Kadar Air, Kekerasan, Vitamin C dan pH pada Jambu Biji Merah”**.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi mutu jambu biji merah varietas getas merah berdasarkan pemberian perlakuan penundaan *precooling* dan suhu terhadap nilai kadar air, vitamin C, kekerasan dan pH selama waktu penyimpanan pada suhu ruang dan suhu 10°C.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian memberikan informasi atas kajian hasil penundaan waktu *precooling* dan suhu terhadap mutu jambu biji merah varietas getas merah. Manfaat lainnya adalah memperoleh penanganan yang terbaik untuk mempertahankan mutu jambu biji merah selama penyimpanan

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jambu Biji Merah

Jambu biji berasal dari Amerika yang bisa hidup dikeadaan tanah apapun. Tanaman jambu biji membutuhkan kandungan air dalam tanah yang banyak. Tanaman jambu biji mampu berbunga sepanjang tahun sehingga tidak ada memiliki musim-musim tertentu. Ciri-ciri tanaman jambu biji merah memiliki perdu atau pohon kecil dengan tinggi hanya berkisar 2 m sampai 10 m dan memiliki percabangan yang banyak (Ambarsari *et al.*, 2007). Tanaman jambu biji merah ini memiliki usia tanaman yang cukup lama. Dalam keadaan musim kemarau jambu biji masih bisa mempertahankan tanamannya. Oleh sebab itu tanaman jambu biji ini disebut dengan tanaman berbagai musim. Jambu biji merah ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Jambu Biji Merah
Sumber: Soedjito (2008)

Batang pokok jambu biji ini tidak ada yang lurus, warnanya coklat muda sampai putih abu-abu dan mudah terkupas berganti kulit baru seiring dengan gejala membesarnya batang. Permukaan batang cukup licin dan bersih dengan sifat kayu yang halus, liat, dan tidak mudah patah (Parimin, 2005). Kriteria jambu biji dalam (Badan

Standardisasi Nasional, 2009) tergolong dalam 3 (tiga) kriteria kelas yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria Kelas Jambu Biji SNI 7418:2009

No	Kriteria	Keterangan
1.	Kelas Super	Mutu jambu biji paling baik (super) yaitu bebas dari cacat kecuali cacat sangat kecil pada permukaan.
2.	Kelas A	- Cacat sedikit pada kulit seperti lecet, tergores atau kerusakan mekanis lainnya. - Cacat tersebut tidak mempengaruhi isi buah. Total area yang cacat tidak lebih dari 5% dari luas total seluruh permukaan buah
3.	Kelas B	- Cacat sedikit pada kulit seperti lecet, tergores atau kerusakan mekanis lainnya. - Cacat tersebut tidak mempengaruhi isi buah. Total area yang cacat tidak lebih dari 10% dari luas total seluruh permukaan buah.

Sumber : SNI 7418:2009

2.2 Sifat Fisiologi Jambu Biji Selama Penyimpanan

Buah jambu biji (*Psidium guajava* L.) merupakan tanaman hortikultura. Buah jambu biji memiliki kulit yang tipis dan daging buahnya menempel langsung pada kulit sehingga sangat rentan untuk terjadi goresan. Hilangnya kelembapan pada kulit dapat secara langsung mempengaruhi kualitas pulpa. Penanganan pascapanen yang tidak tepat dapat mempercepat perkembangan kerusakan dan mengakibatkan penurunan kualitas (Widodo *et al.*, 2009). (Soedjito, 2008) menjelaskan bahwa semua buah mengalami perubahan sifat fisik dan kimia selama proses pemasakan. Perubahan fisik yang umum terjadi meliputi perubahan warna, tekstur, dan bau. Perubahan kimia yang terjadi meliputi pH, keasaman, kandungan vitamin C, dan asam organik.

Menurut Adnan (2006), pada tahap pertama terjadi kerusakan klorofil dan pigmen yang menyebabkan terjadinya perubahan warna kulit yang disertai dengan terbentuknya pigmen baru. Tahap kedua adalah perubahan rasa, seperti asam, asin, atau manis. Tahap ketiga adalah perubahan struktural. Karakteristik lain yang berubah saat buah matang meliputi peningkatan kadar gula diikuti dengan pelunakan. Buah dengan laju respirasi sangat rendah memiliki nilai di bawah 5 mg CO₂/kg/jam, sedangkan buah dengan laju respirasi tinggi (di atas

20-40 mg CO₂/kg/jam) akan cepat rusak dan memerlukan penanganan khusus. Hal ini perlu dilakukan pemanenan pematangan buah berdaging melewati beberapa tahap. Transpirasi adalah proses hilangnya air dari jaringan kulit (epidermis) ke lingkungan sekitarnya. Tingkat transpirasi yang tinggi dapat menyebabkan kulit menjadi kering atau dehidrasi, yang mengakibatkan penyusutan.

Widodo *et al.* (2013), menjelaskan bahwa transpirasi juga mendorong terjadinya pencoklatan (browning). Untuk memperlambat pembusukan produk buah pascapanen, diperlukan metode penanganan dan pengolahan yang mengurangi respirasi dan transpirasi ke tingkat minimum yang memungkinkan produk untuk melanjutkan aktivitas hidupnya. Jambu biji merupakan buah klimakterik yang ditandai dengan peningkatan respirasi secara tiba-tiba dan intens selama atau sebelum pematangan, akibat peningkatan CO₂ dan etilen. Buah klimakterik memiliki masa simpan yang pendek dan akan segera rusak setelah dipanen.

2.3 Kandungan dan Manfaat Jambu Biji Merah

Tanaman jambu biji kaya akan kandungan tannin yang dapat ditemui disemua bagian tanaman jambu biji. Hal yang terkandung pada tanaman jambu biji ini yaitu asam oleonat, minyak atsiri, asam kratogolat, asam ursolat, asam psidiolat, asam guajaverin dan vitamin. Kalangan masyarakat sangat mengenal bahwa buah jambu biji kaya akan vitamin C yang berkhasiat sebagai antioksidan dan meningkatkan daya tahan tubuh sehingga buah jambu biji mampu menjadi obat untuk penyembuhan penyakit. Penyakit yang dapat diobati atau dapat dihindari dengan mengkonsumsi jambu biji merah yaitu diabetes, diare, dan mampu menurunkan kolesterol (Norlita & KN, 2017).

Jambu biji mengandung tannin yang menimbulkan rasa sepat pada buah, namun bermanfaat memperlancar sistem pencernaan dan sirkulasi darah serta menyerang infeksi. Hasil pengecekan kandungan buah jambu biji merah didapatkan hasil bahwa jambu biji merah berfungsi dalam meningkatkan keteraturan denyut jantung, mengaktifkan kontraksi otot, dan mampu mengatur pengiriman zat-zat gizi ke sel tubuh, serta menurunkan kadar kolestrol dan tekanan darah tinggi (Suwardana, 2021).

Menurut Direktorat Jenderal Hortikultura (2017), komposisi kimia dalam 100 gram buah jambu biji merah yang terlihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kandungan Jambu Biji

No.	Kandungan	Jumlah
1.	Air	86 gram
2.	Kalori	49 kal
3.	Karbohidrat	12,2 gram
4.	Kalsium	14 mg
5.	Vitamin A	25 SI
6.	Vitamin B1	0,02 mg
7.	Vitamin C	87 mg

Sumber : Direktorat Jenderal Hortikultura, (2017)

Jambu biji dapat dikonsumsi langsung maupun dengan pengolahan seperti dalam berbentuk minuman seperti jus. Bagian lain yang dapat dimanfaatkan dalam tanaman jambu biji yaitu pada kulit, daun, serta akan pada tanaman jambu biji. Bagian ini berfungsi dalam kesehatan untuk menyembuhkan dan mencegah beberapa penyakit seperti obat menyembuhkan penyakit disentri, sariawan, kurap, keputihan, diare, pingsan, radang lambung, kulit terbakar sinar matahari, dan peradangan mulut, serta gusi bengkak (Ambarsari *et al.*, 2007).



Gambar 2. Hasil Pengolahan Jambu Biji Merah

Sumber: (Ambarsari *et al.*, 2007)

2.4 Precooling

Precooling atau pra-pendinginan adalah metode cepat untuk memindahkan panas lapang (*field heat*) ke suhu yang mendekati suhu penyimpanan yang tepat dan

merupakan langkah awal untuk memperlambat proses biologis yang dapat menurunkan kualitas produk. *Precooling* berkaitan dengan pendinginan selama proses penanganan, memberikan rantai dingin untuk mengoptimalkan penyimpanan dan pengendalian penyakit serta hama (Awanis, 2013).

Ardi (2016), menjelaskan bahwa pendinginan dapat mengurangi jumlah air yang hilang melalui transpirasi dan menurunkan kepekaan terhadap serangan mikroba. Pendinginan dilakukan dengan tujuan menghilangkan kotoran serta debu yang ada pada sayuran setelah dipanen, selain itu juga menurunkan suhu agar tidak merusak kualitas sayuran setelah panen. Menurut (Azaria, 2021), ada beberapa metode pendinginan (*Precooling*) yaitu :

1. Pendinginan Kamar (*room cooling*)

Room cooling ini umumnya dilakukan di dalam ruang pendingin dengan udara dingin dimana produk disimpan dalam kotak karton atau peti atau kemasan lain. Laju udara harus diatur dalam metode ini minimal 60 meter per menit agar pendinginan berlangsung dengan baik. Namun pendinginan kamar ini tidak cocok untuk produk yang mudah rusak karena bekerja relatif lambat.

2. Pendinginan dengan udara bertekanan (*forced air cooling*)

Forced air cooling dilakukan dengan menggunakan udara dingin dengan cara menarik udara dingin tersebut melalui pengemas dan peti-peti yang men genai produk yang didinginkan secara langsung. Dengan menggunakan metode ini proses pendinginan bahan hanya memerlukan waktu kurang lebih $\frac{1}{4}$ sampai $\frac{1}{10}$ dari lama waktunya pendinginan kamar.

3. Pendinginan hidro (*hydrocooling*)

Hydrocooling dilakukan dengan menggunakan air sebagai media pemindah panas. Metode ini menjadi cara yang cepat untuk digunakan dalam pendinginan produk segar. Penggunaan air yang suhunya diatur mendekati 0°C dan air yang kontak langsung dengan sebagian besar permukaan bahan membuat pendinginan bekerja lebih cepat.

4. Pendinginan kontak dengan es

Pendinginan dengan metode ini dilakukan dalam proses pengangkutan.

Penggunaan es secara langsung dilakukan untuk mempertahankan suhu selama proses pengangkutan untuk pendinginan awal pada buah dan sayuran. Produk yang mudah rusak seperti sayuran daun biasanya menggunakan metode ini.

5. Pendinginan vakum

Pendinginan vakum ini dilakukan dengan cara menguapkan sebagian air dengan tekanan rendah. Produk yang cocok menggunakan pendinginan vakum adalah sayur daun, wortel, jagung manis, kubis bunga, cabai, seledri, jamur merang, asparagus dan lainnya. Pendinginan vakum ini bisa bekerja secepat pendinginan hidro.

Gomes *et al.* (2023), memaparkan bahwa lama waktu perendaman *hydrocooling* 10 dan 20 menit paling efektif untuk konservasi sayur dan buah karena dapat menekan laju respirasi dan degradasi senyawa bioaktif yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa perlakuan dan perlakuan yang diberi pendinginan pada suhu rendah. Oleh karena itu penerapan teknik ini dapat menjamin keawetan dari sayur dan buah hingga hari ke sepuluh penyimpanan. Sehingga terbukti untuk menjadi cara yang efisien untuk memperpanjang umur simpan.

2.5 Pengemasan

Kegiatan pengemasan berfungsi sebagai mencegah atau mengurangi kerusakan selama proses transportasi dan penyimpanan sehingga mampu mencegah atau mengurangi serangan mikroba dan serangga agar tetap dalam keadaan tetap bersih. Proses pengemasan ini menjaga buah agar tidak memar, lecet, pecah, belah, penyok, rusak oleh cahaya dan tindakan lain yang merusak langsung ke buah. Sebelum melakukan pengemasan, sebelumnya buah harus dalam keadaan bersih dan bebas dari kotoran atau melalui proses pencucian terlebih dahulu agar saat proses pengemasan benar mampu menjaga butu buah selama penyimpanan (Sampurno, 2006) .

Plastik merupakan salah satu jenis bahan pengemas yang terbuat dari bahan baku alami seperti minyak bumi dan gas alam. Namun, selama pengembangan, bahan yang digunakan dalam pembuatan plastik telah digantikan oleh bahan sintesis yang dapat dipolimerisasi, dilaminasi, dan diekstrusi untuk mencapai sifat plastik yang diinginkan. Jenis kemasan plastik yang paling umum adalah polietilena, polipropilena,

poliester, nilon, bungkus plastik, dan plastik vinil (Indrasari, 2009).

Polypropylene adalah jenis plastik olefin, polimer propilena. Jenis plastik ini telah dikembangkan sejak tahun 1950 dengan berbagai nama dagang, termasuk: Contoh: *bexpHane*, *dynafilm*, *luparen*, *escon*, *olefane*, *pro fax*. Plastik propilena diproduksi melalui polimerisasi propilena. Tipe plastik ini lebih keras, lebih berkilau, lebih kuat, dan lebih stabil pada suhu tinggi daripada polietilena, memiliki ketahanan minyak yang sangat baik, permeabilitas uap air rendah, permeabilitas gas sedang, dan titik leleh tinggi, yang mengurangi risiko kerusakan termal. *Polypropylene* memiliki massa jenis yang sangat rendah yaitu sekitar 0,9 g/cm³, mudah dibentuk, memiliki ketahanan abrasi yang baik, bersifat transparan, mengkilap, dan mempunyai permukaan yang halus (Nofriyanti, 2017).

Menurut Haifan (2017), pemakaian kemasan pada buah dapat menurunkan tingkat respirasi buah dan mengurangi kehilangan air akibat oleh transpirasi karena kemasan memiliki permeabilitas yang rendah. Dengan kata lain, penggunaan kemasan mampu memperpanjang masa simpan dan menjaga kualitas buah karena kemasan dapat mengurangi proses respirasi dan transpirasi. Menurut (Dumadi, 2001) penyimpanan dengan menggunakan plastik *wrapping* dapat memperpanjang masa simpan pisang '*Cavendish*'. Penggunaan kemasan juga berpengaruh terhadap penghambatan susut bobot, total padatan terlarut (TSS) dan indeks pembusukan pada buah. (Saraslifah *et al.*, 2016) menjelaskan pada penelitiannya bahwa plastik *wrapping* mampu menahan mutu jambu kristal selama proses penyimpanan. (Nofriyanti, 2017) dalam penelitiannya juga mendapatkan bahwa penggunaan plastik *wrapping* sangat baik digunakan dalam penyimpanan jambu biji karena dapat mempertahankan mutu jambu biji dibandingkan dengan plastik lainnya yang dilakukan pengujian.

2.5 Ozon

Ozon merupakan salah satu usaha dalam pengawetan makanan. Fungsi lain ozon yaitu mampu menghilangkan bau, menghilangkan kotoran, menghilangkan warna, menjadi desinfektan dan mampu menghilangkan kandungan fungisida atau racun lain yang menempel pada makanan. Teknologi yang telah dikembangkan untuk pengawetan makanan adalah ozon. Ozon dapat dimanfaatkan untuk mengolah air

limbah, mengurangi bau (*deodoration*), menghapus warna (*decoloration*), pengolahan makanan, sterilisasi peralatan medis, menghilangkan berbagai logam berat dan sisa pemakaian pestisida, serta berfungsi sebagai desinfektan untuk mengontrol mikroorganisme patogen yang menyebabkan kerusakan dengan tidak bisa digantikan oleh fungisida sintetis. (Teke *et al.*, 2014). Mekanisme ozon menghancurkan mikroorganisme dengan cara mengoksidasi dengan ikatan rangkap, gugus sulfhidril, dan cincin fenolik, reaksi ini mengakibatkan kerusakan sel dan kematian mikroorganisme (Purwadi *et al.*, 2007). (Kuswati *et al.*, 2020), menjelaskan juga pada hasil penelitiannya bahwa pemberian air berozon mampu mengurangi *chilling injury* sehingga dapat menambah umur simpan produk hortikultura.

