

**EFEKTIVITAS ZEOLIT DAN $KMnO_4$ DALAM MENGHAMBAT
KEMATANGAN BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum* L) PADA
SUHU RUANG**

**EFFECTIVENESS OF ZEOLIT AND $KMnO_4$ TO DELAY THE MATURITY
OF TOMATOES (*Solanum lycopersicum* L) AT ROOM TEMPERATURE**



**TRI NUR FATWA
G052201001**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK AGROINDUSTRI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024

**EFEKTIVITAS ZEOLIT DAN $KMnO_4$ DALAM MENGHAMBAT
KEMATANGAN BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum* L) PADA
SUHU RUANG**

**TRI NUR FATWA
G052201001**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK AGROINDUSTRI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**EFFECTIVENESS OF ZEOLIT AND $KMnO_4$ TO DELAY THE MATURITY
OF TOMATOES (*Solanum lycopersicum* L) AT ROOM TEMPERATURE**

**TRI NUR FATWA
G052201001**



**MASTER OF AGROINDUSTRIAL ENGINEERING STUDY PROGRAMME
FACULTY OF AGRICULTURE
HASANUDDIN UNIVERSITY
MAKASSAR, INDONESIA**

2024

**EFEKTIVITAS ZEOLIT DAN $KMnO_4$ DALAM MENGHAMBAT
KEMATANGAN BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum* L) PADA
SUHU RUANG**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Magister Teknik Agroindustri

Disusun dan diajukan oleh

TRI NUR FATWA

G052201001

kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK AGROINDUSTRI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS

**EFEKTIVITAS ZEOLIT DAN $KMnO_4$ DALAM MENGHAMBAT
KEMATANGAN BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum* L) PADA
SUHU RUANG****TRI NUR FATWA
G052201001**

telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister pada 07 Agustus 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Magister Teknik Agroindustri

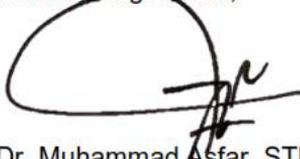
Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

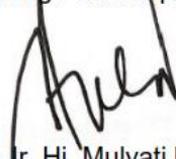
Mengesahkan:

Pembimbing Utama,



Dr. Muhammad Asfar, STP., M.Si
NIP. 19850427 201504 1 002

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Hi. Mulyati M. Tahir, MS
NIP. 19570923 198312 2 001

Ketua Program Studi Magister
Teknik Agroindustri,

Dr. rer. nat. Oilly Sanny Hutabarat, S.TP., M.Si.
NIP. 19790513 200912 2 003

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin,

Prof. Dr. Ir. Salehke, M.Sc.
NIP. 19631231988111005

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul “Efektivitas Zeolit dan KMnO_4 dalam Menghambat Kematangan Buah Tomat (*Solanum lycopersicum* L) pada Suhu Ruang” adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si, sebagai dosen pembimbing utama dan Ibu Prof. Dr. Ir. Hj. Mulyati M. Tahir, MS., sebagai dosen pembimbing pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di International Food Research Journal sebagai artikel dengan judul “Effectiveness of Zeolite and KMnO_4 as Ethylene Absorbents to Inhibit the Ripening of Tomato (*Solanum lycopersicum* L) at Room Temperature”. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 19 Agustus 2024




Tri Nur Fatwa

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan ridho-Nya telah mengabulkan doa-doa yang selalu penulis panjatkan setiap hari salah satunya dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul “Efektivitas Zeolit dan $KMnO_4$ dalam Menghambat Kematangan Buah Tomat (*Solanum lycopersicum* L) pada Suhu Ruang”. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya, yang melaluinya segala hajat dikabulkan atas izin Allah SWT. Proses penyelesaian tesis ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga tercinta, terutama kepada ayahanda Abdul Wajib, S.pd.i dan ibunda Sitti Fatmawati Syam, S.Pd., yang selalu menjadi penyemangat dan tiada hentinya memberikan dukungan baik moral maupun material, nasehat, kasih sayang, serta doa terbaik untuk kehidupan penulis. Kepada kedua kakak tercinta (Muhammad Ikhsan dan Muhammad Ikhwani) beserta kakak ipar (Nur Asmiani dan Irmayanti Syam) atas dukungan moral maupun material selama menjalankan masa studi.

Bapak Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si, selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Prof. Dr. Ir. Hj. Mulyati M. Tahir, MS., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah menyempatkan waktunya dan selalu sabar memberikan arahan, masukan serta bimbingan kepada penulis selama penyusunan tesis. Almarhum Bapak Dr. Rindam Latief, MS., yang telah mengajar dan membimbing penulis, semoga amal ibadahnya menjadi amal jariyah dan diterima oleh Allah SWT. Bapak Prof. Ir. Andi Dirpan, STP., M.Si., Ph.D., Ibu Diyah Yumeina, S.TP., M.Agr., Ph.D., dan Ibu Dr. Ratri Retno Utami, S.TP., MT., selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan, kritik, dan saran kepada penulis dalam penyusunan tesis ini. Ibu Dr.rer.nat. Olly Sanny Hutabarat, S.TP., M.Si., selaku ketua Program Studi Magister Teknik Agroindustri Universitas Hasanuddin yang membantu penulis selama penyelesaian tesis dan Bapak/Ibu dosen Fakultas Pertanian yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama masa studi hingga penyelesaian tugas akhir (tesis).

Kepada keluarga The Melocactus, Ummu Kaltsum, keluarga besar Syamsuddin Pallokkong, terima kasih sudah selalu peduli dan sabar mendukung dan mendengar keluhan-keluhan penulis. Sahabat seperjuangan magister lintas jurusan Megananda Puteri Sarahdibha terima kasih sudah menerima dan menjadi teman bagi penulis dari awal perkenalan masa studi hingga penyelesaian tesis. Kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dan memberikan motivasi kepada penulis selama menjalani perkuliahan dan penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dan semoga tesis ini dapat bermanfaat serta dapat memberikan informasi yang baik bagi pembaca.

Makassar, 19 Agustus 2024

Tri Nur Fatwa

ABSTRAK

TRI NUR FATWA. Efektivitas Zeolit dan KMnO_4 Dalam Menghambat Kematangan Buah Tomat (*Solanum lycopersicum* L) pada Suhu Ruang (dimbing oleh Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si., dan Prof. Dr. Ir. Hj. Mulyati M. Tahir, MS.)

Tomat (*Solanum lycopersicum* L) merupakan salah satu buah klimaterik yang memiliki waktu pematangan cepat. Hal ini ditandai dengan adanya kenaikan laju respirasi yang dipengaruhi oleh faktor fisiologis, mekanis, mikrobiologis dan enzimatis. Laju respirasi tomat dapat dihambat dengan menonaktifkan etilen melalui perlakuan kimiawi yaitu KMnO_4 yang dikombinasikan dengan zeolit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas dan menentukan bobot penggunaan zeolit dan KMnO_4 dalam menghambat kematangan buah tomat pada suhu ruang. Zeolit dan KMnO_4 dikemas dalam *tea bag* dan diaplikasikan bersama dengan buah tomat di dalam kemasan mika dalam kondisi atmosfer yang seragam pada suhu 28°C - 31°C dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan konsentrasi KMnO_4 yaitu A_1 : 15%, A_2 : 20%, A_3 : 25% dan bobot zeolit dan KMnO_4 yaitu B_1 : 1 g, B_2 : 2 g, B_3 : 3 g. Parameter yang diamati yaitu morfologi zeolit, susut bobot, kekerasan buah, dan warna buah. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) menggunakan *Microsoft Excel 2021*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa morfologi zeolit sebelum aktivasi berbentuk butiran-butiran yang tidak beraturan dan kasar dan beragam sedangkan zeolit setelah aktivasi menunjukkan bahwa struktur permukaan zeolit lebih padat dan halus. Penggunaan zeolit dan KMnO_4 secara signifikan mampu mengurangi susut bobot, tingkat kekerasan, dan memperlambat perubahan warna pada buah tomat dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa penambahan zeolit dan KMnO_4 . Perlakuan A_3B_3 (3 gram (zeolit+ KMnO_4 25%)) dan A_2B_2 (2 gram (zeolit+ KMnO_4 20%)) memberikan hasil terbaik dalam menghambat kematangan tomat pada parameter pengamatan.

