

PENGARUH JENIS PELARUT SERTA WAKTU DAN TEMPERATUR EKSTRAKSI TERHADAP PEROLEHAN DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DALAM EKSTRAKSI ANTIOKSIDAN DARI TOMAT

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar
sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

oleh :

Vanessa Levina

(6141801050)

Pembimbing :

Dr. Angela Justina Kumalaputri, S.T., M.T.

Tony Handoko, S.T., M.T



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

2022

***THE EFFECT OF SOLVENT, EXTRACTION TIME,
AND TEMPERATURE ON YIELD AND
ANTIOXIDANT ACTIVITY IN ANTIOXIDANT
EXTRACTION FROM TOMATOES***

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar
sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

oleh :

Vanessa Levina

(6141801050)

Pembimbing :

Dr. Angela Justina Kumalaputri, S.T., M.T.

Tony Handoko, S.T., M.T



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

2022

LEMBAR PENGESAHAN


**JUDUL : PENGARUH JENIS PELARUT SERTA WAKTU DAN TEMPERATUR
EKSTRAKSI TERHADAP PEROLEHAN DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
DALAM EKSTRAKSI ANTIOKSIDAN DARI TOMAT**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,

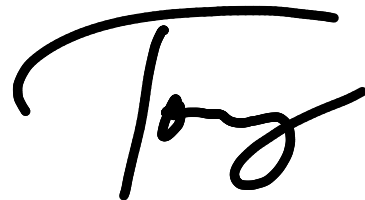
Bandung, 5 Juli 2022

Pembimbing 1



Dr. Angela Justina Kumalaputri, S.T., M.T.

Pembimbing 2



Tony Handoko, S.T., M.T

LEMBAR REVISI

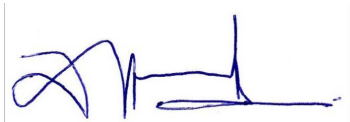
**JUDUL : PENGARUH JENIS PELARUT SERTA WAKTU DAN TEMPERATUR
EKSTRAKSI TERHADAP PEROLEHAN DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
DALAM EKSTRAKSI ANTIOKSIDAN DARI TOMAT**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 5 Juli 2022

Penguji 1



Ir. Y.I.P. Arry Miryanti, M.Si.

Penguji 2



Hans Kristianto, S.T., M.T



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vanessa Levina

NPM : 6141801050

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

**PENGARUH JENIS PELARUT SERTA WAKTU DAN TEMPERATUR
EKSTRAKSI TERHADAP PEROLEHAN DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
DALAM EKSTRAKSI ANTIOKSIDAN DARI TOMAT**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 5 Juli 2022



Vanessa Levina

(6141801050)

INTISARI

Antioksidan adalah senyawa yang dapat melindungi sel akibat kerusakan dengan cara mencegah proses oksidasi. Secara alami, antioksidan dapat diperoleh dari bagian-bagian tanaman, salah satu contohnya adalah buah tomat. Salah satu antioksidan yang terdapat pada buah tomat adalah likopen ($C_{40}H_{56}$). Likopen merupakan golongan karotenoid berwarna merah yang banyak dimanfaatkan dalam bidang kesehatan karena dapat mencegah resiko penyakit kardiovaskuler dan kanker. Ekstraksi antioksidan dari tomat dapat dilakukan dengan metode konvensional (maserasi dan *soxhlet*), maupun metode novel (*supercritical fluid*, *ultrasound assisted*, dan *microwave assisted extraction*).

Ekstraksi antioksidan dari tomat pada penelitian ini akan dilakukan dengan metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE). Buah tomat akan dikeringkan terlebih dahulu pada *vacuum dryer* hingga kadar air mencapai 6-8 %. Variabel yang divariasikan adalah jenis pelarut (etil asetat dan etanol), waktu ekstraksi (15, 30, dan 45 menit), dan temperatur ekstraksi (30, 45, dan 60 °C). Perolehan ekstrak akan dianalisis dengan membandingkan berat ekstrak terhadap berat sampel. Selain itu, aktivitas antioksidan akan dianalisis dengan metode 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH).