Asgar *et al.* (2015), menyatakan bahwa ozon bisa dimanfaatkan untuk perawatan pascapanen dan diterapkan dalam dua bentuk yaitu gas (ozon di udara) atau larutan (ozon dalam air). Ozon yang terdapat dalam air akan menyebabkan reaksi dekomposisi ozon yang merupakan penguraian ozon menjadi radikal hidroksil. Ozon yang bereaksi dengan hidrogen peroksida memproduksi superoksida yang merupakan faktor penting dalam pembentukan radikal bebas. Ozon kemudian berinteraksi dengan radikal superoksida dan menghasilkan radikal ozonida. Radikal ozonida inilah yang kemudian akan berubah menjadi radikal hidroksil ketika bereaksi dengan ozon. Partikel radikal hidroksil ialah radikal bebas yang merusak secara perlahan. Ozon yang bereaksi dengan makanan dapat menonaktifkan enzim metabolisme untuk proses respirasi. Ozon dalam air menghasilkan H_2O_2 yang akan menyerap ke dalam buah. Selanjutnya, hidrogen peroksida itu mengoksidasi dinding sel dan menonaktifkan proses metabolisme sehingga dapat menghambat respirasi. Keunggulan ozon dalam pengawetan makanan adalah bahwa zat berbahaya yang terbentuk dari reaksi kimia dapat dihambat oleh partikel karbonat yang dihasilkan oleh ozon ketika berinteraksi dengan air, sehingga buah yang dibersihkan dengan air berozon tetap aman untuk dimakan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan November 2023 hingga bulan Januari 2024. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (LTPPHP) Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat ozon, *box styrofoam*, termometer, timbangan digital, *force gauge*, cawan petri, oven, gelas ukur, *ice pack aluminium foil*, dan wadah plastik. Sedangkan bahan yang digunakan adalah jambu biji merah varietas getas merah sebanyak 162 buah.

3.3 Metode Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitiannya yaitu terdiri dari persiapan bahan dan prosedur penelitian, yang dijelaskan sebagai berikut :

3.3.1 Persiapan Bahan

Bahan pada penelitian ini yaitu jambu biji varietas getas di Agrowisata Ariza Farm, Korong Panggie-Panggie, Nagari Limpato, Kec. VII Koto Sungai Sariak, Kab. Padang Pariaman. Tingkat kematangan yang digunakan yaitu tingkat kematangan setengah matang, dengan 70% sudah berwarna kuning. Hasil tingkat pematangan yang digunakan sesuai kriteria kelas A menurut SNI yaitu cacat buah hanya goresan kecil pada permukaan buah dan tidak merusak daging buah jambu biji merah (Badan Standardisasi Nasional, 2009) Berat jambu biji merah yang digunakan 200 - 250 gram atau dalam pengisian 1 kg berisi 4 - 5 buah.

3.3.2 Prosedur Penelitian

Jambu biji yang sudah dipanen di Padang Pariaman dibawa ke Laboratorium TPPHP UNAND untuk dilanjutkan proses penelitian. Selanjutnya dilakukan proses penyortiran dan pembersihan jambu biji. Perlakuan pada penelitian ini yaitu kontrol (tanpa *precooling*), penundaan *precooling* menggunakan air tanpa ozon dan penundaan *precooling* menggunakan air dengan ozon. Penundaan *precooling* jambu biji merah dilakukan selama 3 jam karena waktu mulai panen dari lahan sampai proses *precooling* menghabiskan waktu selama 3 jam. Setelah penundaan selama 3 jam, jambu biji merah dilakukan pembagian sesuai dengan perlakuan. Pada perlakuan *precooling*, jambu biji merah di rendam dalam air suhu 10-12°C selama 20 menit yang mengacu pada penelitian (Azaria, 2021). Pada perlakuan penundaan *precooling* menggunakan air dengan ozon jambu biji merah direndam pada media air yang telah diberi ozon selama 20 menit.

Setelah jambu biji merah selesai dilakukan perlakuan, maka dilanjutkan dengan pengemasan buah menggunakan *wrapping* dan diberikan label sesuai dengan perlakuan dan suhu penyimpanan. Hasil pra penelitian memperlihatkan bahwa penggunaan plastik *wrapping* lebih baik dibandingkan dengan plastik PP. Hal ini yang menjadi alasan menggunakan plastik *wrapping* dalam penyimpanan jambu biji. Sejalan dengan penelitian yang dilaporkan (Kuswati *et al.*, 2020) yang menjelaskan bahwa plastik *wrapping* mampu menahan mutu jambu selama proses penyimpanan, lebih efektif dan baik dibandingkan dengan penggunaan jenis plastik lainnya.

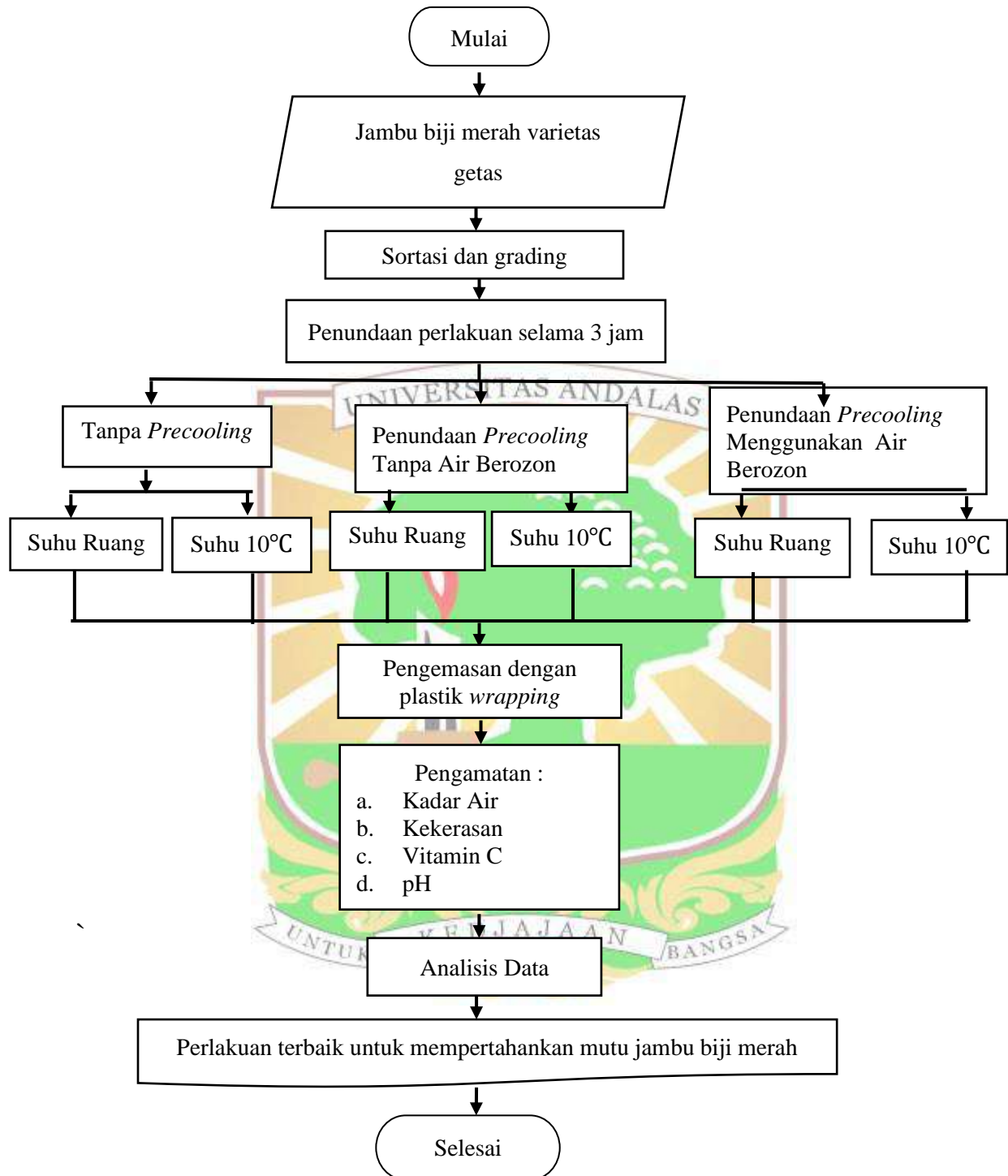
Selanjutnya, suhu penyimpanan pada penelitian ini menggunakan suhu ruang dan suhu 10°C. (Azaria, 2021), menjelaskan bahwa penyimpanan pada suhu dingin (10 °C hingga 12 °C) merupakan salah satu metode penyimpanan terbaik dalam mengurangi kehilangan nutrisi setelah pascapanen serta dapat memperpanjang umur simpan produk. Hasil pra penelitian memperlihatkan bahwa penyimpanan buah jambu biji pada suhu 10°C mampu menjaga kualitas jambu biji merah yang diperlihatkan dengan lambatnya kerusakan yang terjadi pada buah jambu biji, kemudian dilakukan perendaman selama 20 menit (Gomes *et al.*, 2023). Setelah jambu biji merah dilakukan proses perendaman disetiap perlakuan, lalu dilakukan pengemasan dengan plastik

wrapping dan diberikan label sesuai dengan perlakuan dan suhu penyimpanan. Ketahanan jambu pada setiap perlakuan dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Selama proses penyimpanan pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi kadar air, vitamin C, kekerasan dan pH. Pengamatan pada setiap perlakuan dilakukan setiap 2 hari sekali dengan 3 kali ulangan hingga jambu biji merah mengalami pembusukan atau sampai hari ke-16. Hal ini dilakukan untuk perlakuan pada penyimpanan suhu dingin dan suhu ruang. Perlakuan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4 dan diagram alir pada gambar 3, sebagai berikut :

Tabel 3. Perlakuan Penelitian

No	Perlakuan	Pengulangan	Label pada Suhu Ruang	Label pada Suhu 10°C
1.	Tanpa <i>Precooling</i>	Ulangan 1	A0R1	A0D1
		Ulangan 2	A0R2	A0D2
		Ulangan 3	A0R3	A0D3
2.	Penundaan <i>Precooling</i> dengan menggunakan air tanpa ozon	Ulangan 1	A1R1	A1D1
		Ulangan 2	A1R2	A1D2
		Ulangan 3	A1R3	A1D3
3.	Penundaan <i>Precooling</i> dengan menggunakan air berozon	Ulangan 1	A2R1	A2D1
		Ulangan 2	A2R2	A2D2
		Ulangan 3	A2R3	A2D3



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3.3.3 Hasil Pra-Penelitian

Tabel 4. Hasil Pra penelitian dari perlakuan Penundaan *precooling*

No	Perlakuan	Pengulangan	Suhu Ruang	Suhu 10°C
1.	Tanpa <i>precooling</i>	Ulangan 1	3 Hari	5 Hari
		Ulangan 2	3 Hari	5 Hari
		Ulangan 3	3 Hari	5 Hari
2.	Penundaan <i>precooling</i> tanpa air berozon	Ulangan 1	7 Hari	12 Hari
		Ulangan 2	7 Hari	12 Hari
		Ulangan 3	7 Hari	12 Hari
3.	Penundaan <i>precooling</i> menggunakan air berozon	Ulangan 1	10 Hari	14 Hari
		Ulangan 2	10 Hari	14 Hari
		Ulangan 3	10 Hari	14 Hari

3.4 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu kadar air, kekerasan, vitamin C dan pH sebagai berikut:

3.4.1 Kadar Air (Horwitz, 2005)

Kadar air jambu biji merah diukur dengan cara mengeringkan bahan 10 gram di dalam oven dengan suhu 105°C hingga kadar air konstan. Pengambilan data kadar air menggunakan timbangan dan oven. Pengambilan pengamatan kadar air dilakukan 2 hari sekali sebanyak 9 kali hingga hari ke 16. Kadar air konstan jambu biji merah yang baik dijelaskan oleh (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2017) yaitu bernilai 80% hingga 88%. Pengukuran kadar air hasil produk pertanian biasanya dilakukan dengan perhitungan kadar air basis basah yang dapat dijelaskan dengan perhitungan sebagai berikut:

Persamaan 1 berikut.

$$M = \frac{b-c}{b-a} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

M = Kadar air (%)

a = Berat cawan (g)

b = Berat cawan ditambah berat sampel sebelum di oven (g)

c = Berat cawan ditambah berat sampel setelah di oven (g)

3.4.2 Kekerasan (Ifmalinda & Windasari, 2018)

Pengukuran kekerasan pada jambu biji merah dengan menggunakan alat *force gauge*. Pengambilan nilai kekerasan yaitu pada bagian pangkal, tengah, serta ujung jambu biji merah. Pengamatan ini dilakukan setiap 2 hari sekali selama 16 hari. Atau sampai uah tidak layak. Pengambilan data ini dilakukan sebanyak 3 kali dan dirata-ratakan dengan rumus, sebagai berikut:

$$P = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Besarnya nilai A dapat dihitung dengan persamaan (3) sebagai berikut :

$$A = \pi \times r \times s \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

P = Tekanan (N/cm² atau Pa)

F= Gaya tekan yang terbaca pada *force gauge* (N)

A= Luas penampang penekan (cm²)

r= Jari-jari *probe*

s=Garis Juring (s)

3.4.3 Vitamin C (Wati Pade, 2019)

Perhitungan kadar vitamin C ini menggunakan metode titrasi. Metode titrasi dilakukan dengan menimbang jambu biji merah sebanyak 10 gram untuk dihaluskan. Bahan yang halus di masukkan ke dalam labu ukur ukuran 250 ml dengan penambahan aquades hingga penuh sampai batas 250 ml. Larutan diaduk hingga tercampur kemudian dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring, ambil 25 ml larutan yang telah disaring dan masukkan ke dalam erlenmeyer ukuran 125 ml. Tahap akhir yaitu penambahan 1 ml indikator amilum 1% pada larutan dan titrasi dengan iodium 0,01 N hingga berubah warna menjadi biru dengan waktu 10 detik. Pengamatan uji vitamin C dilakukan 2 hari sekali. Persamaan 4 untuk menghitung

$$Vitamin\ C = \frac{0,88mg \times V \times N \times PP}{mg\ sampel} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

0,88 = Ketetapan

V = Volume titrasi (T_{akhir} – T_{awal})

N = Normalisasi iod (0,01)

PP = Faktor pengenceran (10)

3.4.4 pH Larutan (Eutech., 2019)

Alat pH yang digunakan pada penelitian ini Eutech Oakton TDSTestr 11 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Nama : Eutech Oakton TDSTestr 11

Kisaran pH : 1,000 hingga 15,00

Resolusi : 0,01

Ketepatan : 2001 hal

Jumlah Titik Kalibrasi : hingga 1 poin

Opsi penyangga pH : Amerika Serikat- pH 401.7.001 15.01, NIST -40161118

Layar LCD : tampilan ganda dengan indikator baterai, pesan kesalahan

Fungsi khusus : Layar ganda besar, fungsi tahan diagnostik mandiri daya mati otomatis setelah 5 menit

Kekuatan : 4 baterai kancing alkaaaline 1,5V500

Setelah selesai, alat sensor dibersihkan menggunakan tisu bebas serat. Pengukuran pH dilakukan secara periodik setiap dua hari sekali dengan 3 kali ulangan bersamaan dengan pengamatan lainnya.

3.5 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan *software* R Studio untuk melakukan analisis sidik ragam RAL Faktorial. Faktor perlakuan yang dilakukan yaitu jambu biji tanpa *precooling*, penundaan *precooling* menggunakan air tanpa ozon dan penundaan *precooling* menggunakan air berozon yang disimpan pada perlakuan dua suhu yaitu pada suhu ruang dan suhu dingin (10°C). Masing-masing faktor perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan. Data diolah dengan hipotesis sebagai berikut.