Kata kunci: KMnO_4 , Suhu ruang, Tomat, Zeolit

ABSTRACT

TRI NUR FATWA. Effectiveness of Zeolite and KMnO_4 to Delay The Maturity of Tomato (*Solanum lycopersicum* L) at Room Temperature (supervised by Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si., and Prof. Dr. Ir. Hj Mulyati M. Tahir, MS).

Tomato (*Solanum lycopersicum* L) is one of the climatic fruits that has a fast ripening time. It is characterized by an increase in respiration rate which is influenced by physiological, mechanical, microbiological, and enzymatic factors. The respiration rate of tomatoes can be inhibited by inactivating ethylene through chemical treatment, namely KMnO_4 combined with zeolite. This study aims to analyze the effectiveness and determine the weight of using zeolite and KMnO_4 to delay the maturity of tomato fruit at room temperature. Zeolite and KMnO_4 were packaged in tea bags and applied together with tomato fruits in mica packaging under uniform atmospheric conditions at 28°C - 31°C using a completely randomized design with KMnO_4 concentrations of A1: 15%, A2: 20%, A3: 25% and the weights of zeolite and KMnO_4 were B1: 1 g, B2: 2 g, B3: 3 g. The parameters observed were zeolite morphology, weight loss, fruit hardness, and fruit color. Observation data were analyzed using variance analysis (ANOVA) using Microsoft Excel 2021. The results showed that the morphology of zeolite before activation was in the form of irregular and coarse grains and varied while zeolite after activation showed that the surface structure of zeolite was denser and smoother. Using zeolite and KMnO_4 significantly reduced weight loss, and hardness, and slowed down the discoloration of tomato fruits compared to the control treatment without adding zeolite and KMnO_4 . Treatments A_3B_3 (3 grams (zeolite+ KMnO_4 25%)) and A_2B_2 (2 grams (zeolite+ KMnO_4 20%)) gave the best results to delay tomato maturity on the observation parameters.

Keywords: KMnO_4 , Room temperature, Tomato, Zeolite

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN Sampul	i
HALAMAN Judul.....	ii
HALAMAN Pengajuan	iv
HALAMAN Persetujuan.....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Landasan Teori.....	4
1.5.1 Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L)	4
1.5.2 Fisiologi Pascapanen Buah.....	5
1.5.3 Kalium Permanganat (KMnO ₄).....	8
1.5.4 Zeolit	10
1.6.4 Kerangka Konseptual	12
1.6.5 Hipotesis	12
BAB II METODE PENELITIAN.....	13
2.1 Tempat dan Waktu	13
2.2 Bahan dan Alat	13
2.3 Rancangan Penelitian.....	13
2.4 Pelaksanaan Penelitian	14

2.4.1 Proses Pengolahan Zeolit	15
2.4.2 Perendaman Zeolit dalam Larutan KMnO_4	15
2.4.3 Perlakuan Penundaan Kematangan Tomat.....	16
2.5 Parameter Pengamatan.....	16
2.5.1 Karakterisasi zeolit dengan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	16
2.5.2 Susut bobot (%) (Hartanto, 2017)	16
2.5.3 Kekerasan Buah (N)	17
2.5.4 Warna Buah	17
2.6 Analisis data.....	18
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	19
3.1 Karakterisasi morfologi zeolit menggunakan SEM	19
3.2 Analisis Mutu Buah Tomat.....	21
3.2.1 Susut Bobot (%).....	22
3.2.2 Kekerasan Buah (N)	23
3.2.3 Warna	26
3.3 Perubahan Warna zeolit dan KMnO_4	33
BAB KESIMPULAN DAN SARAN	36
4.1 Kesimpulan	36
4.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. Spesifikasi persyaratan mutu tomat sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3162-1992.	5
2. Perlakuan Zeolit dan KMnO_4	13
3. Indeks Warna Kulit Tomat	17
4. Pengamatan hasil perlakuan zeolit	200

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. (a) Molekul KMnO_4 dalam bentuk 2D, (b) Molekul bentuk 3D.....	8
2. Zeolit bongkahan	10
3. Kerangka konseptual penelitian	12
4. Skema alur penelitian	14
5. Skema representasi sachet zeolit dan KMnO_4 pada tomat.....	15
6. Indeks warna kulit tomat.....	18
7. Hasil analisis SEM resolusi 10 μm , 20 μm dan 30 μm pada perbesaran 1000x, 3000x, dan 5000x (a)zeolit sebelum aktivasi dan (b) zeolit setelah aktivasi	19
8. Grafik rata-rata susut bobot tomat dari hari ke-0 sampai hari ke-5...	22
9. Grafik rata-rata kekerasan tomat dari hari ke-0 sampai hari ke-5.....	24
10. Grafik perubahan nilai Lightness tomat hari ke-0 sampai hari ke-5..	26
11. Grafik perubahan nilai Redness tomat hari ke-0 sampai hari ke-5 ...	28
12. Grafik perubahan nilai Yellowness tomat hari ke-0 sampai hari ke-5	30
13. Grafik perubahan nilai $^\circ\text{Hue}$ tomat hari ke-0 sampai hari ke-5.....	31
14. Perubahan warna secara kualitatif tomat dari hari ke-0 sampai hari ke-5	32
15. Perubahan warna zeolit dan KMnO_4 (a) sebelum pengaplikasian dan (b) setelah pengaplikasian	33

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Susut Bobot (%)	42
2. Kekerasan Buah (N)	46
3. Warna Nilai Lightness (L*)	49
4. Warna Nilai Redness (a*)	53
5. Warna Nilai Yellowness (b*)	56
6. Warna Nilai °Hue	59
7. Dokumentasi Penelitian	63
8. Curriculum Vitae	66

BAB PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tomat (*Solanum lycopersicum* L) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang populer dan banyak dikonsumsi oleh berbagai kalangan masyarakat Indonesia. Konsumsi tomat di sektor rumah tangga terus meningkat seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan manfaat tomat bagi kesehatan. Tomat kaya akan vitamin, mineral, dan antioksidan yang bermanfaat untuk menjaga kesehatan tubuh dan mencegah berbagai penyakit. Manfaat lain dari tomat juga banyak digunakan sebagai bahan baku industri seperti saus tomat, buah segar, buah kalengan, bahan kosmetik serta obat-obatan (Bunga et al, 2020).

Berdasarkan laporan data Badan Pusat Statistik (2024), tingkat konsumsi tomat dari sektor rumah tangga di Indonesia mengalami peningkatan yaitu pada tahun 2023 mencapai 697,22 ribu ton dan mengalami kenaikan sebesar 1,34% (9,24 ribu ton) dari tahun 2022. Tingginya tingkat konsumsi tomat, menunjukkan pentingnya komoditas tomat dalam dunia perdagangan dan menjadi prospek menjanjikan bagi petani, pedagang pengecer, pedagang besar, serta berbagai industri. Disisilain, meningkatnya konsumsi tomat membawa konsekuensi penting dalam hal penanganan pascapanen. Arti et al (2020) mendeskripsikan tomat tergolong buah klimaterik yang memiliki waktu pematangan buah cepat dengan meningkatnya respirasi dan produksi etilen, sehingga tomat mudah mengalami kerusakan yang ditandai dengan adanya perubahan fisiologis, mekanis, enzimatis dan mikrobiologis yang menyebabkan umur simpan tomat tidak bertahan lama (Mukhlis et al, 2018).

Salah satu faktor utama yang mempercepat kematangan tomat adalah gas etilen. Etilen adalah gas yang digolongkan sebagai hormon yang aktif dalam proses pematangan buah dan akan meningkat seiring dengan pematangan saat panen, kerusakan fisik, terserang hama penyakit dan terjadinya peningkatan suhu di atas 30°C (Sudjatha dan Wisaniyasa, 2017). Etilen akan memicu proses pematangan buah yang mengakibatkan terjadinya pelunakan, perubahan warna dan rasa buah selama penyimpanan (Rizal, 2017).