Dari hasil penelitian, perolehan antioksidan tertinggi sebesar 27,050 % didapatkan pada kondisi pelarut etanol, waktu 45 menit, dan temperatur 60 °C. Sementara itu, antioksidan terkuat dengan nilai IC_{50} sebesar 38,9058 ppm didapatkan pada kondisi pelarut etil asetat, waktu 45 menit, dan temperatur 60 °C. Penggunaan pelarut etanol memberikan perolehan antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan etil asetat, tetapi penggunaan pelarut etil asetat memberikan nilai IC_{50} yang lebih kecil atau aktivitas antioksidan lebih kuat dibandingkan etanol. Semakin lama waktu ekstraksi dan semakin tinggi temperatur ekstraksi, maka perolehan antioksidan akan semakin besar dan aktivitas antioksidan semakin kuat.

Kata kunci: tomat, ekstraksi, ultrasonik, likopen, DPPH, UAE

ABSTRACT

Antioxidants are compounds that can protect cells from damage by preventing the oxidation process. Antioxidants can be found naturally from plants, such as tomatoes. One of the antioxidants found in tomatoes is lycopene (C₄₀H₅₆). Lycopene itself is a red carotenoid group that is widely used in pharmaceutical because it can prevent the risk of cardiovascular disease and cancer. Extraction of antioxidants from tomatoes can be carried out by conventional methods (maceration and Soxhlet), as well as novel methods (supercritical fluid, ultrasound assisted, and microwave assisted extraction).

Extraction of antioxidants from tomato in this study will be carried out using Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) method. Tomato will be dried first in a vacuum dryer until the moisture content reaches 6-8%. The extraction variables are solvent (ethyl acetate and ethanol), extraction time (15, 30, and 45 minutes), and extraction temperature (30, 45, and 60 °C). The obtained extract will be analyzed by comparing the weight of the extract to the weight of the sample. In addition, the antioxidant activity will be analyzed using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method.

From the results, the highest antioxidant yield of 27.050% was found in ethanol solvent, time of 45 minutes, and a temperature of 60 °C. Meanwhile, the strongest antioxidant with an IC₅₀ value of 38.9058 ppm was found under conditions of ethyl acetate solvent, extraction time 45 minutes, and extraction temperature 60 °C. The use of ethanol as solvent gives higher antioxidant yields than ethyl acetate, but the use of ethyl acetate solvent gives smaller IC₅₀ value or stronger antioxidant activity than ethanol. The longer extraction time and the higher extraction temperature, give higher antioxidant yield and stronger antioxidant.

Keywords: tomato, extraction, ultrasonic, lycopene, DPPH, UAE

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa oleh karena rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Pengaruh Jenis Pelarut Serta Waktu dan Temperatur Ekstraksi terhadap Perolehan dan Aktivitas Antioksidan dalam Ekstraksi Antioksidan dari Tomat”. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan penelitian ini, terutama kepada:

1. Ibu Dr. Angela Justina Kumalaputri, S.T., M.T. dan Bapak Tony Handoko, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, , saran dan waktu selama proses penyusunan laporan penelitian ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis atas doa dan dukungan yang diberikan.
3. Teman-teman penulis atas dukungan yang diberikan
4. Semua pihak yang turut berkontribusi dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan yang dalam laporan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis terbuka akan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai bahan perbaikan bagi penulis. Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih atas perhatian pembaca dan berharap supaya laporan penelitian ini dapat bermanfaat.

Bandung, 5 Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR REVISI.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah.....	3
1.3 Identifikasi Masalah.....	3
1.4 Premis.....	3
1.5 Hipotesis.....	8
1.6 Tujuan Penelitian.....	8
1.7 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Tomat.....	9
2.1.1 Kandungan Buah Tomat.....	11
2.2 Antioksidan.....	11
2.2.1 Karotenoid.....	13
2.2.2 Likopen.....	13
2.2.3 Aktivitas Antioksidan.....	14
2.3 Pengeringan.....	16
2.4 Lisis Sel.....	17
2.5 Ekstraksi.....	17
2.5.1 Faktor yang Mempengaruhi Ekstraksi.....	18
2.5.2 Metode Ekstraksi.....	20
2.6 Ekstraksi Likopen dari Tomat.....	24
2.6.1 Metode Konvensional.....	24
2.6.2 Metode Novel.....	26

BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Bahan Penelitian	30
3.2 Peralatan Penelitian	30
3.3 Prosedur Penelitian	30
3.3.1 Perlakuan Awal	30
3.3.2 Ekstraksi Antioksidan Metode UAE	32
3.3.3 Ekstraksi Antioksidan Metode Fluida Superkritik	33
3.4 Analisis Penelitian	35
3.4.1 Analisis Kadar Air	35
3.4.2 Analisis Perolehan Ekstrak	35
3.4.3 Analisis Aktivitas Antioksidan	35
3.5 Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian	36
BAB IV PEMBAHASAN PENELITIAN	37
4.1 Perlakuan Awal	37
4.2 Ekstraksi Antioksidan Metode UAE	37
4.2.1 Analisis Perolehan Ekstrak	38
4.2.2 Analisis Aktivitas Antioksidan	43
4.3 Ekstraksi Antioksidan Metode Fluida Superkritik	48
4.3.1 Analisis Perolehan Ekstrak	48
4.3.2 Analisis Aktivitas Antioksidan	49
4.4 Perbandingan Metode UAE dengan Metode Lain	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN A <i>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</i>	60
A.1 Etil Asetat	60
A.2 Etanol	61
A.3 DPPH	62
LAMPIRAN B PROSEDUR ANALISIS	64
B.1 Analisis Kadar Air	64
B.2 Analisis Perolehan Ekstrak	65
B.3 Analisis Aktivitas Antioksidan	65
LAMPIRAN C DATA PENGAMATAN	67
C.1 Ekstraksi Antioksidan Metode UAE	67
C.1.1 Analisis Perolehan Ekstrak	67

C.1.2 Analisis Aktivitas Antioksidan.....	68
C.2 Ekstraksi Antioksidan Metode Fluida Superkritik.....	68
C.2.1 Analisis Perolehan Ekstrak.....	68
C.2.2 Analisis Aktivitas Antioksidan.....	68
LAMPIRAN D GRAFIK	69
D.1 Ekstraksi Antioksidan Metode UAE.....	69
D.1.1 Hasil Analisis Perolehan Ekstrak	69
D.1.2 Hasil Analisis Aktivitas Antioksidan	70
D.2 Ekstraksi Antioksidan Metode Fluida Superkritik.....	79
D.2.1 Analisis Aktivitas Antioksidan.....	79
LAMPIRAN E CONTOH PERHITUNGAN.....	80
E.1 Perhitungan Perolehan.....	80
E.2 Perhitungan % Inhibisi	80
E.3 Perhitungan Nilai IC ₅₀	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Produksi Tomat di Indonesia	1
Gambar 1.2 Produksi Tomat Menurut Provinsi pada Tahun 2019	2
Gambar 2.1 Jenis Buah Tomat	10
Gambar 2.2 Struktur Likopen	14
Gambar 2.3 Reaksi DPPH dengan Antioksidan	15
Gambar 3.1 Rangkaian Alat Ekstraksi	31
Gambar 3.2 Diagram Alir Perlakuan Awal	31
Gambar 3.3 Diagram Alir Ekstraksi	33
Gambar 4.1 Bubuk Tomat	37
Gambar 4.2 Hasil Ekstraksi Bubuk Tomat pada Variasi Waktu 30 Menit, Temperatur 45 °C, dan Pelarut (a) Etil Asetat, (b) Etanol	39
Gambar 4.3 Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Perolehan Ekstrak pada Waktu Ekstraksi 15 Menit	39
Gambar 4.4 Pengaruh Waktu Ekstraksi Terhadap Perolehan Ekstrak pada Pelarut (a) Etanol dan (b) Etil Asetat	41
Gambar 4.5 Pengaruh Temperatur Ekstraksi Terhadap Perolehan Ekstrak (a) Etanol dan (b) Etil Asetat	42
Gambar 4.6 Larutan Ekstrak dengan Variasi Pelarut Etil Asetat, Waktu 30 Menit, dan Temperatur 45 °C	43
Gambar 4.7 Analisis Aktivitas Antioksidan dengan Variasi Pelarut Etil Asetat, Waktu 30 Menit, dan Temperatur 45 °C	44
Gambar 4.8 Analisis Aktivitas Antioksidan pada Waktu Ekstraksi 45 Menit	45
Gambar 4.9 Pengaruh Waktu Ekstraksi Terhadap Aktivitas Antioksidan pada Pelarut (a) Etanol dan (b) Etil Asetat	46
Gambar 4.10 Pengaruh Temperatur Ekstraksi Terhadap Aktivitas Antioksidan pada Pelarut (a) Etanol dan (b) Etil Asetat	47
Gambar 4.11 Hasil Ekstraksi Metode Fluida Superkritik (a) Etil Asetat, (b) Etanol	48
Gambar B.1 Diagram Alir Analisis Kadar Air	64
Gambar B.2 Diagram Alir Analisis Perolehan Ekstrak	65
Gambar B.3 Diagram Alir Analisis Aktivitas Antioksidan	66
Gambar D.1 Pengaruh Waktu Ekstraksi Terhadap Perolehan Ekstrak pada Pelarut (a) Etanol dan (b) Etil Asetat	69
Gambar D.2 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etanol, Waktu 15 menit, Temperatur 30 °C	70
Gambar D.3 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etil Asetat, Waktu 15 menit, Temperatur 30 °C	70
Gambar D.4 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etanol, Waktu 30 menit, Temperatur 30 °C	71
Gambar D.5 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etil Asetat, Waktu 30 menit, Temperatur 30 °C	71
Gambar D.6 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etanol, Waktu 45 menit, Temperatur 30 °C	72