1. Faktor 1 : Penundaan *precooling*

H0 = Tidak adanya pengaruh dari perlakuan penundaan *precooling* terhadap mutu buah jambu biji merah selama proses penyimpanan.

H1 =Adanya pengaruh dari perlakuan penundaan *precooling* terhadap mutu

buah jambu biji merah selama proses penyimpanan.

2. Faktor 2 : Suhu penyimpanan

H₀ = Tidak adanya pengaruh suhu penyimpanan terhadap mutu buah jambu biji merah selama proses penyimpanan.

H₁ = Adanya pengaruh suhu penyimpanan terhadap mutu buah jambu biji merah selama proses penyimpanan.

3. Interaksi faktor 1 (penundaan *precooling*) dengan faktor 2 (suhu penyimpanan).

H₀ = Tidak adanya pengaruh interaksi antara faktor 1 (penundaan *precooling*) dengan faktor 2 (suhu penyimpanan) terhadap mutu buah jambu biji merah selama proses penyimpanan.

H₁ = Adanya pengaruh interaksi antara faktor 1 (penundaan *precooling*) dengan faktor 2 (suhu penyimpanan) terhadap mutu buah jambu biji merah selama proses penyimpanan.

Uji analisis ANOVA memiliki ketentuan sebagai berikut :

1. Jika $\text{sig} > 0,05$ maka tidak ada pengaruh perlakuan penundaan *precooling* dan suhu terhadap mutu buah jambu biji merah yang disimpan pada suhu ruang dan suhu dingin (10°C) terhadap kadar air, vitamin C, kekerasan dan pH pada jambu biji merah selama proses penyimpanan. Maka H₀ diterima dan H₁ ditolak.
2. Jika $\text{sig} < 0,05$ maka ada pengaruh pada perlakuan penundaan *precooling* dan suhu terhadap mutu buah jambu biji merah yang disimpan pada suhu ruang dan suhu dingin (10°C) terhadap kadar air, vitamin C, kekerasan dan pH pada jambu biji merah selama proses penyimpanan. Maka H₀ ditolak dan H₁ diterima dan dilanjutkan *Uji Duncan*.

Keterangan hasil uji signifikan :

(*)=signifikan

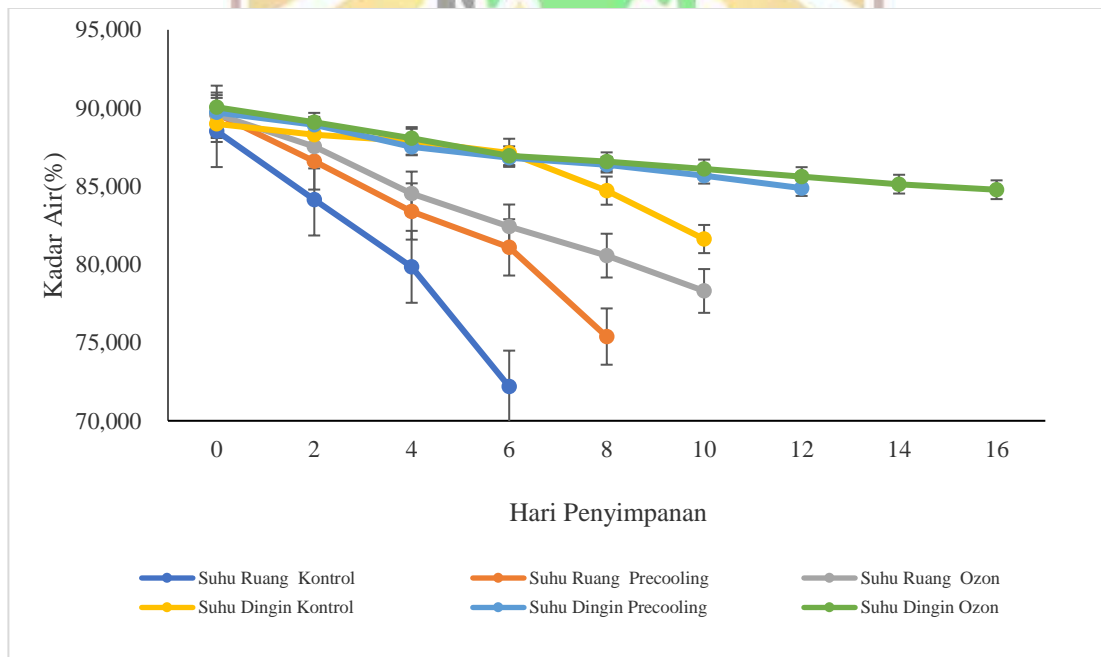
(**)=sangat signifikan

(***)=sangat-sangat signifikan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Air

Kadar air adalah jumlah air yang ada dalam suatu bahan makanan yang dinyatakan dalam persentase (%). Penentuan kadar air didasarkan pada selisih perbedaan berat sampel sebelum dan setelah proses pengeringan. Kandungan air menjadi salah satu faktor penentu mutu suatu bahan, terutama pada bahan makanan, karena berpengaruh besar terhadap kualitas dan daya tahan. Selain itu, kadar air juga memiliki peran penting dalam proses pengolahan dan penyebaran bahan, menjamin penanganan yang tepat. Penentuan kandungan air dalam bahan suatu bahan dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti pengeringan (menggunakan oven biasa), destilasi, metode kimia, dan metode khusus. Kandungan air dalam bahan makanan juga berpengaruh pada kesegaran dan umur simpan bahan makanan, kadar air yang tinggi menyebabkan bakteri, jamur, dan ragi dapat berkembang dengan cepat sehingga akan terjadi perubahan kualitas. Hasil kadar air dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4 berikut dan data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 4. Kadar Air

Berdasarkan nilai kadar air pada Gambar 4 terlihat bahwa hasil nilai kadar air yang didapatkan pada setiap perlakuan yang dilakukan mengalami penurunan setiap harinya. Penurunan yang paling drastis terdapat pada penyimpanan pada suhu ruang dengan perlakuan tanpa *precooling*. Kadar air yang mengalami penurunan secara lambat terlihat pada perlakuan suhu dingin atau pada suhu 10°C dengan penundaan *precooling* menggunakan air berozon. Nilai ini sejalan dengan penelitianyan (Setiasih *et al.*, 2019) menjelaskan bahwa pengaruh ozon pada buah mampu mempertahankan kadar air dari buah dan mengalami penurunan secara perlahan-lahan hingga hari pembusukan.

Nilai kadar air yang baik untuk jambu biji merah dijelaskan oleh (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2017), yaitu berkisar antara 80% hingga 88%. Lebih lanjut, jambu biji merah dikatakan memiliki kadar air tinggi jika di dalam 100 gram buah terkandung antara 86% hingga 90% air. Kadar air awal jambu biji merah dalam penelitian ini berada pada rentang nilai yang baik dan sesuai dengan harapan, yaitu dengan rata-rata $88,540\% \pm 1,806$ (SD) untuk perlakuan penundaan *precooling* menggunakan air berozon pada suhu 10°C. Sedangkan kadar air di hari terakhir pengamatan, terlihat masih menunjukkan kadar air yang sesuai dengan nilai yang diinginkan, khususnya pada perlakuan penyimpanan pada suhu dingin (10°C). Pada suhu ruang, setiap perlakuan menunjukkan nilai kadar air yang mencapai sekitar 80%, dengan hasil yang didapatkan seperti, pada perlakuan tanpa *precooling* pada suhu 27°C yaitu $81,177\% \pm 6,962$, penundaan *precooling* tanpa air berozon pada suhu 27°C yaitu $85,172\% \pm 5,440$ dan penundaan *precooling* menggunakan air berozon pada suhu 27°C, yaitu $86,023\% \pm 4,257$.

Dengan adanya nilai rata-rata dan standar deviasi yang sesuai dengan data yang diinginkan, menunjukkan bahwa kadar air tetap dalam batas yang sesuai, meskipun ada penurunan pada suhu ruang. Hasil uji ANOVA kadar air pada penelitian ini yang terlihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil ANOVA Kadar Air

	<i>Df</i>	<i>Sum Sq</i>	<i>Mean Sq</i>	<i>F value</i>	<i>P (>F)</i>
Perlakuan <i>Precooling</i> (A)	2	27,476	13,738	108,315	2,091e-08***
Suhu Penyimpanan (B)	1	43,183	43,183	340,470	3,565e-10***
AB	2	12,675	6,337	49,966	1,518e-06***
Galat	12	1,522	0,127		

Keterangan : *** = sangat-sangat signifikan

Berdasarkan Tabel 5, hasil ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan *precooling*, suhu penyimpanan, dan interaksi antara keduanya memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar air jambu biji. Nilai P-Value untuk perlakuan *precooling* (A) adalah < 0,05, yang menunjukkan bahwa perlakuan penundaan *precooling* memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air, sehingga H₀ ditolak dan H₁ diterima. Selanjutnya, suhu penyimpanan juga berpengaruh signifikan terhadap kadar air, dengan P-Value < 0,05, yang menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu rendah (10°C) lebih baik dalam mempertahankan kadar air dibandingkan dengan suhu ruang (27°C).

Interaksi antara perlakuan penundaan *precooling* dan suhu penyimpanan juga berpengaruh signifikan, dengan P-Value < 0,05, yang berarti bahwa kombinasi perlakuan *precooling* dan suhu penyimpanan memengaruhi kadar air buah jambu biji secara nyata. Hasil ini dilanjutkan dengan Uji Duncan yang terlihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 6. Hasil Uji *Duncan* Perlakuan Penundaan *Precooling* terhadap Kadar Air

Perlakuan <i>Precooling</i>	Kadar Air(%)+SD	Huruf
Penundaan <i>precooling</i> menggunakan air berozon	86,023 ± 4,257	A
Penundaan <i>precooling</i> tanpa air berozon	85,172 ± 5,440	B
Tanpa <i>Precooling</i>	81,177 ± 6,962	C

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan nilai tidak berbeda nyata

Berdasarkan Tabel 6. Hasil Uji *Duncan* menunjukkan bahwa perlakuan penundaan *precooling* memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar air jambu biji, yang terbagi dalam tiga subset yang berbeda. Nilai kadar air rata-rata tertinggi, yaitu

86,023%, pada perlakuan penundaan *precooling* menggunakan air berozon, yang tergolong dalam subset pertama dengan huruf "A". Perlakuan penundaan *precooling* tanpa air berozon menghasilkan kadar air rata-rata 85,172%, yang tergolong dalam subset kedua dengan huruf "B". Sedangkan, perlakuan tanpa *precooling* menghasilkan kadar air terendah, yaitu 81,177%, yang termasuk dalam subset ketiga dengan huruf "C".

Tabel 7. Hasil Uji *Duncan* Suhu Penyimpanan terhadap Kadar Air

Perlakuan <i>Precooling</i>	Kadar Air(%) \pm SD	Huruf
Suhu Penyimpanan (10°C)	88,246 \pm 1,730	A
Suhu Penyimpanan (27°C)	88,075 \pm 1,458	B

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan nilai tidak berbeda secara nyata

Berdasarkan Tabel 7. Hasil uji *Duncan* menunjukkan adanya pengaruh signifikan suhu penyimpanan terhadap kadar air jambu biji, yang terbagi dalam dua subset yang berbeda. Pada suhu 10°C, kadar air rata-rata tercatat sebesar 88,246%, yang tergolong dalam subset pertama dengan huruf "A". Sebaliknya, pada suhu 27°C, kadar air rata-rata tercatat sebesar 88,075%, yang termasuk dalam subset kedua dengan huruf "B". Perbedaan antara kedua subset ini menunjukkan bahwa suhu penyimpanan memiliki pengaruh nyata terhadap kadar air buah jambu biji, dengan suhu 10°C lebih efektif dalam mempertahankan kadar air dibandingkan suhu 27°C selama proses penyimpanan.

Tabel 8. Hasil Uji *Duncan* Interaksi Perlakuan Penundaan *Precooling* dan Suhu Penyimpanan terhadap Kadar Air

Perlakuan Penundaan <i>Precooling</i>	Kadar Air(%) \pm S D	Huruf
Penundaan <i>precooling</i> dan air berozon: suhu 10°C	88,540 \pm 1,806	A
Penundaan <i>Precooling</i> tanpa air berozon : suhu 10°C	88,246 \pm 1,730	A
Tanpa <i>Precooling</i> : suhu 10°C	88,075 \pm 2,781	B
Penundaan <i>precooling</i> dan air berozon: suhu 27°C	86,023 \pm 4,257	A
Penundaan <i>Precooling</i> tanpa air berozon : suhu 27°C	85,172 \pm 5,440	B
Tanpa <i>Precooling</i> : suhu 27°C	81,177 \pm 6,962	B

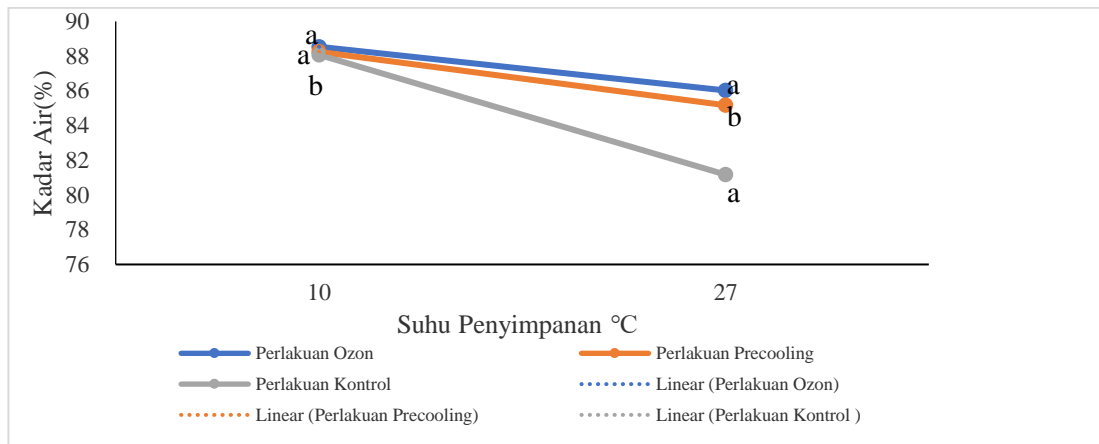
Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan nilai tidak berbeda secara nyata

Berdasarkan Tabel 8. Hasil Uji *Duncan* menunjukkan adanya interaksi yang signifikan antara perlakuan penundaan *precooling* dan suhu penyimpanan terhadap kadar air jambu biji. Pada suhu 10°C, perlakuan penundaan *precooling* menggunakan air berozon dan penundaan *precooling* tanpa air berozon menghasilkan kadar air yang tidak berbeda secara signifikan, masing-masing dengan rata-rata 88,540%, yang tergolong dalam subset yang sama dengan huruf "A". Perlakuan tanpa *precooling* pada suhu 10°C menghasilkan kadar air sedikit lebih rendah, yaitu 88,075%, dan tergolong dalam subset yang berbeda dengan huruf "B".

Pada suhu 27°C, perlakuan penundaan *precooling* menggunakan air berozon menghasilkan kadar air sebesar 86,023%, yang tergolong dalam subset pertama dengan huruf "A". Perlakuan penundaan *precooling* tanpa air berozon dan tanpa *precooling* menghasilkan kadar air yang sedikit lebih rendah, yaitu 85,172% dan tidak terhitung secara jelas, keduanya tergolong dalam subset yang berbeda dengan huruf "B". Interaksi ini menunjukkan bahwa suhu penyimpanan dan perlakuan penundaan *precooling* memiliki pengaruh yang saling berhubungan dalam mempertahankan kadar air pada jambu biji, dengan perlakuan penundaan *precooling* menggunakan air berozon yang lebih efektif pada suhu 10°C.