Fauziah et al (2016) mengklaim tomat dalam keadaan segar memiliki laju respirasi sejumlah 39,05 g CO₂/kg/jam. Laju respirasi yang tinggi dipengaruhi oleh faktor internal meliputi tingkat perkembangan organ, susunan kimia jaringan, ukuran produk, adanya pelapis alami, dan jenis jaringan. Sedangkan faktor eksternalnya meliputi suhu, keberadaan oksigen

dan karbondioksida, senyawa pengatur tumbuh, adanya luka pada buah, jenis kemasan yang digunakan, dan penggunaan etilen (Pantastico, 2011; Arti et al., 2020). Peningkatan laju respirasi dan etilen mengakibatkan umur simpan tomat menjadi lebih singkat, resiko pembusukan yang cepat dan kerugian bagi petani dan pelaku usaha.

Kesadaran masyarakat akan pentingnya mutu hasil dan produk pertanian semakin bertambah seiring berkembangnya teknologi. Selektivitas konsumen yang tinggi pada buah dan sayur mengharuskan petani dan produsen untuk mencari cara agar dapat mempertahankan kualitas dan mutu dari buah dan sayur yang mereka tawarkan. Biasanya tomat dipasarkan dalam bentuk segar, untuk itu perlu pemahaman dan penguasaan teknologi penanganan pasca panen tomat segar yang dapat meningkatkan umur simpan hingga sampai ke konsumen. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah menggunakan bahan yang dapat menghambat emisi etilen atau jumlah produksi etilen dan memperlambat penurunan mutu buah.

Beberapa peneliti melaporkan, bahwa penggunaan Kalium Permanganat (KMnO_4) dapat menghambat proses pematangan pada buah dan sayur. Namun, penggunaan KMnO_4 secara langsung tidak dianjurkan dikarenakan bentuknya yang cair akan menurunkan penampilan fisik buah, sehingga diperlukan penggunaan KMnO_4 dengan suatu bahan pembawa seperti cangkang kemiri, tanah liat, dan zeolit (Arista et al., 2017; Immaduddin et al., 2021; Yi Yin et al., 2020).

KMnO_4 merupakan penyerap etilen yang paling umum digunakan karena sifatnya yang tidak mudah menguap dan keunggulannya dalam meminimalkan kerusakan kimia (Budiman, 2012). Pemilihan bahan adsorpsi yang digunakan didasarkan pada kriteria densitas rendah, luas permukaan besar, dan bahan berpori dengan kapasitas retensi tinggi terhadap bahan aktif seperti zeolit. Zeolit merupakan mineral alami dengan struktur berpori yang terbukti efektif dalam menyerap berbagai macam kation, air ataupun gas, termasuk etilen. Zeolit memiliki sifat selektif, sehingga dapat menyerap etilen tanpa menyerap gas lain yang penting untuk respirasi tomat (Pathak et al, 2024).

Desain penyerap etilen dari nanozeolit dan KMnO_4 telah diklaim oleh Widayanti (2016) dengan perlakuan menggunakan aplikasi korporasi P1 (pencampuran melalui proses *moulding*); P2 (*tableting*); P3 (*coating*); P4 (*sacheting*), hasilnya mampu mempertahankan warna hijau pisang Ambon hingga hari ke-21 di suhu ruang dengan metode *sacheting*. Selanjutnya penelitian oleh (Faraniti, 2017) menggunakan bubuk zeolit dan KMnO_4 untuk memperpanjang umur simpan pisang Barangan dengan hasil kapasitas serap maksimalnya terhadap produksi etilen pisang Barangan yaitu

penggunaan 1,07 g/kg pisang Barangan dengan hasil terbaik perlakuan ukuran zeolit 200 mesh dengan lama perendaman 20 menit. Agustiningrum (2018), menyimpulkan bahwa penggunaan zeolit dan KMnO_4 mampu memperpanjang umur simpan dan mampu mempertahankan mutu buah pada beberapa parameter pengamatan.

Berdasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya, menunjukkan potensi penggunaan zeolit dan KMnO_4 untuk memperpanjang umur simpan tomat. Namun, penelitian yang aplikatif pada tomat dengan berbagai konsentrasi KMnO_4 dan metode aplikasi yang optimal masih belum banyak dipublikasikan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka permasalahan pokok dalam penelitian ini yaitu buah tomat memiliki umur simpan yang singkat pada suhu ruang karena mengalami respirasi tinggi yang dapat menyebabkan buah cepat mengalami pembusukan, sehingga menimbulkan resiko kerugian ekonomi pada tingkat petani, pedagang, dan penurunan kualitas produk yang diterima oleh konsumen. Oleh karena itu dibutuhkan penanganan pascapanen menggunakan zeolit dan KMnO_4 dalam menghambat kematangan buah tomat pada suhu ruang. Berdasarkan hal tersebut maka dibuat pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas penggunaan zeolit dan KMnO_4 dalam menghambat kematangan buah tomat pada suhu ruang?
2. Berapakah konsentrasi KMnO_4 dan bobot zeolit dan KMnO_4 dalam tea bag yang efektif memberikan hasil terbaik dalam menghambat kematangan buah tomat pada suhu ruang?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis efektivitas penggunaan zeolit dan KMnO_4 dalam menghambat kematangan buah tomat pada suhu ruang.
2. Menentukan konsentrasi KMnO_4 dan bobot zeolit dan KMnO_4 yang terbaik dalam menghambat kematangan tomat pada suhu ruang.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi praktis bagi petani dan produsen dalam upaya memperpanjang umur simpan buah tomat dan mempertahankan kesegarannya selama penyimpanan serta memberikan informasi dan sumber referensi bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan teknologi penanganan pascapanen menggunakan zeolit dan KMnO_4 .

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini mempunyai batasan masalah sebagai berikut:

1. Tidak mengukur jumlah etilen dan laju respirasi yang ada pada buah tomat
2. Tidak membuat model persamaan penyimpanan

1.5 Landasan Teori

1.5.1 Tomat (*Solanum lycopersicum* L)

Tomat merupakan salah satu sayuran kelompok *Solanaceae* atau terong-terongan yang paling banyak ditanam. Buah tomat menjadi salah satu buah yang paling banyak dibutuhkan oleh masyarakat karena memiliki banyak kandungan vitamin dan mineral. Selain itu buah tomat juga banyak dikonsumsi dalam keadaan segar maupun diolah sebagai bahan industri, biofarmaka, kosmetik, olahan makanan dan minuman. Berikut klasifikasi tanaman tomat menurut (Posada, 2017):

Kingdom : *Plantae*
Division : *Magnoliophyta*
Class : *Magnoliopsida*
Orde : *Solanales*
Family : *Solanaceae*
Genus : *Solanum*
Species : *Solanum lycopersicum* L.

Tomat memiliki nilai gizi yang cukup dan gizi tinggi karena mengandung vitamin A, B, C, D dan E, asam folat, antioksidan, fitosterol, *lycopene*, alfa, beta karoten dan potassium (Mubarok *et al.*, 2017). Buah tomat 100 g mengandung 3,6 g karbohidrat, 1 g protein, 0,2 g lemak, 10 g kalsium, 16 mg fosfor, 0,6 mg zat besi, 1700 IU vitamin A, 0,1 mg vitamin B, dan 21 mg vitamin C (Dobrin *et al.*, 2019).

Kualitas mutu buah tomat sangat penting untuk memastikan produk yang baik hingga sampai ke tangan konsumen. Pemanenan buah tomat yang tepat dilakukan pada saat tanaman berumur 75 hari setelah pindah tanam atau setelah berumur 3 bulan. Waktu pemanenan yang tepat dilakukan pada saat cuaca cerah dan memilih satu persatu buah yang siap dipetik dengan kriteria-kriteria yang telah ditentukan (Nofriati, 2018).

Tabel 1.1 Spesifikasi persyaratan mutu tomat sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3162-1992.

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan	
			Mutu I	Mutu II
1	Kesamaan Sifat, Varietas	-	Seragam	Seragam
2	Tingkat Ketuaan	-	Tua, tapi tidak terlalu matang dan tidak lunak	Tua, tapi tidak terlalu matang dan tidak lunak
3	Ukuran	-	Seragam	Seragam
4	Kotoran	-	Tidak ada	Tidak ada
5	Kerusakan, (jumlah/jumlah)	%	Maks. 5	Maks. 10
6	Busuk (jumlah/jumlah)	%	Maks. 1	Maks. 1

Kerusakan: Dinyatakan rusak apabila mengalami kerusakan atau cacat oleh sebab fisiologis, mekanis dan lain-lain yang terlihat pada permukaan buah

Busuk: Dinyatakan busuk apabila mengalami pembusukan akibat kerusakan biologis.

Sumber: Standar Operasional Prosedur (SOP) Budidaya Tomat (2021)

Tabel 1.1 menyajikan standar mutu buah tomat yang dapat dijadikan referensi dalam menentukan kualitas tomat terbaik. Adapun golongan tomat yang paling sering ditemukan yaitu ukuran besar (lebih dari 150 g/buah), sedang (100-150 g/buah) dan kecil (kurang dari 100 g/buah) (Anggriawan et al., 2017).

Tomat tergolong buah klimaterik yang mudah mengalami kerusakan dan waktu penyimpanannya tidak bertahan lama, karena tomat masih terus mengalami perubahan akibat pengaruh internal maupun eksternal (Arti, 2020). Umur simpan tomat relatif singkat yaitu berkisar 3-6 hari setelah panen. Selama proses pematangan itu pula, buah mengalami perubahan secara fisik maupun kimia yaitu perubahan warna, tekstur, aroma, tekanan turgor dan dinding sel, zat pati, protein, senyawa turunan fenol dan asam-asam organik (Winarno dan Wirakartakusuma, 1981).

1.5.2 Fisiologi Pascapanen Buah

Fisiologi pascapanen merupakan tahap kritis dalam siklus hidup buah, di mana berbagai proses biologi terjadi setelah buah dipanen, seperti transpirasi, respirasi, produksi etilen dan kelayuan. Fisiologi pascapanen memainkan peran penting dalam memengaruhi kualitas kematangan dan umur simpan buah.

a. Transpirasi

Buah yang setelah panen, akan terus mengalami proses respirasi dan transpirasi yang dapat menyebabkan zat dan kandungan air pada buah berkurang sehingga mengakibatkan kerusakan seperti layu, keriput,

penyusutan bobot, dan lunak. Kehilangan air tidak hanya terjadi melalui proses respirasi, namun juga melalui proses transpirasi. Transpirasi adalah proses hilangnya air dari jaringan hidup dalam bentuk gas. (Sudjatha dan Wisaniyasa, 2017).

b. Respirasi

Berdasarkan penelitian Winarno dan Aman (1981) dalam Pratiwi (2014) respirasi adalah proses metabolisme yang menggunakan oksigen untuk membakar senyawa makromolekul seperti karbohidrat, gula, protein, lemak, dan asam organik, sehingga menghasilkan molekul sederhana seperti karbondioksida, air, dan energi serta molekul lain yang dapat digunakan oleh sel untuk reaksi sintesa. Proses respirasi dapat dilihat dari persamaan reaksi kimia berikut:



Respirasi dapat diukur dengan menentukan jumlah substrat yang hilang (pati, selulosa, pektin, lemak dan protein), O_2 yang diserap, CO_2 yang dikeluarkan dan panas yang dihasilkan atau energi yang timbul. Respirasi ditentukan dengan pengukuran CO_2 dan O_2 yaitu dengan pengukuran laju penggunaan O_2 atau dengan penentuan laju pengeluaran CO_2 . Di antara pengukuran tersebut yang lebih mudah yaitu dengan mengukur produksi CO_2 yang terbentuk. Beberapa faktor yang dapat memengaruhi laju respirasi yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi tingkat perkembangan buah, susunan kimia jaringan, ukuran produk, pelapis alami dan jenis jaringannya. Sedangkan faktor eksternal terdiri dari suhu, etilen, konsentrasi CO_2 dan O_2 serta kerusakan buah (Sudjatha dan Wisaniyasa, 2017).

Respirasi dapat terjadi dengan adanya oksigen (aerob) dan tanpa adanya oksigen (anaerob). Daya simpan buah dan sayuran setelah panen dapat diketahui dengan melihat laju respirasinya. Semakin tinggi laju respirasi maka semakin pendek umur simpan buah. Berdasarkan aktivitas respirasi tersebut, maka sifat buah dapat diklasifikasikan menjadi buah klimaterik dan non-klimaterik.

c. Klimaterik

Sudjatha dan Wisaniyasa (2017), menyimpulkan bahwa klimaterik adalah pola perubahan respirasi secara mendadak yang berlangsung dengan sendirinya pada buah dan sayur tertentu dan pada waktu terjadinya perubahan biologis diawali dengan proses pembentukan etilen. Non-klimaterik adalah buah yang tidak mengalami pola perubahan laju respirasi. Terjadinya kenaikan respirasi secara mendadak dalam proses

pematangan menandakan terjadinya respirasi klimaterik. Selain itu, dapat pula terjadi adanya perbedaan respon terhadap pemberian etilen (C_2H_4) pada buah yang bersifat klimaterik dan non-klimaterik.

Pada proses pematangan buah, beberapa perubahan dapat terjadi yaitu warna, tekstur dan rasa. Perubahan tersebut tergantung dari jenis buah dan hubungan antara oksigen yang diserap, klimaterik, pektin dan pematangan buah. Protopektin terdapat pada buah yang masih mentah. Selanjutnya, pada saat terjadinya peningkatan respirasi (klimakterik menaik), protopektin berubah menjadi pektin pada puncak klimakterik. Pada saat menjelang terjadinya pemasakan buah, pektin berubah menjadi asam-asam pektat. Protopektin merupakan karbohidrat yang tidak larut sedangkan pektin karbohidrat yang dapat larut. Proses klimakterik atau pematangan terjadi sebagai hasil perubahan kimia jaringan secara alami atau biologis (Sudjatha dan Wisaniyasa, 2017).

d. Kelayuan (*Senescence*)

Kelayuan merupakan ciri kerusakan pada buah pada saat muda maupun pada saat tua. Kelayuan dapat terjadi tanpa melalui fase pematangan. Pada masa kelayuan, terjadi penurunan ukuran sel, penurunan kegiatan respirasi dan fotosintesis, melemahnya jaringan sel menyebabkan perubahan permeabilitas membran (Sudjatha dan Wisaniyasa, 2017).

e. Produksi Etilen

Etilen adalah senyawa organik berupa gas yang mudah menguap dan secara alami dihasilkan oleh aktivitas metabolisme buah dan sayur (Dominguez et al, 2016). Etilen dapat terbentuk dari buah itu sendiri maupun dari luar buah seperti suhu dan tekanan. Etilen berfungsi dalam proses pematangan buah dan sayur serta dapat memberikan efek negatif terhadap produk segar karena akan mempercepat proses pematangan, akibatnya buah akan cepat membusuk. Wills et al (1998) dalam Sudjatha dan Wisaniyasa (2017) mengemukakan bahwa pada buah klimaterik, respirasinya lebih banyak terbentuk etilen dari pada buah non-klimaterik, yaitu pada buah tomat konsentrasi etilennya senilai 3,6-29,8 $\mu\text{l/l}$ dan pada buah lemon 0,11-0,17 $\mu\text{l/l}$.