Standar deviasi yang lebih besar pada perlakuan tanpa *precooling* di suhu 10°C mengindikasikan variasi data yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, yang mungkin disebabkan oleh faktor-faktor lingkungan yang tidak terkontrol pada tanpa *precooling*.

Berikut grafik interaksi penundaan *precooling* dengan suhu penyimpanan nilai kadar air jambu biji yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Interaksi Suhu dengan Kadar Air

Berdasarkan Gambar 5. Menunjukkan suhu 10 °C, perlakuan penundaan *precooling* menggunakan air berozon dan penundaan *precooling* tanpa air berozon menghasilkan kadar air yang lebih tinggi (88,540%) dan tidak berbeda signifikan satu sama lain, dibandingkan dengan perlakuan tanpa *precooling* yang menghasilkan kadar air sedikit lebih rendah (88,246%). Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu rendah, baik aplikasi ozon maupun *precooling* memberikan efek positif dalam mempertahankan kadar air.

Sebaliknya, pada suhu 27°C, perlakuan penundaan *precooling* menggunakan air berozon menunjukkan kadar air yang lebih tinggi (86,023%) dibandingkan dengan perlakuan tanpa air berozon (85,127%) dan tanpa *precooling* yang tidak terhitung secara jelas. Pada suhu ini, perlakuan ozon lebih efektif dalam mempertahankan kadar air. Interaksi yang teramati ini menunjukkan bahwa suhu penyimpanan dan perlakuan *precooling* memiliki pengaruh yang saling berhubungan dalam mempertahankan kadar air pada jambu biji.

Perlakuan ozon lebih efektif pada suhu yang lebih tinggi, namun secara keseluruhan, suhu 10°C ternyata lebih efektif dalam mempertahankan kadar air pada semua perlakuan dibandingkan suhu 27°C. Ozon memiliki efek antimikroba yang dapat mengurangi pembusukan dan mempertahankan kualitas produk (Taiye Mustapha *et al.*, 2020). Oleh karena itu, pemilihan perlakuan *precooling* yang tepat harus mempertimbangkan interaksi dengan suhu penyimpanan untuk memaksimalkan

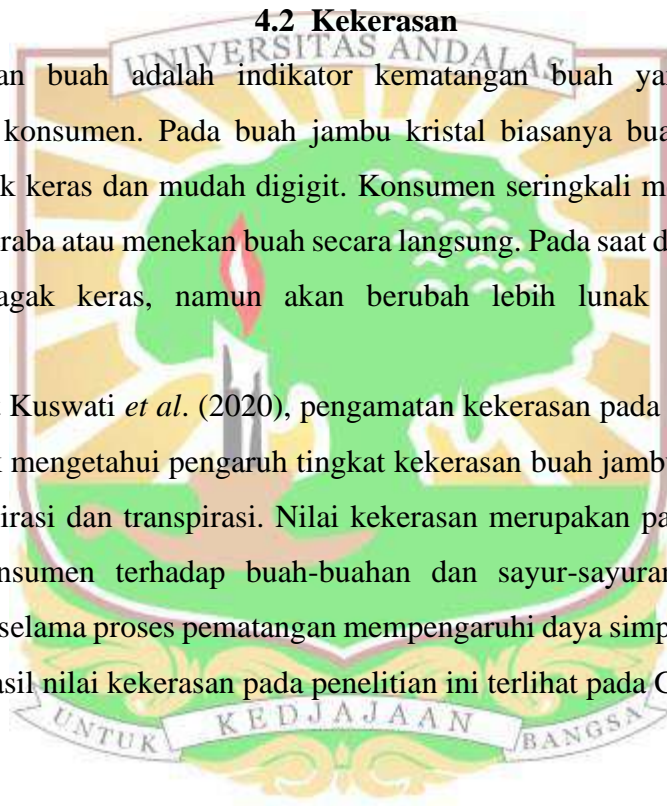
efektivitasnya dalam mempertahankan kualitas produk.

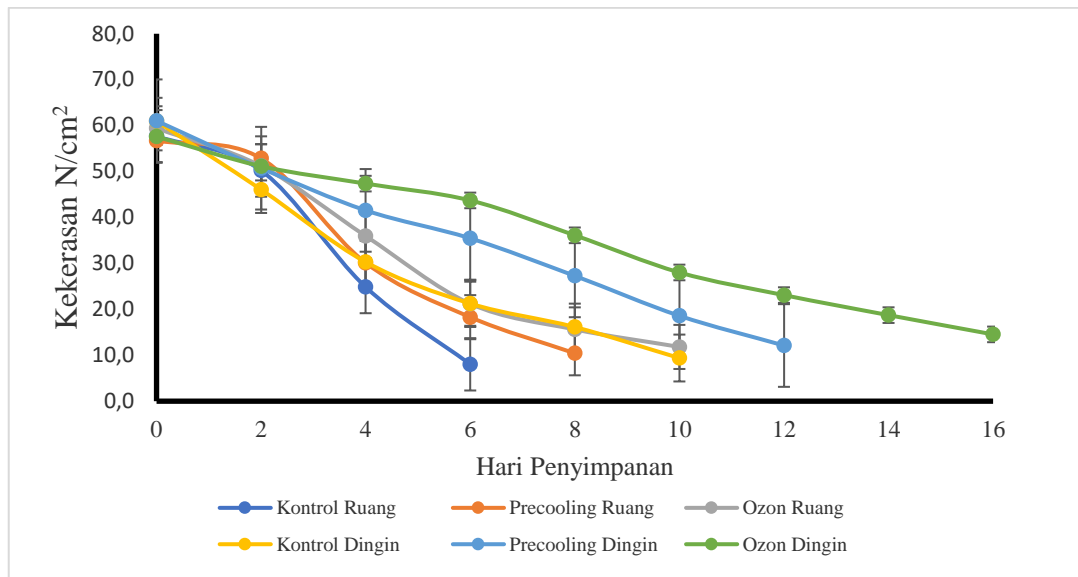
Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan *precooling*, suhu penyimpanan, dan interaksinya memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar air jambu biji. Perlakuan ozon dan suhu penyimpanan rendah (10°C) lebih efektif dalam mempertahankan kadar air dibandingkan dengan perlakuan lain dan suhu ruang. Oleh karena itu, kombinasi perlakuan *precooling* yang tepat dan suhu penyimpanan yang sesuai dapat memaksimalkan kualitas penyimpanan buah jambu biji.

4.2 Kekerasan

Kekerasan buah adalah indikator kematangan buah yang paling mudah dilakukan oleh konsumen. Pada buah jambu kristal biasanya buah yang telah siap dikonsumsi tidak keras dan mudah digigit. Konsumen seringkali mengukur kekerasan buah dengan meraba atau menekan buah secara langsung. Pada saat dipanen buah jambu kristal relatif agak keras, namun akan berubah lebih lunak setelah dilakukan penyimpanan.

Menurut Kuswati *et al.* (2020), pengamatan kekerasan pada buah jambu kristal dilakukan untuk mengetahui pengaruh tingkat kekerasan buah jambu biji kristal akibat dari proses respirasi dan transpirasi. Nilai kekerasan merupakan parameter dalam hal penerimaan konsumen terhadap buah-buahan dan sayur-sayuran, dimana tingkat kekerasan buah selama proses pematangan mempengaruhi daya simpan dan penyebaran kontaminasi. Hasil nilai kekerasan pada penelitian ini terlihat pada Gambar 6 berikut.





Gambar 6. Kekerasan

Berdasarkan Gambar 6. Menunjukkan bahwa nilai kekerasan buah jambu biji mengalami penurunan selama masa penyimpanan hingga mencapai tingkat kebusukan. Penurunan kekerasan paling cepat terjadi pada buah yang disimpan pada suhu ruang (27°C) tanpa perlakuan *precooling*. Sebaliknya, buah yang diberi perlakuan penundaan *precooling* menggunakan air berozon dan disimpan pada suhu dingin (sekitar 10°C) menunjukkan penurunan kekerasan yang paling lambat, menandakan efektivitas ozon dalam mempertahankan kekerasan buah. Perlakuan ozon, baik pada suhu ruang maupun dingin, secara konsisten menghasilkan penurunan kekerasan yang lebih lambat dibandingkan kontrol, sejalan dengan penelitian Nayak *et al.* (2020) yang menunjukkan bahwa ozon dapat mempertahankan kekerasan buah. Penelitian lain juga melaporkan kemampuan ozon dalam menekan pertumbuhan jamur pada buah, mengindikasikan perannya dalam memperlambat pembusukan (Contigiani *et al.*, 2018).

Pengaruh suhu penyimpanan juga sangat signifikan. Penyimpanan pada suhu dingin secara konsisten menghasilkan penurunan kekerasan yang lebih lambat dibandingkan suhu ruang. Hal ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa penyimpanan dingin memperlambat proses pematangan dan penurunan kekerasan buah (Lestari, 2024). Data pada Gambar 6 menunjukkan bahwa pada awal penyimpanan (hari ke-0), nilai kekerasan antar perlakuan relatif mirip, dan perbedaan signifikan muncul

selama masa penyimpanan.

Kekerasan merupakan indikator penting kesegaran buah dan sayur, dipengaruhi oleh ketebalan kulit, kandungan total padatan terlarut, dan kandungan pati. Proses pematangan buah ditandai dengan peningkatan kelunakan Prasanna *et al.* (2007) dan penyimpanan dingin memperlambat proses ini. Dengan demikian, perlakuan *precooling* menggunakan air berozon dan penyimpanan dingin terbukti efektif dalam mempertahankan kekerasan buah jambu biji selama penyimpanan, dengan penyimpanan dingin memberikan efek yang lebih signifikan. Hasil uji ANOVA kekerasan pada jambu biji merah pada penelitian ini didapatkan seperti pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Hasil ANOVA Kekerasan

	<i>Df</i>	<i>Sum Sq</i>	<i>Mean Sq</i>	<i>F value</i>	<i>P (>F)</i>
Perlakuan					
<i>Precooling</i> (A)	2	75.84	37.92	75.556	0.0075197 **
Suhu					
Penyimpanan (B)	1	751.43.00	751.43.00	1.497.198	3.891e-08 ***
AB					
(Interaksi A dan B)	2	161.17.00	80.58.00	160.561	0.0004053 **
Galat	12	60.23.00	05.02		
Total	17				

Keterangan : **=sangat signifikan

***=sangat – sangat signifikan

Berdasarkan Tabel 9. Menunjukkan bahwa perlakuan *precooling* yang dilakukan sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan pada buah jambu biji. Hal ini terlihat dari hasil nilai P-Value yang dihasilkan $< 0,05$, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian, perlakuan *precooling*, khususnya pemberian perlakuan ozon pada buah jambu biji, terbukti mampu menjaga kekerasan buah jambu biji merah selama proses penyimpanan.

Selanjutnya, suhu penyimpanan juga menunjukkan pengaruh signifikan terhadap kekerasan jambu biji merah, dengan P-Value yang dihasilkan $< 0,05$, yang berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima. Penyimpanan pada suhu dingin (suhu 10°C) terbukti lebih efektif dalam menjaga kekerasan dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu ruang.

Hasil ini dilanjutkan dengan Uji *Duncan* yang terlihat pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Hasil Uji *Duncan* Perlakuan *Precooling* terhadap Kekerasan

Perlakuan <i>Precooling</i>	Kekerasan(N/cm ²) ±SD	Huruf
Penundaan <i>Precooling</i> dengan air berozon	48,9 ± 11,87	A
Penundaan <i>Precooling</i> tanpa air berozon	46,6 ± 14,39	B
Tanpa <i>Precooling</i>	44,3 ± 17,19	C

Berdasarkan hasil pada Tabel 10. Menunjukkan bahwa ada pengaruh signifikan antara perlakuan *precooling* terhadap kekerasan buah jambu biji merah, dengan terbentuknya tiga subset yang berbeda. Subset pertama adalah perlakuan *precooling* dengan ozon, yang menghasilkan kekerasan tertinggi (48,9 N/cm²), tergolong dalam subset dengan huruf "A". Subset kedua adalah perlakuan pascapanen dengan *precooling*, yang menghasilkan kekerasan sebesar 46,6 N/cm², tergolong dalam subset dengan huruf "B". Subset ketiga adalah perlakuan tanpa *precooling*, yang menghasilkan kekerasan terendah (44,3 N/cm²), tergolong dalam subset dengan huruf "C".

Perbedaan antara subset-subset ini menunjukkan bahwa perlakuan *precooling* memberikan pengaruh nyata terhadap kekerasan buah jambu biji selama proses penyimpanan, dengan perlakuan ozon menghasilkan kekerasan tertinggi, diikuti oleh perlakuan *precooling*, dan tanpa *precooling* menghasilkan kekerasan terendah.

Tabel 11. Hasil Uji *Duncan* Suhu Penyimpanan terhadap Kekerasan

Perlakuan <i>Precooling</i>	Kekerasan(N/cm ²)±SD	Huruf
Suhu Penyimpanan (10°C)	45,8 ± 15,30	A
Suhu Penyimpanan (27°C)	51,1 ± 9,81	B

Berdasarkan hasil pada Tabel 11. Terlihat bahwa ada pengaruh signifikan suhu penyimpanan terhadap kekerasan buah jambu biji merah, dengan terbentuknya dua subset yang berbeda. Subset pertama adalah suhu penyimpanan pada suhu 10°C, yang menghasilkan kekerasan sebesar 45,8 N/cm², tergolong dalam subset dengan huruf "a". Subset kedua adalah suhu penyimpanan pada suhu 27°C, yang menghasilkan kekerasan

lebih tinggi, yaitu 51,1 N/cm², tergolong dalam subset dengan huruf "b".

Perbedaan antara kedua subset ini menunjukkan bahwa suhu penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap kekerasan buah jambu biji merah selama proses penyimpanan, dengan suhu 27 °C menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan suhu 10°C.

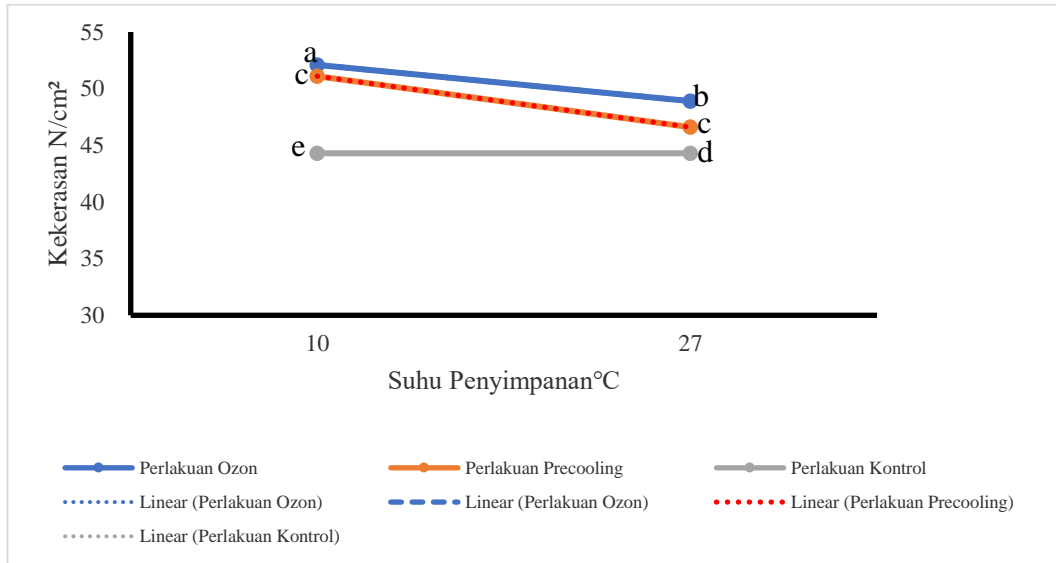
Tabel 12. Hasil Uji *Duncan* Interaksi Perlakuan *Precooling* dan Suhu Penyimpanan terhadap Kekerasan

Perlakuan <i>Precooling</i>	Kekerasan(N/cm ²)±SD	Huruf
Penundaan <i>Precooling</i> dengan air berozon : suhu 10°C	52,1 ± 5,15	A
Penundaan <i>Precooling</i> dengan air berozon : suhu 27°C	48,9 ± 11,87	B
Penundaan <i>Precooling</i> tanpa air berozon : suhu 27°C	46,6 ± 14,39	C
Penundaan <i>Precooling</i> tanpa air berozon : suhu 10°C	51,1 ± 9,80	C
Tanpa <i>Precooling</i> : suhu 27°C	44,3 ± 17,19	D
Tanpa <i>Precooling</i> : suhu 10°C	44,3 ± 17,19	E

Berdasarkan Tabel 12. Hasil Uji *Duncan* menunjukkan adanya interaksi antara perlakuan *precooling* dan suhu penyimpanan terhadap kekerasan buah jambu biji merah, yang terbagi dalam lima subset yang berbeda. Subset pertama adalah perlakuan ozon pada suhu 10°C, dengan kekerasan tertinggi (52,1 N/cm²), tergolong dalam subset dengan huruf "A". Subset kedua adalah perlakuan ozon pada suhu 27°C, dengan kekerasan 48,9 N/cm², tergolong dalam subset dengan huruf "B". Subset ketiga adalah perlakuan *precooling* pada suhu 27°C (46,6 N/cm²) dan perlakuan *precooling* pada suhu 10°C (51,1 N/cm²), keduanya tergolong dalam subset dengan huruf "C". Subset keempat adalah perlakuan kontrol pada suhu 27°C (44,3 N/cm²), tergolong dalam subset dengan huruf "D". Subset kelima adalah perlakuan kontrol pada suhu 10°C (44,3 N/cm²), tergolong dalam subset dengan huruf "E".