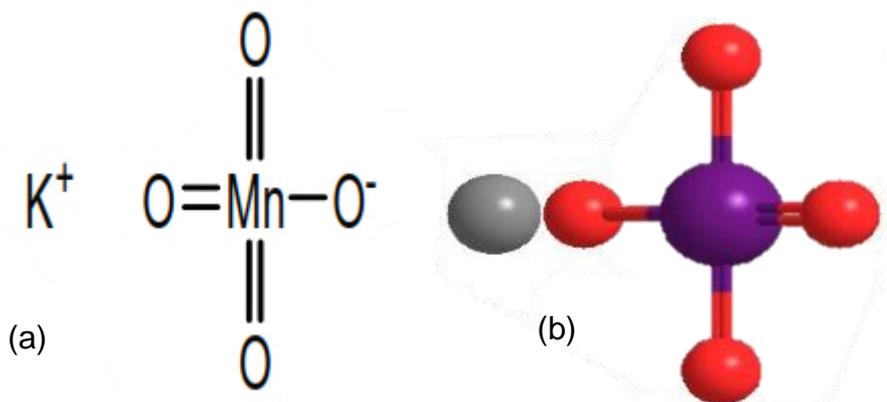
Salah satu pendekatan yang dapat diaplikasikan untuk memperpanjang umur simpan buah dan sayur serta untuk mengurangi kerugian pascapanen adalah melakukan kontrol terhadap produksi etilen. Untuk mencapai hal tersebut, teknik pengendalian dapat dilakukan dengan menghambat biosintesis etilen, menghambat aksi etilen dan menghilangkan etilen (Sousa et al., 2020). Buah dan sayur membutuhkan

absorben utama seperti zeolit, lempung, alumina, silika dan karbon aktif untuk menghilangkan etilen (Ivarez et al., 2019).

Untuk menghindari munculnya kerusakan lain dalam meningkatkan umur simpan buah, diperlukan perlakuan penyimpanan dengan memperhatikan tiap unsur teknologi yang tepat agar buah tetap dalam keadaan baik dan segar walaupun disimpan lama. Satuhu dan Supriyadi, (1999) serta Faraniti (2017) menyimpulkan bahwa penyimpanan buah dapat dilakukan secara alami maupun dengan perlakuan tertentu seperti pengaturan suhu ruang penyimpanan, kontrol etilen, penambahan bahan kimia (pelapisan, pelilinan, dan lain-lain), kontrol atmosfer, dan radiasi.

1.5.3 Kalium Permanganat (KMnO_4)

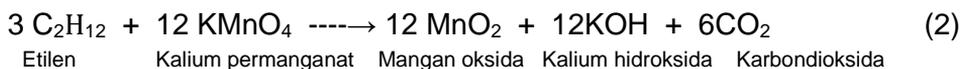
Kalium atau potassium permanganat merupakan senyawa anorganik dengan karakteristik rumus kimia yaitu KMnO_4 , tidak memiliki bau, berasa manis, berwarna ungu, molekul beratnya 158,03 g/mol, densitas 2.703 g/cm³, mudah larut dalam (metanol, aseton, sebagian larut dalam air dingin dan panas), dan merupakan garam yang mengandung ion K^+ dan MnO_4^- (Feronika & Zainul, 2018).



Gambar 1. 1 (a) Molekul KMnO_4 bentuk 2D dan (b) bentuk 3D

Sumber: Feronika & Zainul, 2018. Chemoffice 3D Version 15, Perkinelmer Informatic 2015

KMnO_4 merupakan oksidator kuat yang memiliki mangan oksidasi +4, sehingga dapat dijadikan salah satu bahan untuk mengoksidasi etilen. Etilen dapat dioksidasi oleh KMnO_4 menjadi mangandioksida, kalium hidroksida dan karbondioksida (Faraniti, 2017). Dalam penelitian Ahvenainen (2003) menyimpulkan, reaksi pemecahan etilen oleh KMnO_4 dapat dilihat dari persamaan berikut :



KMnO₄ dalam proses penggunaannya akan mengalami perubahan warna yang mengindikasikan bahwa adanya kapasitas penyerapan yang tersisa. KMnO₄ yang mulanya berwarna ungu akan berubah warna menjadi coklat apabila daya serapnya berkurang. Proses tersebut menandakan bahwa oksidasi antara KMnO₄ dengan etilen menjadi MnO₂ yang akan melekat dan menutup permukaan bahan penyerap sehingga etilen sudah tidak diserap lagi (Ahvenainen, 2003).

Menurut Setyowati (2017) KMnO₄ mempunyai keunggulan dibandingkan dengan penyerap etilen lain yaitu sifatnya tidak menguap dan dapat memperkecil kerusakan bahan kimia. KMnO₄ juga memiliki sifat yang beracun sehingga tidak dapat kontak langsung dengan produk yang dikemas. Sebagai penyerap etilen, penggunaan KMnO₄ lebih efektif digunakan dalam bentuk cair sehingga memerlukan bahan penyerap. Bahan penyerap yang baik harus mempunyai permukaan yang luas dan harus bersifat inert (tidak bereaksi), contoh bahan penyerap yang dapat digunakan yaitu silika gel, zeolit, alumina, karbon aktif dan vermikulit (Faraniti, 2017). Kemudian bahan penyerap yang digunakan bersama dengan KMnO₄ yang terbaik adalah zeolit dengan kriteria yaitu bahan berpori dengan densitas rendah, permukaannya luas dan kapasitas retensi terhadap bahan aktif tinggi (Setyowati, 2017).

Budiman (2012) menyimpulkan bahwa penggunaan zeolit dicampur KMnO₄ sebesar 90 g sebagai oksidator etilen mampu mempertahankan total padatan terlarut, total asam tertitrasi, kekerasan, susut bobot dan warna buah pepaya pada suhu kamar 28-30°C selama 12 hari, Hasil penelitian Yi Yin et al (2020) menunjukkan bahwa KMnO₄ + zeolit adalah penyerap etilen yang kuat dalam menghambat pematangan dan menjaga kualitas buah pisang pada perlakuan T4 (10 g KMnO₄ + zeolit) menunjukkan penurunan bobot paling lambat (9,62%), perubahan kekerasan (34,9%), perubahan warna, total padatan terlarut (9% Brix) dan perubahan asam yang dapat dititrasi (0,084% asam malat) pada hari terakhir pengamatan. Pisang di T4 memiliki umur simpan paling lama 15 hari dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

1.5.4 Zeolit

Zeolit adalah batuan mineral anorganik yang banyak terdapat di Indonesia. Zeolit adalah kristal aluminosilikat yang mengandung pori-pori dan rongga berskala molekul dengan ukuran mulai dari 3 Å hingga 15 Å. Oleh sebab itu, zeolit adalah katalis, penyerap, dan penukar kation yang sangat baik (Widayanti, 2016). Pori-pori zeolit mengandung kation logam seperti Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} yang dapat ditukar dengan kation lain (*exchangeable cations*) (Pakpahan, 2020). Efektivitas penyerapan tergantung pada sifat atau jenis spesies yang diserap, kapasitas pertukaran ion, keasaman padatan zeolit dan kelembaban sistem. Zeolit dengan rongga molekuler memiliki gugus aktif dalam saluran antarkristalnya dan akibatnya dapat bertindak sebagai pendukung katalis (Atikah, 2017).

Spesimen zeolit diantaranya memiliki warna putih, agak biru, agak merah, coklat karena adanya oksida besi atau logam lainnya. Zeolit dengan tekstur halus dan lunak memiliki densitas berkisar 2,0-2,3 g/cm³ (Pakpahan, 2020).



Gambar 1.2. Zeolit Bongkahan

Sumber: Widayanti, 2016

Ada banyak jenis zeolit alam yang teridentifikasi di dunia. Beberapa jenis zeolit yang ditemukan yaitu klinoptilolit, mordenit, phillipsit, chabazite, stilbite, analsim dan laumontite, offretite, paulingite, barrerite dan mazzite (Kismolo et al., 2008). Zeolit klinoptilolit merupakan zeolit alam paling banyak digunakan di dunia. Zeolit alam memiliki tingkat kristalinitas yang tidak terlalu tinggi, ukuran pori yang tidak homogen dan aktivitas katalitiknya rendah yang menyebabkan zeolit alam sebelum digunakan perlu mengalami proses modifikasi dan aktivasi terlebih dahulu. Proses aktivasi ini akan meningkatkan sifat khusus zeolit sebagai adsorben dan menghilangkan unsur pengotor (Widayanti, 2016). Penentuan jenis zeolit melalui analisis struktur mikro dari

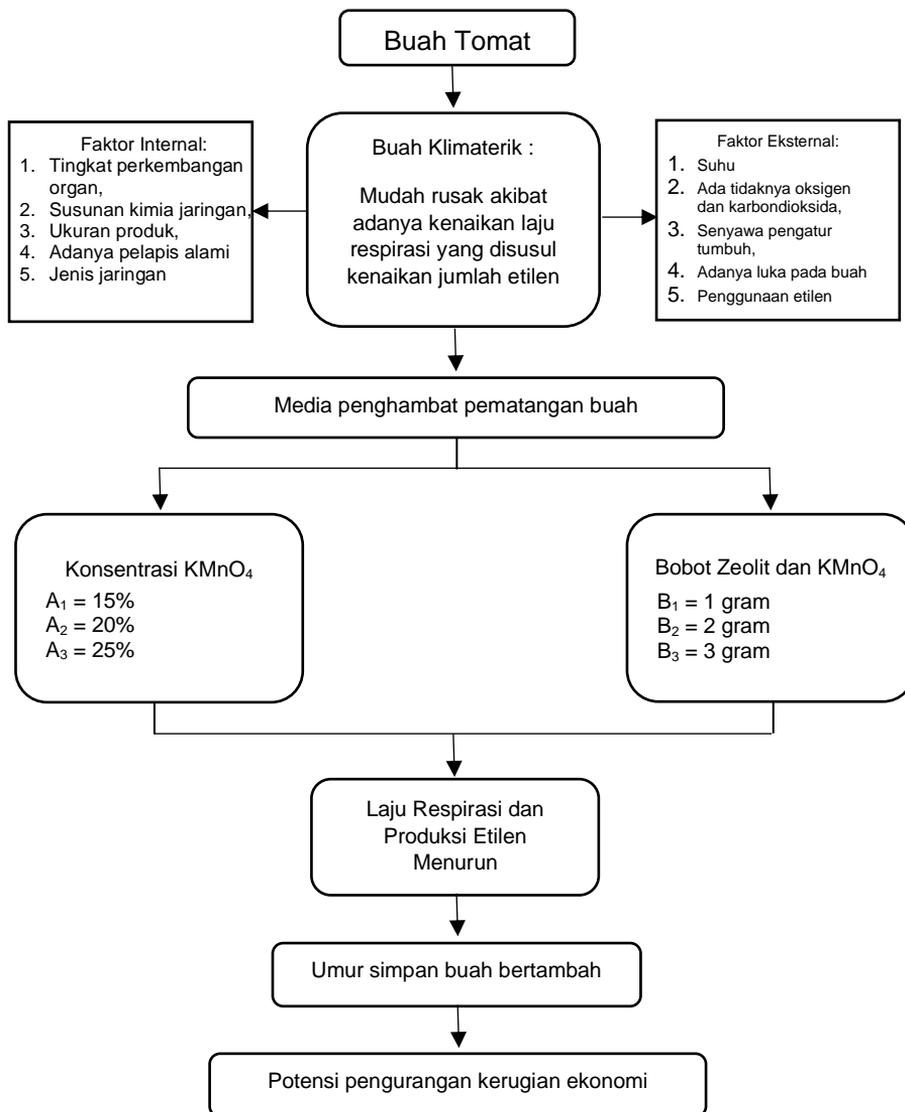
mineral dalam batuan. Analisis menggunakan SEM, EDS, XRF, XRD akan sangat membantu untuk menentukan kandungan dan jenis mineral yang dikandung dalam suatu zeolit (Atikah, 2017).

Zeolit memiliki kegunaan dibidang agrikultura, hortikultura, rumah tangga, industri pengolahan air dan pengolahan air limbah (Prasetyo et al., 2013). Kaitannya dengan bidang agrikultura maupun hortikultura yaitu digunakan sebagai adsorben. Kegunaan zeolit berdasarkan atas kemampuannya melakukan pertukaran kation adsorpsi dan katalisator. Zeolit mempunyai bentuk kristal yang sangat teratur dengan rongga yang saling berhubungan ke segala arah sehingga menyebabkan luas permukaan zeolit sangat besar. Berdasarkan hal tersebut zeolit sangat baik digunakan sebagai adsorben (Álvarez-Hernández et al., 2019; Khairunnisa et al., 2021; Sofith et al., 2020).

Zeolit dapat diaplikasikan sesuai fungsinya dan memerlukan proses pengolahan hingga aktivasi (Atikah, 2017). Aktivasi dapat dilakukan secara fisika dan kimia. Proses aktivasi fisika dapat dilakukan dengan kalsinasi zeolit pada suhu 400°C dan aktivasi kimia menggunakan asam atau basa kuat. Penggunaan asam atau basa kuat untuk aktivasi zeolit bisa dilihat dari tujuan penggunaannya. Jika larutan yang akan diserap oleh zeolit bersifat polar maka larutan aktivasi yang digunakan harus larutan yang bersifat basa kuat dan sebaliknya jika larutan yang akan diadsorb oleh zeolit bersifat non polar maka larutan aktivasi harus bersifat asam kuat. Larutan asam akan mempengaruhi rasio Si/Al dan meningkatkan pembentukan rongga kosong pada zeolit (Widayanti, 2016).

Zeolit merupakan bahan non logam yang dapat digunakan sebagai matriks penyerap etilen, dan KMnO_4 juga sudah banyak dilakukan diantaranya penelitian yang dilakukan oleh (Chong et al., 2020) Efektivitas dari berbagai macam etilen adsorber komersil untuk memperpanjang masa simpan produk pertanian dan menyimpulkan bahwa zeolit yang di *coating* dengan KMnO_4 adalah etilen adsorber terbaik, baik secara ekonomi maupun efektifitasnya dalam memperpanjang masa simpan dan juga menurut Faraniti (2017), zeolit dan KMnO_4 yang di *sacheting* mampu mengoksidasi etilen pada pisang barangan.

1.6.4 Kerangka Konseptual



Gambar 1.3 Kerangka Konseptual Penelitian

1.6.5 Hipotesis

Berdasarkan uraian di atas, dapat disusun hipotesis sebagai berikut:

1. Ada perbedaan efektivitas antara berbagai konsentrasi $KMnO_4$ dan bobot zeolit dan $KMnO_4$ dalam menghambat kematangan buah tomat pada suhu ruang.
2. Ada satu kombinasi konsentrasi $KMnO_4$ dan bobot zeolit dan $KMnO_4$ efektif dalam menghambat kematangan buah tomat pada suhu ruang.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrostruktur Fakultas Teknik dan Laboratorium Lingkungan Fakultas Teknik Industri Universitas Muslim Indonesia untuk pengolahan zeolit dan KMnO_4 , dan di Laboratorium Pengolahan Pangan dan *Global Development Learning Network (GDLN)* Universitas Hasanuddin untuk pengaplikasian dan pengamatan zeolit dan KMnO_4 . Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober hingga Desember 2022.

2.2 Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tomat varietas Gustavi dengan tingkat kematangan *breaker* dengan berat ≤ 100 gram/buah yang diperoleh dari petani Kecamatan Tombolo Pao Kabupaten Gowa, sabun, air, aquades, KMnO_4 sebagai oksidan etilen, zeolit komersil, *tea bag* 5x5,7 cm, plaster bening, kotak plastik mika (*polypropylene*) 15x11x7cm, *plastic wrap*, KOH 1 N, dan label.

Sedangkan alat yang digunakan yaitu mesin *ball mill*, spatula, mortar, ayakan 200 mesh, kertas saring, labu takar, gelas *beaker*, gelas ukur, cawan petri, cawan porcelain, pipet tetes, spatula, erlenmeyer, corong kaca, tanur, desikator, oven, *texture analyzer*, *colorimeter*, timbangan analitik, pH meter, dan ember.