Perbedaan antar subset ini menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan *precooling* dengan suhu penyimpanan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap

kekerasan jambu biji merah, dengan perlakuan ozon pada suhu 10°C memberikan kekerasan tertinggi dan perlakuan kontrol pada suhu 10°C menghasilkan kekerasan terendah. Interaksi ini dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 7.



Gambar 7. Interaksi Suhu Dengan Kekerasan

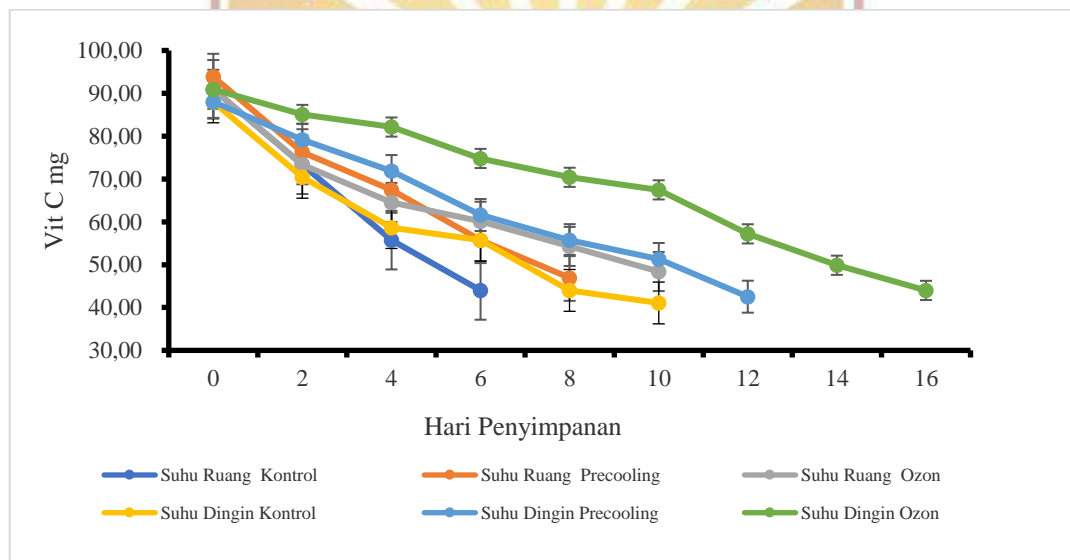
Gambar 7. Menggambarkan pengaruh suhu penyimpanan dan berbagai perlakuan *precooling* terhadap kekerasan buah. Suhu penyimpanan terbukti mempertahankan kekerasan buah, di mana buah yang disimpan pada suhu 10°C memiliki kekerasan lebih tinggi dibandingkan yang disimpan pada suhu 27°C. Hal ini menunjukkan bahwa suhu rendah dapat memperlambat proses pematangan dan penurunan kualitas buah. Selain suhu, perlakuan *precooling* baik dengan air berozon maupun tanpa air berozon, juga terbukti memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kekerasan buah.

Hasil yang didapatkan memberikan arti pentingnya kombinasi antara suhu rendah dan perlakuan *precooling* yang tepat dalam menjaga kualitas buah selama penyimpanan. Dengan demikian, sebaiknya untuk segera mendinginkan buah setelah panen, dengan memberikan perlakuan *precooling* yang sesuai, serta menyimpan buah pada suhu rendah guna memperpanjang masa simpan dan mempertahankan kekerasannya. Hal ini sejalan dengan temuan (Carrasco *et al.*, 2019) yang menjelaskan bahwa enzim-enzim yang terlibat dalam degradasi dinding sel buah berperan dalam

proses pelunakan tekstur.

4.3 Vitamin C

Jambu biji mengandung vitamin C dan serat yang cukup tinggi sehingga dipasaran banyak dijumpai olahan buah jambu biji dalam bentuk minuman sari buah jambu biji. Kadar vitamin C dalam buah jambu biji segar (tanpa penyimpanan) sebesar 103 mg per 100 gram slurry (Kuswati *et al.*, 2020). Angka ini lebih besar dibandingkan buah yang lain seperti jeruk maupun tomat. Hal ini menunjukkan bahwa buah jambu biji sangat bagus untuk dikonsumsi untuk memelihara fungsi metabolisme dalam tubuh manusia. Hasil vitamin C pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Vitamin C

Berdasarkan Gambar 8. vitamin menunjukkan bahwa hasil nilai data vitamin C mengalami penurunan setiap harinya. Hal ini sesuai dengan pendapat Kuswati *et al.* (2020), bahwa lama penyimpanan sangat berpengaruh terhadap vitamin C dalam jambu biji. Hal ini karena jambu biji memiliki kulit yang tipis yang akan mudah mengalami kerusakan dan pembusukan jika disimpan dalam waktu yang lama. Kerusakan buah jambu biji dapat menyebabkan turunnya gizi yang terkandung di dalamnya termasuk vitamin C mengalami penurunan secara cepat pada perlakuan penyimpanan jambu biji di suhu ruang atau pada suhu 27°C, sedangkan pada penyimpanan di suhu dingin atau pada suhu 10°C mengalami penurunan yang perlahan. Hal ini karena vitamin C bersifat

tidak stabil, mudah teroksidasi jika terkena udara (oksigen) dan proses ini dapat dipercepat oleh panas. Vitamin C mudah teroksidasi karena senyawanya mengandung gugus fungsi hidroksi (OH) yang sangat reaktif dengan adanya oksidator gugus hidroksi akan teroksidasi menjadi gugus karbonil. Kadar vitamin C pada penelitian ini didapatkan hasil pada penyimpanan di suhu ruang mengalami penurunan sebesar 53,226mg sedangkan pada penyimpanan di suhu dingin penurunan vitamin C sebesar 48,387mg selama penyimpanan 16 hari.

Penelitian yang dilakukan oleh (Kuswati *et al.*, 2020), tentang pengaruh suhu dan waktu penyimpanan terhadap vitamin C dalam jambu biji (*Psidium guajava*) menunjukkan hasil bahwa suhu dan waktu penyimpanan berpengaruh terhadap kadar vitamin C dalam buah jambu biji masak. Semakin lama waktu penyimpanan dan semakin tinggi suhunya semakin turun kadar vitamin C nya. Kadar vitamin C dalam jambu biji yang disimpan pada suhu kamar selama 10 hari mengalami penurunan 46,35mg dan pada suhu dingin hanya 39mg. Hasil uji ANOVA pada vitamin C didapatkan hasil pada Tabel 13 berikut.

Tabel 13. Hasil ANOVA Vitamin C

	<i>Df</i>	<i>Sum Sq</i>	<i>Mean Sq</i>	<i>F value</i>	<i>P (>F)</i>
Perlakuan <i>Precooling</i> (A)	2	480,55	240,277	21,899	9,893e-05 ***
Suhu Penyimpanan (B)	1	15,12	15,125	1,378	0,263
AB	2	147,13	73,564	6,705	0,011 *
Galat	12	131,66	10,972		
Total	17				

Keterangan : *=signifikan

**=sangat signifikan

Berdasarkan Tabel 13. Analisis varians (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan pascapanen (A) memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kadar vitamin C pada buah jambu biji ($p = 9,893e-05 < 0,05$). Hal ini berarti hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima, yang memperlihatkan bahwa perlakuan *precooling* secara nyata memengaruhi kadar vitamin C. Sementara itu, suhu penyimpanan (B) menunjukkan pengaruh yang tidak signifikan terhadap kadar vitamin C ($p = 0,263 > 0,05$), sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak. Artinya, perbedaan suhu

penyimpanan yang diuji tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap kadar vitamin C, meskipun secara observasi penyimpanan pada suhu dingin (10 °C) cenderung memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan suhu ruang.

Interaksi antara perlakuan *precooling* dan suhu penyimpanan (AB) menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap kadar vitamin C ($p = 0,011 < 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh perlakuan pascapanen terhadap kadar vitamin C berbeda pada suhu penyimpanan yang berbeda. Dengan kata lain, efektivitas perlakuan *precooling* dalam mempertahankan vitamin C dipengaruhi oleh suhu penyimpanan, dan sebaliknya, pengaruh suhu penyimpanan terhadap vitamin C dimodifikasi oleh perlakuan pascapanen yang diberikan. Oleh karena itu, kombinasi perlakuan pascapanen dan suhu penyimpanan perlu dipertimbangkan untuk mengoptimalkan retensi vitamin C pada buah jambu biji selama penyimpanan. Hasil ini dilanjutkan dengan Uji *Duncan* yang terlihat pada Tabel 14 berikut.

Tabel 14. Hasil Uji *Duncan* Perlakuan *Precooling* terhadap Vitamin C

Perlakuan <i>Precooling</i>	Vitamin C(mg) \pm SD	Huruf
Penundaan <i>Precooling</i> dengan air berozon	83,23 \pm 6,71	A
Penundaan <i>Precooling</i> tanpa air berozon	73,33 \pm 16,07	B
Tanpa <i>Precooling</i>	66,00 \pm 20,53	C

Berdasarkan Tabel 14. Hasil Uji *Duncan* menunjukkan adanya pengaruh signifikan perlakuan penundaan *precooling* terhadap kadar vitamin C pada buah jambu biji merah, dengan terbentuknya tiga subset yang berbeda. Subset pertama adalah perlakuan ozon dengan rata-rata vitamin C sebesar 83,23mg, yang tergolong dalam subset dengan huruf "A". Subset kedua adalah perlakuan *precooling* dengan rata-rata 73,33mg, yang tergolong dalam subset dengan huruf "B". Subset ketiga adalah perlakuan kontrol (tanpa perlakuan), dengan rata-rata 66,00mg, yang tergolong dalam subset dengan huruf "C".

Perbedaan antar subset ini menunjukkan bahwa perlakuan pascapanen

memberikan pengaruh nyata terhadap kadar vitamin C buah jambu biji selama penyimpanan, dengan perlakuan ozon menghasilkan kadar vitamin C tertinggi, diikuti oleh *precooling*, dan perlakuan kontrol menghasilkan kadar vitamin C terendah.

Tabel 15. Hasil Uji *Duncan* Interaksi Perlakuan *Precooling* dan Suhu Penyimpanan terhadap Vitamin C

Perlakuan <i>Precooling</i>	Vitamin C(mg)±SD	Huruf
Penundaan <i>Precooling</i> dengan air berozon : suhu 10°C	83,23 ± 6,71	A
Penundaan <i>Precooling</i> tanpa air berozon : suhu 27°C	73,33± 16,09	AB
Penundaan <i>Precooling</i> dengan air berozon: suhu 27°C	72,23 ± 13,62	B
Penundaan <i>Precooling</i> tanpa air berozon: suhu 10°C	75,17 ± 11,19	BC
Tanpa Perlakuan : suhu 27°C	66,00 ± 20,53	C
Tanpa Perlakuan: suhu 10°C	68,20± 14,64	D

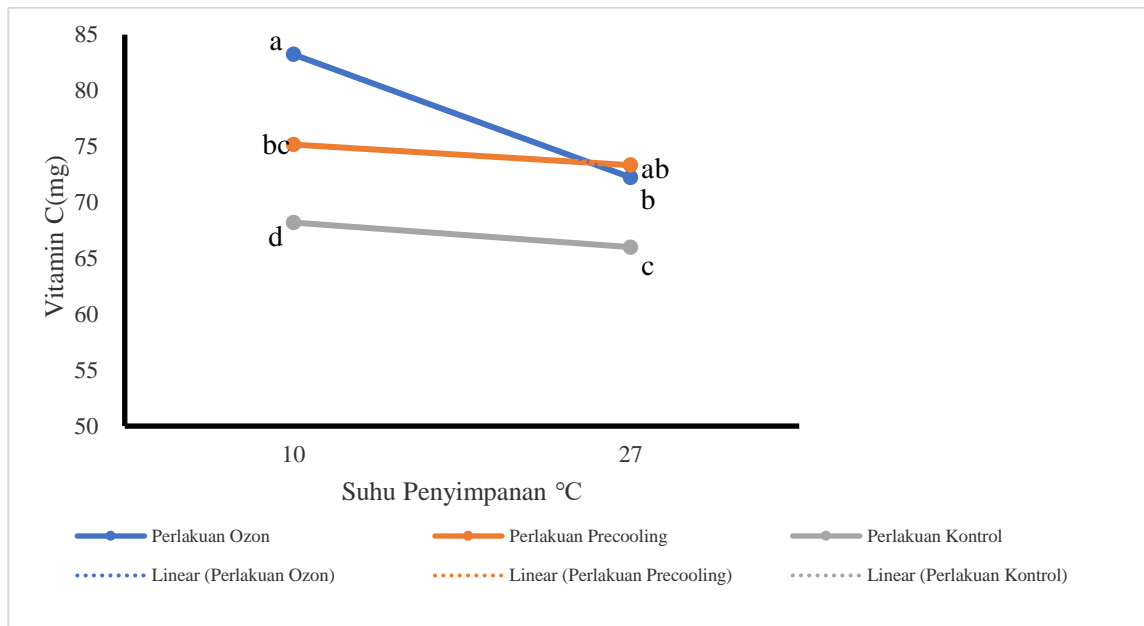
Berdasarkan Tabel 15. Hasil Uji *Duncan* untuk interaksi antara perlakuan penundaan *precooling* dan suhu penyimpanan menunjukkan adanya enam subset yang berbeda, yang mengindikasikan adanya interaksi yang signifikan antara kedua faktor tersebut terhadap kadar vitamin C pada jambu biji merah. Berikut rinciannya:

- **Penundaan *Precooling* dengan air berozon: suhu 10°C (83,23 ± 6,71) (a):** Kombinasi perlakuan penundaan *precooling* dengan air berozon dan penyimpanan pada suhu 10°C menghasilkan rata-rata vitamin C tertinggi dan berada pada subset "a", menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan perlakuan lainnya.
- **Penundaan *Precooling* tanpa air berozon : suhu 27°C (73,33 ± 10,16) (ab):** Kombinasi penundaan *precooling* tanpa air berozon dan penyimpanan pada suhu 27°C berada pada subset "ab", yang berarti tidak berbeda signifikan dengan

perlakuan ozon pada suhu 10°C (subset a), tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan lainnya.