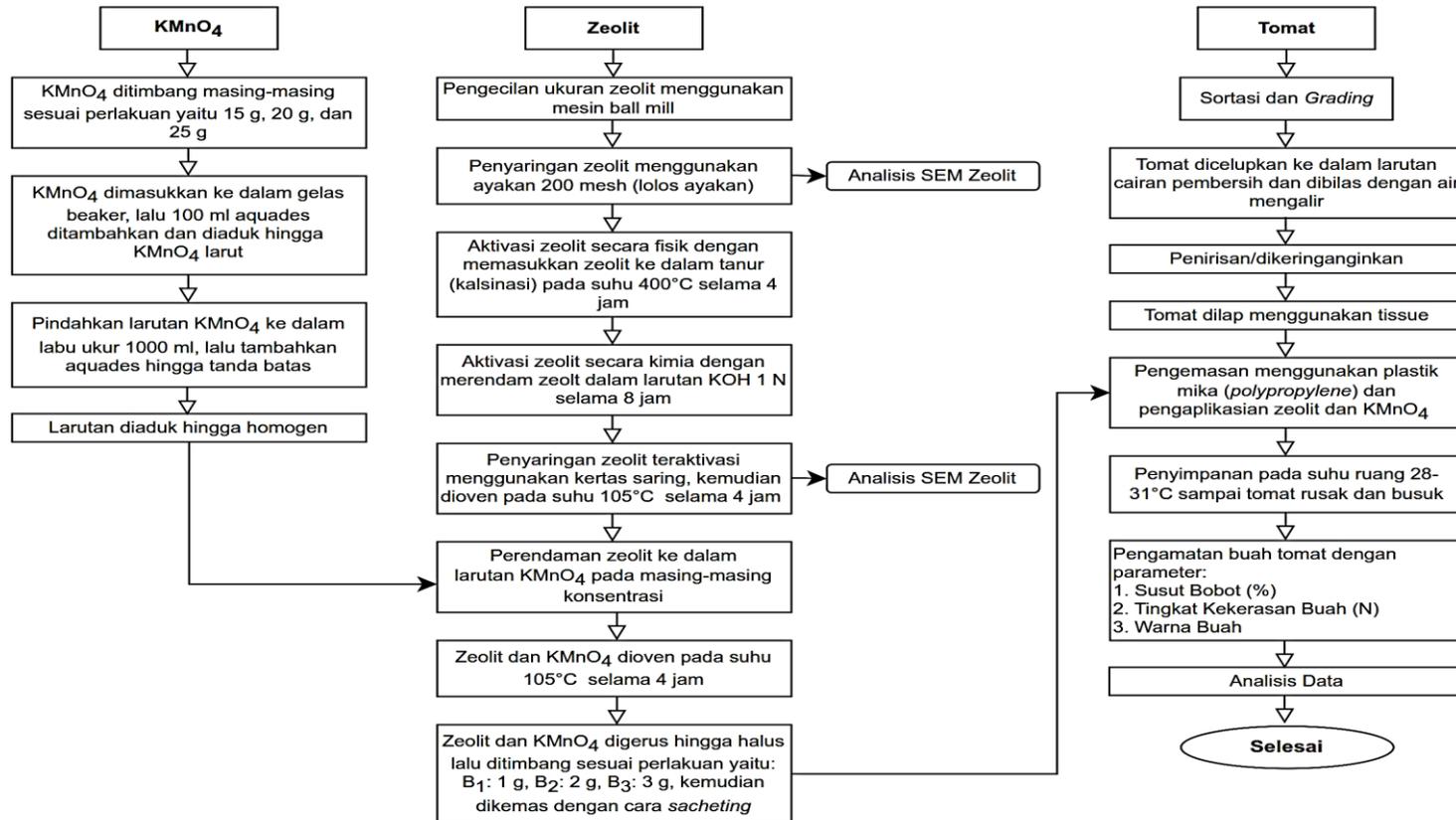
2.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam bentuk metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan konsentrasi KMnO_4 yaitu A_1 : 15%, A_2 : 20%, A_3 : 25% dan bobot zeolit dan KMnO_4 dalam *tea bag* yaitu B_1 : 1 g, B_2 : 2 g, B_3 : 3 g. Terdapat 10 sampel perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali, kemudian tomat disimpan pada suhu ruang 28°C-31°C, perlakuan zeolit dan KMnO_4 dapat dilihat pada Tabel 2.1:

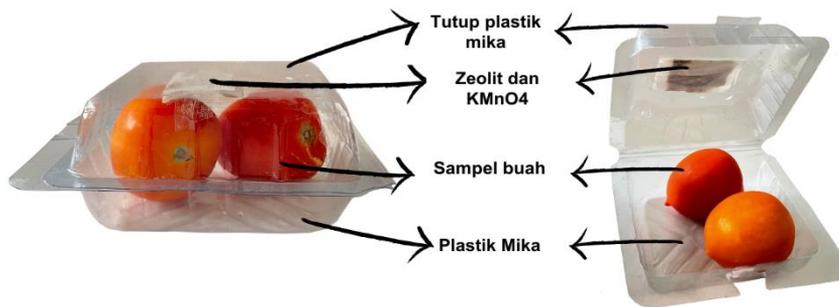
Tabel 2.1 Perlakuan Zeolit dan KMnO_4

Sampel	Konsentrasi dan bobot (zeolit dan KMnO_4)
Kontrol	Tanpa penambahan zeolit dan KMnO_4
A1B1	1 gram (zeolit + KMnO_4 15%)
A1B2	2 gram (zeolit + KMnO_4 15%)
A1B3	3 gram (zeolit + KMnO_4 15%)
A2B1	1 gram (zeolit + KMnO_4 20%)
A2B2	2 gram (zeolit + KMnO_4 20%)
A2B3	3 gram (zeolit + KMnO_4 20%)
A3B1	1 gram (zeolit + KMnO_4 25%)
A3B2	2 gram (zeolit + KMnO_4 25%)
A3B3	3 gram PE (zeolit + KMnO_4 25%)

2.4 Pelaksanaan Penelitian



Gambar 2.1 Skema alur penelitian



Gambar 2.2 Skema representasi *sachet* zeolit dan KMnO_4 pada tomat

2.4.1 Proses Pengolahan Zeolit

Pada tahap ini zeolit yang digunakan adalah zeolit komersial berbentuk bongkahan kecil. Zeolit yang masih dalam bentuk bongkahan kecil tersebut terlebih dahulu dihancurkan, kemudian digiling menggunakan mesin *ball mill*. Zeolit yang telah halus disaring menggunakan ayakan 200 mesh. Zeolit kemudian diaktivasi secara fisik dan kimia yaitu sebagai berikut:

a. Aktivasi secara Fisik

Zeolit bubuk dimasukkan ke dalam cawan porcelain, kemudian dipanaskan (kalsinasi) dalam tanur pada suhu 400°C selama 4 jam, lalu didiamkan dalam tanur sampai suhu kamar dan ditampung dalam desikator (Widayanti, 2016).

b. Aktivasi secara Kimia

Zeolit ukuran 200 mesh sebanyak 100 gram dimasukkan ke dalam gelas beker volume 1000 mL yang telah berisi larutan KOH 1 N pada suhu kamar hingga seluruh zeolit terendam. Selanjutnya direndam dan diaduk selama 48 jam, kemudian disaring menggunakan kertas saring lalu diukur pH filtratnya (Widayanti, 2016). Padatan yang diperoleh dipindahkan ke dalam cawan petri, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 4 jam dan dihaluskan menggunakan mortar kemudian dilakukan analisis SEM zeolit untuk melihat lebih detail tentang morfologinya (Pakpahan, 2020).

2.4.2 Perendaman Zeolit dalam Larutan KMnO_4

Zeolit yang sudah diaktivasi selanjutnya direndam dalam larutan KMnO_4 sesuai dengan konsentrasi perlakuan selama 20 menit. Konsentrasi KMnO_4 yaitu terdiri dari 15% (15 g KMnO_4 dalam 100 ml aquades), 20% (20 g KMnO_4 dalam 100 ml aquades), 25% (25 g KMnO_4 dalam 100 ml aquades). Kemudian larutan tersebut diencerkan dengan menambahkan aquades hingga volume total mencapai 1000 ml. Sehingga konsentrasi akhir larutan

KMnO₄ pengenceran adalah 15, 20, dan 25 gram/liter. Setelah itu, disaring dan dioven pada suhu 105°C selama 4 jam lalu dihaluskan menggunakan mortar. Setelah halus zeolit dan KMnO₄ selanjutnya dianalisis menggunakan SEM dan ditimbang sesuai perlakuan yaitu B₁: 1 g, B₂: 2 g, B₃: 3 g dan dibungkus dengan *tea bag* dengan cara *sacheting*.

2.4.3 Perlakuan Penundaan Kematangan Tomat

Buah tomat dipanen pada umur 75 hari setelah tanam (Sari et al., 2021; SOP, 2021) dengan tingkat kematangan *breaker*. Tomat disortasi guna untuk memisahkan atau menyeleksi tomat yang bagus dengan yang rusak (busuk, berlubang, luka dan lain-lain) dan *grading* dengan mengelompokkan tomat sesuai grade atau ukurannya. Buah tomat yang dipilih yaitu dengan berat ≤100 gram/buah. Selanjutnya tomat dicelupkan dalam larutan cairan pembersih dan dibilas dengai air mengalir lalu ditiriskan dan dikeringanginkan.

Tomat yang digunakan pada pengujian ini berada pada tahap kematangan *turning-pink* dan model sampel destruktif pada semua parameter. Setiap sampel terdiri dari 2 buah tomat dengan berat 100 gram. Sebelumnya, tomat dibersihkan dengan tissue dan dimasukkan ke dalam kemasan plastik mika (*polypropilene*). Di dalam kemasan, diletakkan *sachet* zeolit dan KMnO₄ pada bagian tengah tutup kemasan. Kemasan kemudian ditutup rapat menggunakan plastic wrap untuk mencegah masuknya udara. Seluruh sampel disimpan pada suhu ruang 28°C-31°C dan diamati setiap hari hingga terjadi kerusakan.

2.5 Parameter Pengamatan

2.5.1 Karakterisasi zeolit dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Morfologi zeolit didapatkan dengan mengambil gambar penampang sampel menggunakan alat SEM JEOL JCM-6000Plus Neoscope™, JEOL Ltd., Tokyo Japan. SEM bekerja dengan menghasilkan elektron yang akan bereaksi dengan ion dari sampel uji lalu menampilkan data dalam bentuk gambar. Pengujian dilakukan pada sampel zeolit komersial sebelum dan sesudah diaktivasi, dengan tujuan untuk membandingkan apakah terjadi perubahan pada sampel zeolit.

2.5.2 Susut bobot (%) (Hartanto, 2017)

Susut bobot adalah perubahan berat pada tomat selama penyimpanan. Pengukuran bobot buah dilakukan pada hari ke-0 dan bobot selanjutnya diukur tiap hari hingga buah busuk atau rusak di ruang penyimpanan

menggunakan timbangan digital, kemudian dihitung pengurangan berat buah menggunakan rumus berikut:

$$\text{Susut bobot} = \frac{\text{bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{bobot awal}} \times 100\%$$

2.5.3 Kekerasan Buah (N)

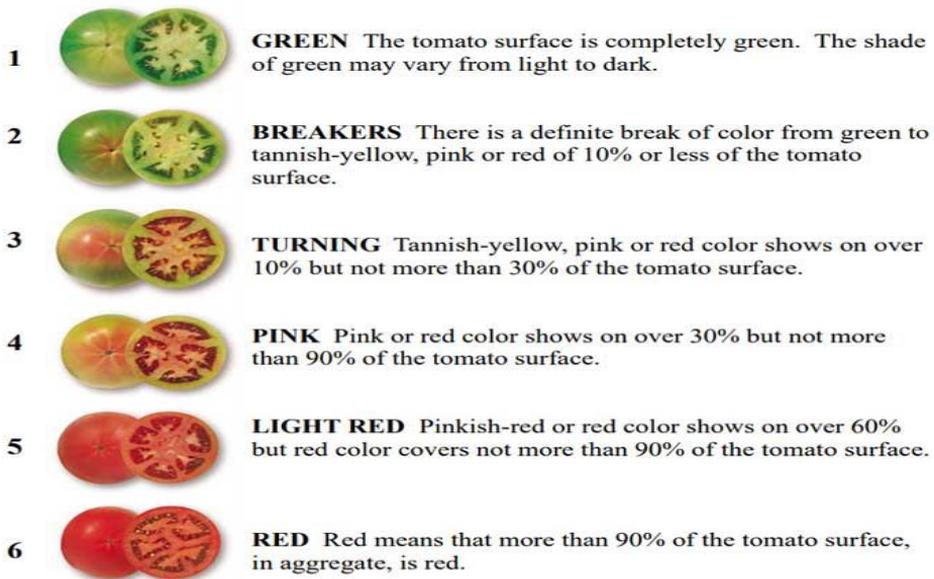
Kekerasan buah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat kekerasan dan tekstur buah tomat akibat adanya respirasi dan transpirasi. Kekerasan buah tomat diamati tiap hari dan diukur menggunakan alat *Texture Analyzer*. Pengukuran dilakukan pada tiga tempat yaitu bagian atas, tengah, dan bawah dari buah tomat dengan cara sampel diletakkan di bawah jarum berbentuk silinder yang perlahan-lahan ditekan hingga menembus dinding buah tomat. Nilai kekerasan buah diukur berdasarkan besaran nilai N (Newton).

2.5.4 Warna Buah

Warna buah adalah perubahan warna pada buah tomat selama penyimpanan. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui tingkat kematangan dan kualitas buah tomat dengan melakukan pengamatan warna tiap hari menggunakan indeks warna kulit buah tomat pada tabel 2.2 di bawah ini:

Tabel 2.2 Indeks Warna Kulit Tomat

Stadia	Warna Kulit Buah
<i>Green</i>	Seluruh permukaan buah berwarna hijau terang sampai hijau gelap
<i>Breaker</i>	Permukaan berwarna hijau ke kuning kemerahan ≤ 10%
<i>Turning</i>	Warna permukaan 10%-30% berwarna kuning kemerahan, pink atau merah atau kombinasi warna tersebut
<i>Pink</i>	Warna permukaan 30%-60% berwarna merah muda
<i>Light Red</i>	Warna permukaan 60%-90% berwarna merah muda sampai merah
<i>Red</i>	Warna merah lebih dari 90%, merah tua



Gambar 2.3 Indeks warna kulit tomat

Sumber: California Tomato Commission. <https://empressofdirt.net/ripen-tomatoes/>

Pengamatan warna buah tomat dilanjutkan dengan menggunakan alat *colorimetric* dengan memindai warna permukaan sampel yang diletakkan di bawah sensor pada 3 titik bagian pengukuran tomat yaitu atas, tengah, bawah, dan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Data yang diperoleh kemudian dirata-ratakan. Alat tersebut akan menyampaikan hasil pengukuran berupa nilai (L^* , a^* , b^*) dimana nilai L^* (+) terang/ (-) gelap, a^* (+) merah/ (-) hijau, dan b^* (+) kuning/ (-) biru, yang mana apabila nilainya meningkat pada buah tomat menunjukkan adanya proses pematangan buah tomat yang ditandai dengan perubahan warna dari hijau menjadi merah dan untuk mendeskripsikan warna dominan dalam campuran beberapa warna dapat dilihat dari sudut rona atau *hue angle* ($^{\circ}\text{Hue}$) = $\tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right)$, dimana 0 sama dengan merah/ungu, 90 sama dengan kuning, 180 sama dengan hijau, dan 270 sama dengan biru (Dobrucka et al., 2017).

2.6 Analisis data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian kemudian diuji menggunakan Sidik Ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) pada aplikasi *Microsoft Excel* 2021. Apabila ada perbedaan nyata antar perlakuan yang diujikan maka akan diuji lanjut menggunakan Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf α 5%.