- **Penundaan *Precooling* dengan air berozon: suhu 27°C (72,23 ± 13,62) (b):** Kombinasi perlakuan Penundaan *Precooling* dengan air berozon dan penyimpanan pada suhu 27°C berada pada subset "b", yang menunjukkan perbedaan signifikan dengan perlakuan ozon pada suhu 10°C (subset a).
- **Penundaan *Precooling* tanpa air berozon: suhu 10°C (75,17 ± 11,19) (bc):** Kombinasi penundaan *precooling* tanpa air berozon dan penyimpanan pada suhu 10°C berada pada subset "bc", yang berarti tidak berbeda signifikan dengan perlakuan ozon pada suhu 27°C (subset b), tetapi berbeda signifikan dengan beberapa perlakuan lainnya.
- **Tanpa *precooling* : suhu 27°C (66,00 ± 20,53) (c):** Perlakuan kontrol (tanpa perlakuan *precooling*) pada suhu 27°C berada pada subset "c", menunjukkan perbedaan signifikan dengan perlakuan-perlakuan lainnya.
- **Tanpa *precooling* : suhu 10°C (68,20 ± 14,64) (d):** Perlakuan Tanpa *precooling* pada suhu 10°C menghasilkan rata-rata vitamin C terendah dan berada pada subset "d", menunjukkan perbedaan signifikan dengan semua perlakuan lainnya.

Keberadaan enam subset yang berbeda ini secara jelas membuktikan adanya interaksi antara perlakuan penundaan *precooling* dan suhu penyimpanan terhadap kadar vitamin C pada jambu biji merah. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas perlakuan *precooling* dalam mempertahankan vitamin C dipengaruhi oleh suhu penyimpanan, dan sebaliknya, pengaruh suhu penyimpanan terhadap vitamin C juga dipengaruhi oleh perlakuan penundaan *precooling* yang diberikan. Secara khusus, perlakuan ozon yang dikombinasikan dengan penyimpanan pada suhu 10°C memberikan hasil terbaik dalam mempertahankan kadar vitamin C. Kombinasi perlakuan penundaan *precooling* dan suhu penyimpanan ini memberikan perbedaan nyata terhadap nilai vitamin C pada jambu biji, yang dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 9.



Gambar 9. Interaksi Suhu Dengan Vitamin C

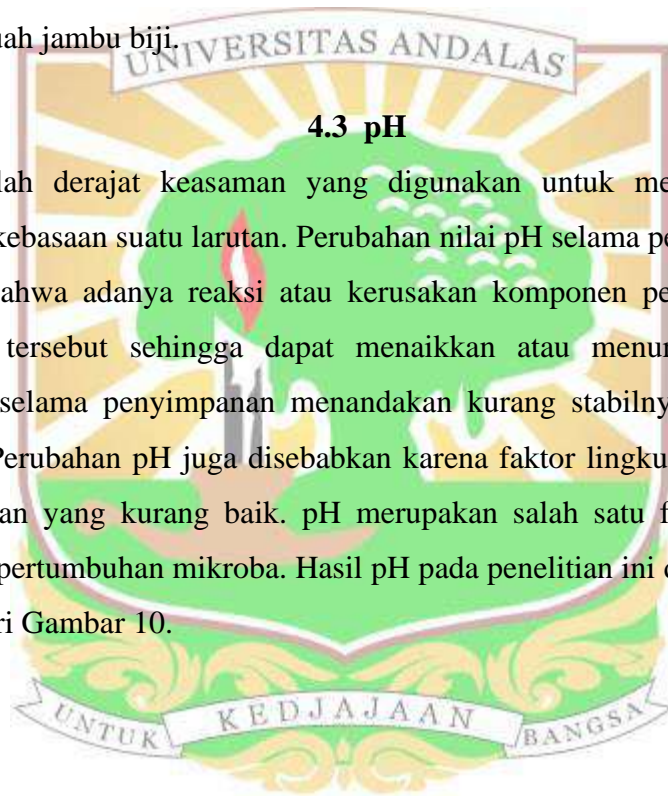
Berdasarkan Gambar 9. Terlihat jelas adanya interaksi antara perlakuan penundaan *precooling* (penundaan *precooling* dengan air berozon, penundaan *precooling* tanpa air berozon, dan tanpa *precooling*) dengan suhu penyimpanan (10°C dan 27°C) terhadap kadar vitamin C jambu biji. Pola garis yang tidak sejajar menunjukkan bahwa efektivitas perlakuan penundaan *precooling* berbeda pada suhu penyimpanan yang berbeda. Kombinasi perlakuan penundaan *precooling* dengan air berozon dengan suhu 10°C memberikan hasil terbaik dalam mempertahankan kadar vitamin C, yang ditunjukkan dengan titik tertinggi pada grafik. Hal ini mengindikasikan bahwa penundaan *precooling* dengan air berozon bekerja lebih dalam mempertahankan vitamin C pada suhu rendah.

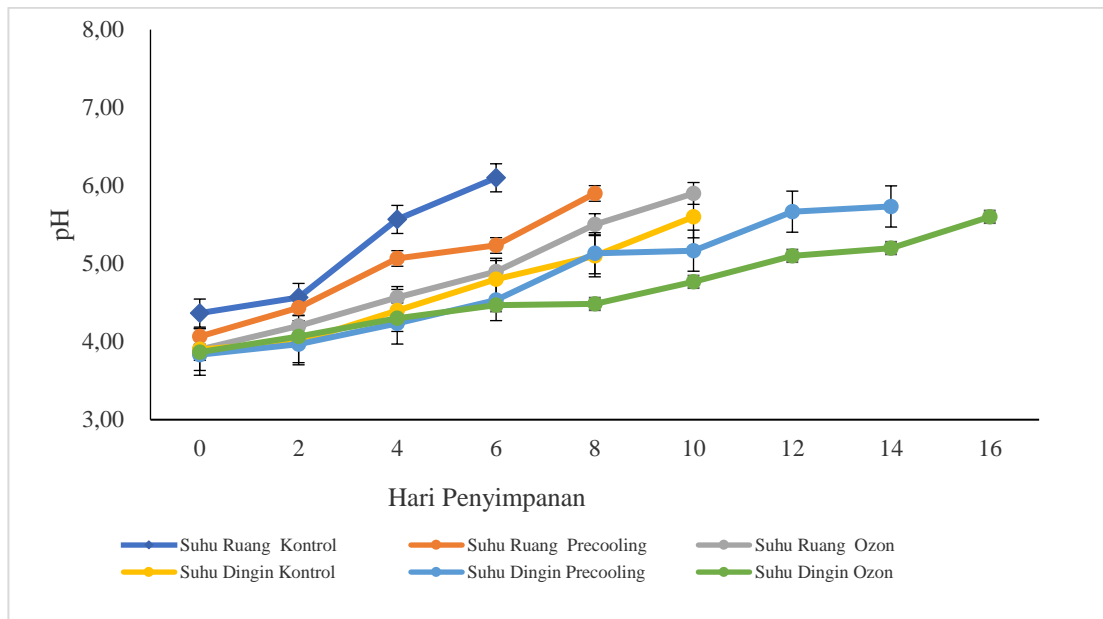
Perbedaan respon terhadap suhu penyimpanan ini penting untuk dipahami. Suhu rendah umumnya memperlambat reaksi kimia dan aktivitas enzim, termasuk enzim yang bertanggung jawab atas degradasi vitamin C (Verbeyst *et al.*, 2013). Namun, pada beberapa buah, suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan *chilling injury*, yang justru dapat mempercepat kerusakan dan penurunan kualitas, termasuk hilangnya vitamin C. Oleh karena itu, penting untuk menemukan suhu optimal untuk setiap jenis buah dan perlakuan penundaan *precooling*. Dalam konteks ini, pemberian

air berozon tampaknya bekerja sinergis dengan suhu rendah untuk mempertahankan vitamin C pada jambu biji. Ozon sendiri memiliki sifat antimikroba dan dapat mengurangi laju respirasi buah, sehingga memperlambat proses pematangan dan penurunan kualitas (Minas *et al.*, 2014). Penelitian oleh Singh & Pal (2008) juga menunjukkan bahwa pengaturan suhu penyimpanan, misalnya dengan *Controlled Atmosphere* (CA) pada suhu 8°C, dapat memperpanjang masa simpan jambu biji. Oleh karena itu, kombinasi perlakuan *precooling* yang tepat dengan suhu penyimpanan yang optimal sangat krusial untuk memaksimalkan retensi vitamin C dan memperpanjang umur simpan buah jambu biji.

4.3 pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Perubahan nilai pH selama penyimpanan dapat menunjukkan bahwa adanya reaksi atau kerusakan komponen penyusun di dalam bahan pangan tersebut sehingga dapat menaikkan atau menurunkan nilai pH. Perubahan pH selama penyimpanan menandakan kurang stabilnya pangan selama penyimpanan. Perubahan pH juga disebabkan karena faktor lingkungan seperti suhu dan penyimpanan yang kurang baik. pH merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba. Hasil pH pada penelitian ini didapatkan seperti yang terlihat dari Gambar 10.





Gambar 10. pH

Berdasarkan Gambar 10. Menunjukkan bahwa keasaman (pH) buah jambu biji cenderung menurun (nilai pH naik) selama penyimpanan hingga hari ke-14. Pada awal penyimpanan (hari ke-0), pH buah berkisar antara 3,8 sampai 4,4, masih dalam rentang yang dianggap baik untuk jambu biji (pH 4-4,33). Penting untuk diingat bahwa asam askorbat (vitamin C) mempengaruhi tingkat keasaman (pH), bukan sama dengan pH itu sendiri. Kenaikan pH ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal, salah satunya adalah berkurangnya kandungan asam askorbat seiring waktu. Asam askorbat dapat rusak (terdegradasi), baik dengan adanya oksigen (aerob) maupun tanpa oksigen (anaerob), menghasilkan zat-zat lain seperti furfural dan karbon dioksida (Li *et al.*, 2016). Walaupun kerusakan asam askorbat paling cepat terjadi pada pH sekitar 4, perubahan pH yang terlihat di gambar menunjukkan bahwa ada proses lain dalam buah yang juga mempengaruhi tingkat keasamannya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pH buah jambu biji umumnya masih di bawah 6 pada akhir penyimpanan, terutama pada perlakuan suhu dingin dengan penundaan *precooling* dengan air berozon, tanpa *precooling*, dan penundaan *precooling* tanpa air berozon. Ini menandakan bahwa keasaman buah relatif stabil selama masa penyimpanan yang diamati. Perlu diingat bahwa perubahan pH ini bisa dipengaruhi faktor lain seperti

pernapasan buah dan aktivitas mikroorganisme (Han *et al.*, 2021). Hasil uji ANOVA pH penelitian ini terlihat pada Tabel 16 berikut.

Tabel 16. Hasil ANOVA pH

	<i>Df</i>	<i>Sum Sq</i>	<i>Mean Sq</i>	<i>F value</i>	<i>P (>F)</i>
Perlakuan Penundaan <i>precooling</i> (A)	2	0,857	0,429	31,860	1584e-05***
Suhu Penyimpanan (B)	1	0,209	0,210	15,546	0,002**
AB	2	0,209	0,104	7,758	0,007**
Galat	12	0,161	0,013		
Total	17				

Keterangan : **=sangat signifikan

***=sangat-sangat signifikan

Berdasarkan Tabel 16. Dapat disimpulkan bahwa perlakuan penundaan *precooling* yang diberikan memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai pH pada buah jambu biji. Hal ini terbukti dengan P-value yang dihasilkan $< 0,05$, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Perlakuan ozon pada buah jambu biji mampu mempertahankan nilai pH buah jambu biji merah selama proses penyimpanan. Selain itu, suhu penyimpanan juga menunjukkan pengaruh signifikan terhadap nilai pH jambu biji merah, dengan P-value yang dihasilkan $< 0,05$, yang berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima. Penyimpanan pada suhu dingin ($10\text{ }^{\circ}\text{C}$) lebih baik dibandingkan dengan suhu ruang dalam mempertahankan nilai pH. Interaksi antara perlakuan pascapanen dan suhu penyimpanan juga memiliki pengaruh yang sangat signifikan, dengan P-value yang dihasilkan $< 0,05$, yang menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan pascapanen dan suhu penyimpanan mempengaruhi nilai pH jambu biji merah. Hasil ini dilanjutkan dengan Uji *Duncan* yang terlihat pada Tabel 17 berikut.

Tabel 17. Hasil Uji *Duncan* Perlakuan *Precooling* terhadap pH

Perlakuan <i>precooling</i>	pH \pm SD	Huruf
penundaan <i>precooling</i> dengan air berozon	4,39 \pm 0,43	A
penundaan <i>precooling</i> tanpa air berozon	4,70 \pm 0,55	B
Tanpa <i>Precooling</i>	5,15 \pm 0,82	C

Berdasarkan hasil pada Tabel 17. Dapat dilihat bahwa perlakuan penundaan *precooling* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai pH pada buah jambu biji merah, dengan terbentuknya tiga subset yang berbeda. Subset pertama adalah perlakuan penundaan *precooling* dengan air berozon dengan rata-rata pH $4,39 \pm 0,43$, yang tergolong dalam subset "A." Subset kedua adalah perlakuan penundaan *precooling* tanpa air berozon dengan rata-rata pH $4,70 \pm 0,55$, yang tergolong dalam subset "B." Subset ketiga adalah (tanpa *precooling*) dengan rata-rata pH $5,15 \pm 0,82$, yang tergolong dalam subset "C."

Perbedaan antar subset ini menunjukkan bahwa perlakuan penundaan *precooling* memberikan pengaruh nyata terhadap nilai pH buah jambu biji selama proses penyimpanan. Perlakuan penundaan *precooling* dengan air berozon menghasilkan pH terendah, diikuti oleh perlakuan penundaan *precooling* tanpa air berozon, sementara tanpa *precooling* menghasilkan pH tertinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan *precooling* seperti penundaan *precooling* dengan air berozon dan penundaan *precooling* tanpa air berozon dapat mempengaruhi keseimbangan pH buah jambu biji selama penyimpanan.

Tabel 18. Hasil Uji *Duncan* Suhu Penyimpanan terhadap pH

Perlakuan <i>Precooling</i>	pH±SD	Huruf
Suhu Penyimpanan : (27)	$4,71 \pm 0,61$	A
Suhu Penyimpanan : (10)	$4,20 \pm 0,39$	B

Berdasarkan hasil pada Tabel 18. Dapat dilihat bahwa suhu penyimpanan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai pH buah jambu biji merah, dengan terbentuknya dua subset yang berbeda. Subset pertama adalah suhu penyimpanan pada suhu 27°C dengan rata-rata pH $4,71 \pm 0,61$, yang tergolong dalam subset "A." Subset kedua adalah suhu penyimpanan pada suhu 10°C dengan rata-rata pH $4,20 \pm 0,39$, yang tergolong dalam subset "B."

Perbedaan antar subset ini menunjukkan bahwa suhu penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai pH jambu biji merah selama proses penyimpanan. Suhu penyimpanan yang lebih tinggi (27°C) menghasilkan pH yang

lebih tinggi dibandingkan dengan suhu rendah (10°C). Hal ini mengindikasikan bahwa suhu penyimpanan dapat mempengaruhi kestabilan pH buah jambu biji selama penyimpanan.

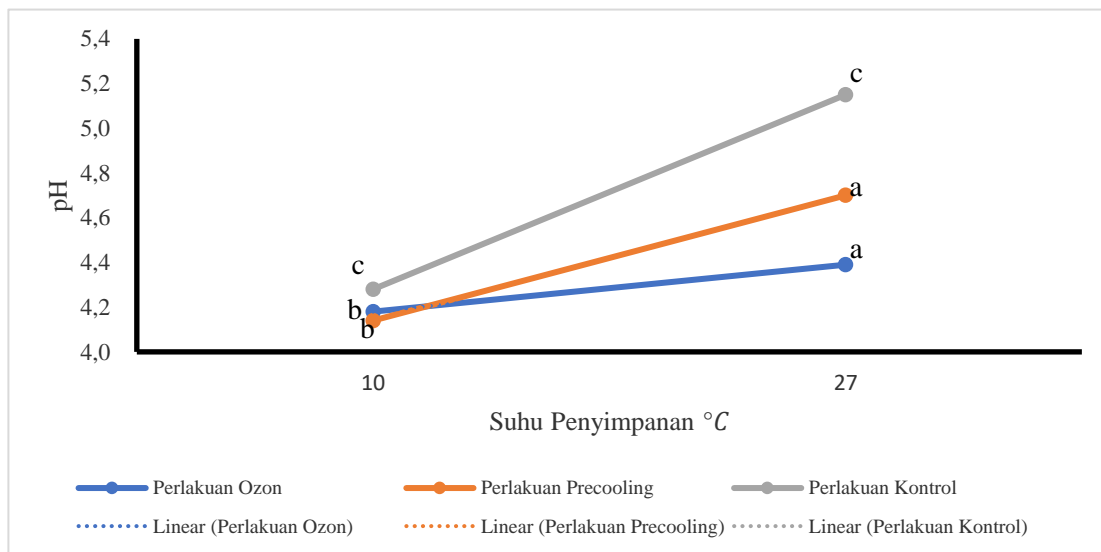
Tabel 19. Hasil Uji *Duncan* Interaksi Perlakuan Penundaan *Precooling* dan Suhu Penyimpanan terhadap pH

Perlakuan <i>Precooling</i>	pH \pm SD	Huruf
Tanpa <i>Precooling</i> : suhu 27°C	$5,15 \pm 0,82$	A
penundaan <i>precooling</i> tanpa air berozon: suhu 27°C	$4,70 \pm 0,55$	A
penundaan <i>precooling</i> tanpa air berozon : suhu 10°C	$4,14 \pm 0,30$	B
Tanpa <i>Precooling</i> : suhu 10°C	$4,28 \pm 0,41$	B
penundaan <i>precooling</i> dengan air berozon: suhu 27°C	$4,39 \pm 0,43$	C
penundaan <i>precooling</i> dengan air berozon: suhu 10°C	$4,18 \pm 0,26$	C

Berdasarkan hasil pada Tabel 19. Terlihat bahwa hasil Uji *Duncan* untuk interaksi antara perlakuan pascapanen dan suhu penyimpanan menghasilkan tiga subset yang berbeda, yang menunjukkan adanya interaksi yang signifikan antara kedua faktor tersebut terhadap nilai pH. Subset pertama mencakup perlakuan Tanpa *precooling* pada suhu 27°C dengan rata-rata pH $5,15 \pm 0,82$, yang tergolong dalam subset "A." Subset kedua terdiri dari perlakuan penundaan *precooling* tanpa air berozon pada suhu 27°C , penundaan *precooling* tanpa air berozon pada suhu 10°C , dan tanpa *precooling* pada suhu 10°C , dengan rata-rata pH masing-masing $4,70 \pm 0,55$, $4,14 \pm 0,31$, dan $4,28 \pm 0,41$, yang tergolong dalam subset "B." Subset ketiga mencakup perlakuan penundaan *precooling* dengan air berozon pada suhu 27°C dan penundaan *precooling* dengan air berozon pada suhu 10°C , dengan rata-rata pH masing-masing $4,39 \pm 0,43$ dan $4,18 \pm 0,26$, yang tergolong dalam subset "C."

Perbedaan antar subset ini menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan pascapanen dan suhu penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai pH buah jambu biji merah selama proses penyimpanan. Perlakuan tanpa *precooling* pada

suhu 27°C menghasilkan pH tertinggi, sedangkan perlakuan penundaan *precooling* dengan air berozon pada suhu 10°C menghasilkan pH terendah. Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi perlakuan penundaan *precooling* dengan suhu penyimpanan dapat mempengaruhi kestabilan pH buah jambu biji selama penyimpanan, dengan perbedaan yang signifikan antara perlakuan satu sama lain, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Interaksi Suhu Dengan pH

Gambar 11. Menunjukkan pengaruh interaksi antara suhu penyimpanan dan perlakuan penundaan *precooling* terhadap nilai pH buah. Terlihat bahwa penyimpanan pada suhu 10°C memberikan stabilitas pH yang paling baik pada berbagai suhu penyimpanan. Hal ini mengindikasikan bahwa penundaan *precooling* dengan air berozon efektif dalam menghambat aktivitas mikroba dan metabolisme buah, sehingga perubahan pH menjadi lebih terkendali. Sebaliknya, perlakuan tanpa *precooling* menunjukkan peningkatan pH yang signifikan pada suhu penyimpanan yang lebih tinggi (27°C), menandakan bahwa tanpa *precooling*, suhu memiliki pengaruh yang besar terhadap perubahan pH buah. Perlakuan penundaan *precooling* memberikan hasil yang berada di antara penundaan *precooling* dengan air berozon dan tanpa *precooling*, menunjukkan bahwa penundaan *precooling* tanpa air berozon juga dapat membantu

dalam menjaga stabilitas pH, namun efeknya tidak sekuat ozon.

Dari hasil ini perlakuan penundaan *precooling* dengan air berozon merupakan perlakuan *precooling* yang paling efektif dalam menjaga stabilitas pH buah pada berbagai kondisi suhu penyimpanan. Hal ini memiliki implikasi penting dalam menjaga kualitas buah selama penyimpanan dan distribusi, karena perubahan pH dapat mempengaruhi tekstur, rasa, dan nilai nutrisi buah. Oleh karena itu, penggunaan air berozon sebagai perlakuan *precooling* dapat menjadi alternatif yang baik untuk meningkatkan kualitas dan daya simpan buah. Air berozon tampaknya paling efektif mempertahankan stabilitas pH, kemungkinan karena sifat antimikrobanya (Mustapha *et al.*, 2020). Tanpa *precooling* menunjukkan perubahan pH terbesar, menekankan pentingnya perlakuan pascapanen. Hal ini sejalan dengan Singh & Pal (2008) yang menunjukkan bahwa pengaturan suhu dan perlakuan pascapanen penting untuk mempertahankan kualitas dan memperpanjang umur simpan buah. Dapat disimpulkan ozon memberikan stabilitas pH terbaik, diikuti *precooling*, sementara tanpa *precooling* menunjukkan perubahan pH paling besar.

4.3 Rekapitulasi Hasil

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan didapatkan hasil rekapitulasi nilai keseluruhan. Berikut rekapitulasi hasil pengamatan dari kadar air, kekerasan, vitamin C dan pH dapat dilihat pada tabel 20 berikut.

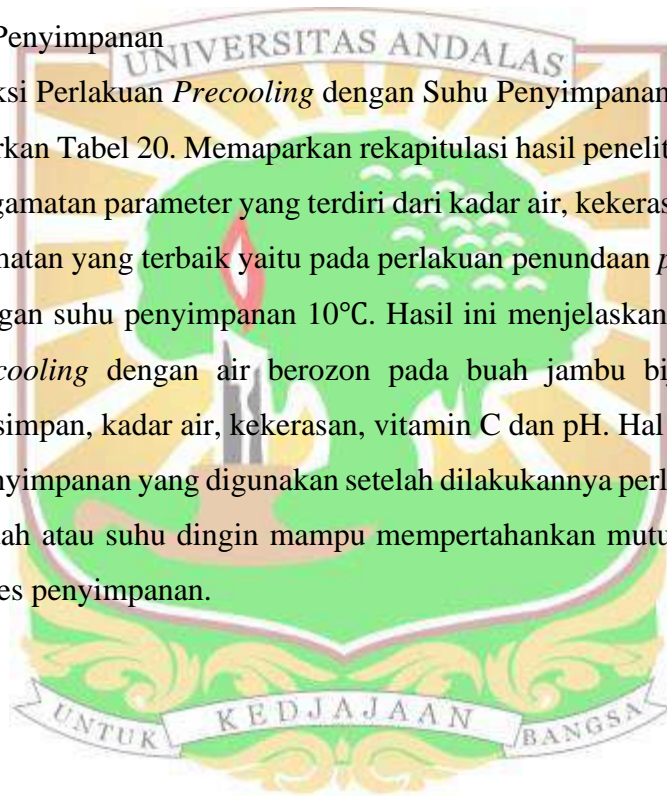
Tabel 20. Rekapitulasi Hasil Penelitian

Pengamatan Parameter	Perlakuan								
	K27	P27	O27	K10	P 10	O10	A	B	A.B
Kadar Air	81,177	85,127	86,023	88,075	88,246	88,540	BN	BN	BN
Kekerasan	44,3	46,6	48,9	44,3	51,1	52,1	BN	BN	BN
Vitamin C	66,0	73,3	72,2	59,6	67,9	78,5	BN	TBN	BN
pH	5,15	4,70	4,39	4,28	4,14	4,18	BN	BN	BN

Keterangan :

- K27 = Kontrol (Tanpa *Precooling*) Suhu 27°C
 P27 = Penundaan *precooling* tanpa air berozon Suhu 27°C
 O27 = Penundaan *precooling* dengan air berozon 27°C
 K10 = Kontrol (tanpa *precooling*) Suhu 10°C
 P10 = Penundaan *precooling* tanpa air berozon Suhu 10°C
 O10 = Penundaan *precooling* dengan air berozon Suhu 10°C
 A = Perlakuan *precooling* (tanpa air berozon dan dengan air berzon)
 B = Suhu Penyimpanan
 A.B = Interaksi Perlakuan *Precooling* dengan Suhu Penyimpanan

Berdasarkan Tabel 20. Memaparkan rekapitulasi hasil penelitian terlihat bahwa pada setiap pengamatan parameter yang terdiri dari kadar air, kekerasan, vitamin C dan pH hasil pengamatan yang terbaik yaitu pada perlakuan penundaan *precooling* dengan air berozon dengan suhu penyimpanan 10°C. Hasil ini menjelaskan bahwa perlakuan penundaan *precooling* dengan air berozon pada buah jambu biji merah mampu menahan umur simpan, kadar air, kekerasan, vitamin C dan pH. Hal ini juga diperkuat dengan suhu penyimpanan yang digunakan setelah dilakukannya perlakuan *precooling*. Suhu yang rendah atau suhu dingin mampu mempertahankan mutu dari buah jambu biji selama proses penyimpanan.



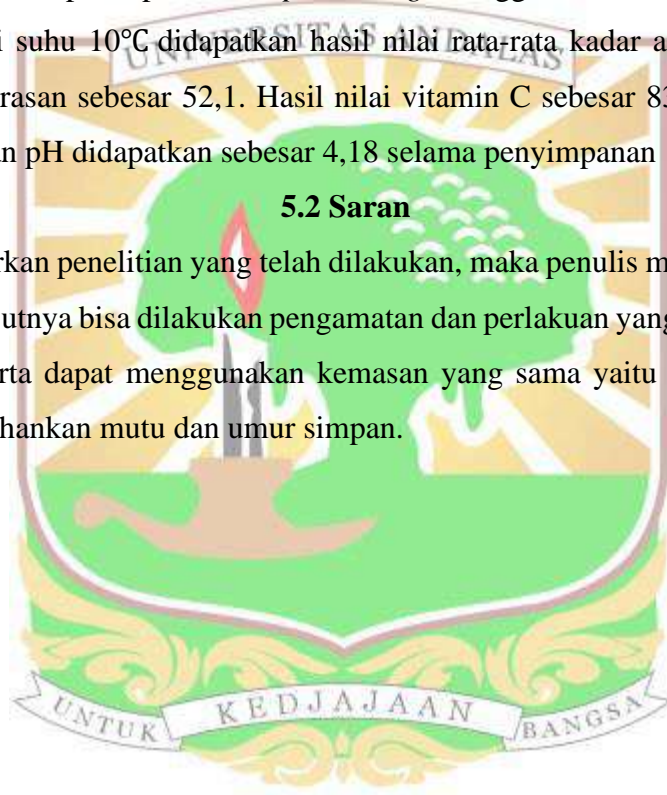
V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan tentang kajian penundaan waktu *precooling* dan suhu penyimpanan terhadap kadar air, kekerasan, vitamin C dan pH pada jambu biji merah didapatkan hasil pengamatan parameter yang terbaik yaitu pada perlakuan penundaan waktu *precooling* dengan air berozon dengan suhu penyimpanan pada 10°C dibandingkan pada suhu ruang (27°C). Hasil nilai terbaik pada penelitian ini yaitu pada perlakuan *precooling* menggunakan air berozon dengan penyimpanan di suhu 10°C didapatkan hasil nilai rata-rata kadar air yaitu 88,540%. Hasil nilai kekerasan sebesar 52,1. Hasil nilai vitamin C sebesar 83,23mg dan hasil pada pengamatan pH didapatkan sebesar 4,18 selama penyimpanan 16 hari

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya bisa dilakukan pengamatan dan perlakuan yang sama untuk jenis buah-buahan serta dapat menggunakan kemasan yang sama yaitu *wrapping*, karena dapat mempertahankan mutu dan umur simpan.



DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, L. (2006). *Teknologi Penanganan Buah dan Sayuran*. Bumi Aksara.
- Ambarsari, I., Choliq, A., & Bahri, S. (2007). Potensi Pengembangan Agroindustri Jambu Biji Merah di Kabupaten Banjarnegara (Studi Kasus Desa Kaliwungu, Kecamatan Mandiraja). *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 5(1), 31–40.
- Ardi, W. S. (2016). Studi Waktu Penundaan *Precooling* terhadap Mutu Seledri (*Apium graveolens*, L.) selama Penyimpanan. Universitas Andalas.
- Asgar, A., Musaddad, D., Setyabudi, D. A., & Hasan, Z. H. (2015). Teknologi Ozonisasi Untuk Mempertahankan Kesegaran Cabai *Cultivar* Kencana Selama Penyimpanan. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 12(1), 20. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v12n1.2015.20-26>
- Asgar, A., Sugiarto, A. T., Sumartini, & Ariani, D. (2011). Kajian Ozonisasi (O3) Terhadap Karakteristik Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var. botrytis) Segar Selama Penyimpanan Pada Suhu dingin. *Berita Biologi*, 10(6), 787–795.
- Awanis. (2013). Kombinasi Suhu Air dan Lama Perendaman Pada *Hydrocooling* Untuk Mempertahankan Kesegaran Sawi Hijau (*Brassica juncea*). In *Jurnal Institut Pertanian Bogor*. Institut Pertanian Bogor.
- Azaria, I. P. (2021). Kajian Penundaan Waktu *Precooling* Terhadap Mutu Pare Selama Penyimpanan. Universitas Andalas.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *Jambu Biji (SNI 7418:2009)*.
- BPS Sumatera Barat. (2024). Sumatera Barat Dalam Angka 2023. *Berita Resmi Badan Pusat Statistik*, 54.
- Carrasco, M., Rozas, J. M., Alcaíno, J., Cifuentes, V., & Baeza, M. (2019). *Pectinase Secreted by Psychrotolerant Fungi: Identification, Molecular Characterization and Heterologous Expression of a Old-Active Polygalacturonase from Tetracladium sp. Microbial Cell Factories*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12934-019-1092-2>
- Contigiani, E. V., Jaramillo-Sánchez, G., Castro, M. A., Gómez, P. L., & Alzamora, S. M. (2018). *Postharvest Quality of Strawberry Fruit (Fragaria x Ananassa Duch cv. Albion) as Affected by Ozone Washing: Fungal Spoilage, Mechanical Properties, and Structure. Food and Bioprocess Technology*, 11(9), 1639–1650. <https://doi.org/10.1007/s11947-018-2127-0>
- Direktorat Jenderal Hortikultura. (2017). Laporan Kinerja Direktorat Jenderal

Hortikultura Tahun 2017.

Dumadi, T. H. (2001). Pengaruh Penyimpanan dengan Plastik *Wrapping* terhadap Masa Simpan Pisang “*Cavendish*.” *Jurnal Hortikultura*, *11*(2), 98–104.

Eutech, Syarifatama (2019). *Spesifications Eutech pHSPEAR Waterproof pHTester*. 16 Januari 2025. <https://syarifatama.com/product/eutech-phspear-waterproof-ph-tester/>

Evans, L. S., & Ting, I. P. (1973). *Ozone-Induced Membrane Permeability Changes*. *American Journal of Botany*, *60*(2), 155–162. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1973.tb10212.x>

Gomes, B. A. F., de Barros, H. E. A., Natarelli, C. V. L., Zitha, E. Z. M., Carvalho, E. E. N., & de Barros Vilas Boas, E. V. (2023). *Effect of Hydrocooling on Postharvest Storage of Sorrel (Rumex acetosa L.)*. *Food Chemistry Advances*, *3*(July). <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100394>

Haifan, L. (2017). Pengaruh Ozonisasi dan Kemasan untuk Mereduksi Residu Pestisida dan Mempertahankan Karakteristik Kesegaran Cabai Merah dalam Penyimpanan. *Jurnal Teknologi Pertanian*, *15*(1), 45–52.

Han, Z., Wang, Z., Bi, Y., Zong, Y., Gong, D., Wang, B., Li, B., Sionov, E., & Prusky, D. (2021). *The Effect of Environmental pH During Trichothecium Roseum (Pers.:Fr.) Link Inoculation of Apple Fruits on The Host Differential Reactive Oxygen Species Metabolism*. *Antioxidants*, *10*(5). <https://doi.org/10.3390/antiox10050692>

Horwitz, W. and L. G. W. L. (2005). *Official Methods of Analysis of AOAC International 18th Edition, 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International 18th Edition, 2005, d, 4–5*.

Ifmalinda, I., & Windasari, R. W. (2018). Kajian Jenis Media Simpan Terhadap Mutu Pisang *Cavendish (Musa parasidiaca ‘Cavendish’)*. *Rona Teknik Pertanian*, *11*(2), 1–14. <https://doi.org/10.17969/rtp.v11i2.11273>

Indrasari, M. A. (2009). Pengemasan Atmosfer Termodifikasi Seledri (*Apium graveolens* L.). Institut Pertanian Bogor.

Kuswati, A. A., Darmawati, E., & Mariana Widayanti, S. (2020a). Aplikasi Ozon Untuk Mempertahankan Kualitas Buah Duku. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, *8*(1), 15–22. <https://doi.org/10.19028/jtep.08.1.15-22>

Kuswati, A. A., Darmawati, E., & Mariana Widayanti, S. (2020b). Aplikasi Ozon

Untuk Mempertahankan Kualitas Buah Duku. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 8(1), 15–22. <https://doi.org/10.19028/jtep.08.1.15-22>

- Lestari, A. R. W. R. (2024). Pengaruh Ketinggian Jatuh dan Suhu Penyimpanan Terhadap Perubahan Mutu Buah Jambu Biji (*Psidium guajava* L.).
- Li, Y., Yang, Y., Yu, A. N., & Wang, K. (2016). *Effects of Reaction Parameters on Self-Degradation of L-Ascorbic Acid and Self-Degradation Kinetics*. *Food Science and Biotechnology*, 25(1), 97–104. <https://doi.org/10.1007/s10068-016-0014-x>
- Minas, I. S., Vicente, A. R., Dhanapal, A. P., Manganaris, G. A., Goulas, V., Vasilakakis, M., Crisosto, C. H., & Molassiotis, A. (2014). *Ozone-induced Kiwifruit Ripening Delay is Mediated by Ethylene Biosynthesis Inhibition and Cell Wall Dismantling Regulation*. *Plant Science*, 229, 76–85. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2014.08.016>
- Mustapha, A. T., Zhou, C., Wahia, H., Amanor-Atiemoh, R., Otu, P., Qudus, A., Fakayode, O. A., & Haile. (2020). *Sonozonation: Enhancing the Antimicrobial Efficiency of Aqueous Ozone Washing Techniques On Cherry Tomato*. *Ultrasonics Sonochemistry*, 105059. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2020.105059>
- Nayak, S. L., Sethi, S., Sharma, R. R., Sharma, R. M., Singh, S., & Singh, D. (2020). *Aqueous Ozone Controls Decay and Maintains Quality Attributes of Strawberry (Fragaria × Ananassa Duch.)*. *Journal of Food Science and Technology*, 57(1), 319–326. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04063-3>
- Nofriyanti, S. (2017). Pengaruh Waktu Penundaan *Hydrocooling* Terhadap Umur Simpan Sayur Caisim (*Brassica juncea*, L.). Universitas Andalas.
- Norlita, W., & KN, T. S. (2017). Pemanfaatan Jambu Biji Bagi Kesehatan Pada Masyarakat Di Desa Sialang Kubang Kecamatan Perhentian Raja, Kampar. *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*, 7(02), 131–133. <https://doi.org/10.37859/jp.v7i02.518>
- Parimin. (2005). Jambu Biji: Budi Daya dan Ragam Pemanfaatannya. Penebar Swadaya.
- Prasanna, V., Prabha, T. N., & Tharanathan, R. N. (2007). *Fruit Ripening Phenomena-an Oerview*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(1), 1–19. <https://doi.org/10.1080/10408390600976841>
- Purwadi, A., Usada, W., & Isyuniarto. (2007). Pengaruh Lama Waktu Ozonasi

terhadap Umur Simpan Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Prosiding PPI - PDIPTN*, 234–242.

- Ruzaina, I., Norizzah, A. R., Halimahton Zahrah, M. S., Cheow, C. S., Adi, M. S., Noorakmar, A. W., & Mohd. Zahid, M. (2013). *Utilisation of Palm - Based and Beeswax Coating on The Postharvest-life of guava (Psidium guajava L.) During Ambient and Chilled Storage. International Food Research Journal*, 20(1), 265–274.
- Sampurno, R. B. 2006. (2006). Aplikasi Polimer Dalam Industri Kemasan.
- Saraslifah, Nur, M., & Arianto, F. (2016a). Pengaruh Ozon yang Dibangkitkan Melalui Reaktor Plasma Berpenghalang Dielektrik Elektroda Silinder Spiral Terhadap Pengawetan Cabai. *Youngster Physics Journal*, 5(4), 319–326
- Sari, M., & Simbolon, J. (2020). Prediksi Laju Respirasi Terong dengan Persamaan Arrhenius. *Jurnal Agroteknosains*, 4(2), 21–27.
- Senthilkumar, S., Vijayakumar, R. M., & Kumar, S. (2015). *Advances in Precooling Techniques and Their Implications in Horticulture Sector. International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 1(1), 24–30.
- Singh, S. P., & Pal, R. K. (2008). *Controlled Atmosphere Storage of Guava (Psidium guajava L.) fruit. Postharvest Biology and Technology*, 47(3), 296–306. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.08.009>
- Soedjito, H. (2008). Budi Daya Jambu Merah. Kanisius.
- Suwardana, M. N. P. (2021). Pengaruh Keragenan Dari Hasil Ekstraksi Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) dan Komersial Kualitas Permen Jelly Dua Varietas Jambu Biji. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Taiye Mustapha, A., Zhou, C., Wahia, H., Amanor-Atiemoh, R., Otu, P., Qudus, A., Abiola Fakayode, O., & Ma, H. (2020). Sonozonation: Enhancing the Antimicrobial Efficiency of Aqueous Ozone Washing Techniques on Cherry Tomato. *Ultrasonics Sonochemistry*, 64, 105059. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2020.105059>
- Teke, S., Nur, M., & Winarni, T. A. (2014). Produksi Ozon Dalam Reaktor *Dielectric Barrier Discharge Plasma (DBDP)* Terkait Panjang Reaktor dan Laju Alir Udara. 17(1), 25–32.
- Usni, A., Karo-karo, T., & Yusraini, E. (2016). Pengaruh *Edible Coating* Berbasis Pati Kulit Ubi Kayu terhadap Kualitas dan Umur Simpan Buah Jambu Biji Merah pada

Suhu Kamar. *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 4(3), 293–303.

Verbeyst, L., Bogaerts, R., Van der Plancken, I., Hendrickx, M., & Van Loey, A. (2013). *Modelling of Vitamin C Degradation during Thermal and High-Pressure Treatments of Red Fruit*. *Food and Bioprocess Technology*, 6(4), 1015–1023. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0784-y>

Wati Pade, S. (2019). *Edible Coating Pati Singkong terhadap Mutu Nanas terolah Selama Penyimpanan*. *Jurnal Agercolere*, 1(1), 13–18.

Widodo, W., Sutrisno, J., & Hadiwiyoto, S. (2009). *Fisiologi Pascapanen*. Gadjah Mada University Press.

Widodo, W., Sutrisno, J., & Hadiwiyoto, S. (2013). *Teknologi Pascapanen Buah Tropis*. Gadjah Mada University Press.

Wulantika, T. (2021). *Perubahan Kondisi Produk Hortikultura pada Penyimpanan Suhu Rendah Dan Suhu Ruang*. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Industri Perkebunan (LIPIDA)*, 2(1), 20–25. <https://doi.org/10.58466/lipida.v4i1.1508>

Zhao, J., Xie, X., Dai, W., Zhang, L., Wang, Y., & Fang, C. (2018). *Effects Of Precooling Time and 1-MCP Treatment On ‘Bartlett’ Fruit Quality During The Cold Storage.* *Scientia Horticulturae*. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2018.06.049>



LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Produksi Jambu Biji Merah di Indonesia

Provinsi	Hasil Produksi 2023 (ton)	Provinsi	Hasil Produksi 2023 (ton)
Aceh	9,295	Nusa Tenggara Barat	13,119
Sumatera Utara	11,162	Nusa Tenggara Timur	6,482
Sumatera Barat	5,105	Kalimantan Barat	7,221
Riau	8,051	Kalimantan Tengah	3,980
Jambi	3,351	Kalimantan Selatan	1,755
Sumatera Selatan	7,622	Kalimantan Timur	2,029
Bengkulu	1,297	Kalimantan Utara	306
Lampung	15,564	Sulawesi Utara	1,745
Kep. Bangka Belitung	670	Sulawesi Tengah	920
Kep. Riau	742	Sulawesi Selatan	10,956
Dki Jakarta	2,338	Sulawesi Tenggara	1,915
Jawa Barat	78,091	Gorontalo	54
Jawa Tengah	109,989	Sulawesi Barat	474
Di Yogyakarta	9,225	Maluku	641
Jawa Timur	79,798	Maluku Utara	350
Banten	3,200	Papua Barat	1,332
Bali	5,398	Papua	479



Lampiran 2. Hasil Pra-Penelitian



Proses Sortasi dan Grading Jambu
Biji Merah



Proses *Precooling* tanpa air ozon
dan *precooling* dengan air ozon



Hari Pertama Penyimpanan di
Suhu Ruang



Hari Pertama Penyimpanan di
Suhu Dingin

Lampiran 2. Lanjutan



Hari ke 16 Penyimpanan di suhu
ruang



Hari ke 16 Penyimpanan di Suhu
Dingin



Lampiran 3. Kadar Air

Perhitungan :

M=Kadar Air

b=berat sampel+cawan (sebelum dioven)

c=berat sampel+cawan (sesudah dioven)

a=berat cawan

$$\text{Kadar Air (KA)} = \frac{b - c}{b - a} \times 100\%$$

$$KA = \frac{13,100 - 4,215}{13,100 - 3,098} \times 100\%$$

$$KA = 88,83$$

Lampiran 4. Kekerasan

Nilai Kekerasan (N/cm²)

Perhitungan

Contoh cara perhitungan luas *probe* pada *fource gauge*:

Diameter probe = 0,9 cm

Jari-jari probe = 0,45 cm

Tinggi probe (t) = 0,8

Garis juring (s) = $\sqrt{r^2+t^2}$

$$= \sqrt{0,45^2+0,8^2}$$

$$= \sqrt{0,2025+0,64}$$

$$= \sqrt{0,8425}$$

$$= 0,92$$

Luas Ujung *Probe* (A) = $\pi \times r \times s$

$$= 3,14 \times 0,45 \times 0,92$$

$$= 1,3 \text{ cm}^2$$

Gaya Tekan (F) = 74,9 N

Kekerasan = F/A

$$= \frac{74,9 \text{ N}}{1,3 \text{ cm}^2}$$

$$= 57,6 \text{ N/cm}^2$$

Lampiran 5. Vitamin C**Perhitungan :**

Keterangan :

0,88 = Ketetapan

V = Volume titrasi ($T_{akhir} - T_{awal}$)

N = Normalisasi iod

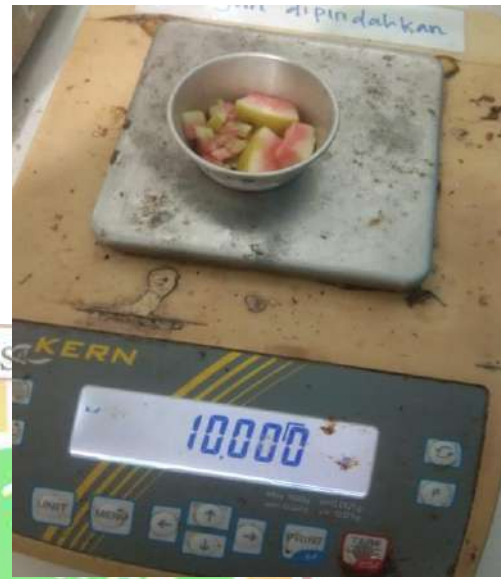
PP = Faktor Pengenceran (10)

$$\begin{aligned} \text{Vitamin C} &= \frac{0,88mg \times V \times N \times PP}{mg \text{ sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{0,88 \times 10 \times 0,8 \times 10}{10} \times 100\% \\ &= 70,400\% \end{aligned}$$



DOKUMENTASI

Persiapan Untuk Jambu Biji Merah
Perlakuan *Precooling*



Proses Penimbangan Untuk
Pengamatan Kadar Air



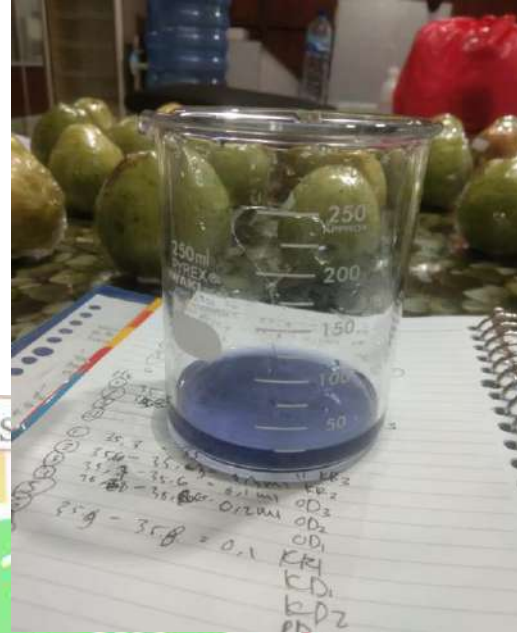
Pengambilan Data Nilai pH Jambu
Biji Merah



Pengambilan Data Kekerasan
Jambu Biji Merah



Persiapan Alat Ozon untuk
Perlakuan Ozon



Pengambilan Data Nilai Vitamin C
Jambu Biji Merah





















Pelabelan Awal Penelitian Pada
Jambu Biji Merah



Akhir Penelitian Pada Jambu Biji
Merah

Dokumentasi Buah Jambu Biji Merah selama Penyimpanan

Hari ke	Perlakuan					
	Suhu Ruang (27°C)			Suhu Dingin (10°C)		
	K27	PP27	PO27	K10	PP10	PO10
0						
2						
4						

6						
8						
10						
12						

14						
16						