Gambar D.7 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etil Asetat, Waktu 45 menit, Temperatur 30 °C	72
Gambar D.8 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etanol, Waktu 15 menit, Temperatur 45 °C	73
Gambar D.9 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etil Asetat, Waktu 15 menit, Temperatur 45 °C	73
Gambar D.10 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etanol, Waktu 30 menit, Temperatur 45 °C	74
Gambar D.11 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etil Asetat, Waktu 30 menit, Temperatur 45 °C	74
Gambar D.12 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etanol, Waktu 45 menit, Temperatur 45 °C	75
Gambar D.13 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etil Asetat, Waktu 45 menit, Temperatur 45 °C	75
Gambar D.14 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etanol, Waktu 15 menit, Temperatur 60 °C	76
Gambar D.15 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etil Asetat, Waktu 15 menit, Temperatur 60 °C	76
Gambar D.16 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etanol, Waktu 30 menit, Temperatur 60 °C	77
Gambar D.17 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etil Asetat, Waktu 30 menit, Temperatur 60 °C	77
Gambar D.18 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etanol, Waktu 45 menit, Temperatur 60 °C	78
Gambar D.19 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etil Asetat, Waktu 45 menit, Temperatur 60 °C	78
Gambar D.20 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etanol Metode Fluida Superkritik	79
Gambar D.21 Grafik Konsentrasi (ppm) terhadap % Inhibisi Variasi Pelarut Etil Asetat Metode Fluida Superkritik	79

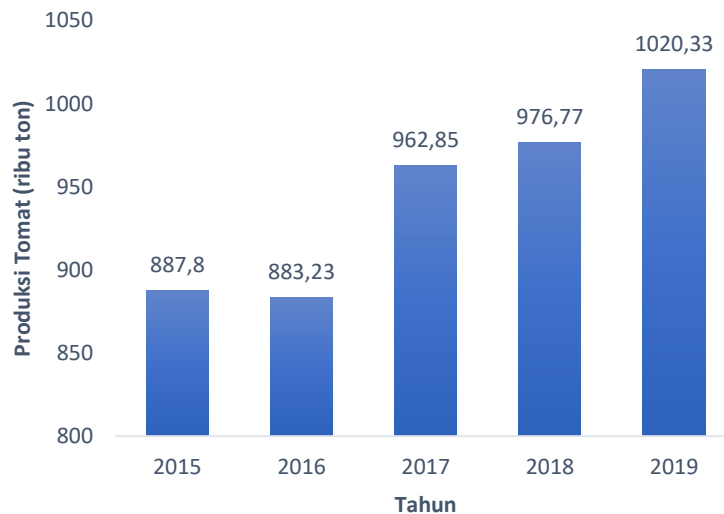
DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel Premis Penelitian Ekstraksi Likopen dari Tomat	4
Tabel 2.1 Kandungan dalam 100 g Tomat Mentah	11
Tabel 2.2 Kandungan Likopen dalam Buah	14
Tabel 2.3 Kekuatan Antioksidan Berdasarkan Nilai IC ₅₀	16
Tabel 2.4 Konstanta Dielektrik Pelarut.....	19
Tabel 2.5 Perbandingan Metode Ekstraksi	21
Tabel 3.1 Variasi Variabel Penelitian	32
Tabel 3.2 Jadwal Kerja Penelitian	36
Tabel 4.1 Hasil Ekstraksi Bubuk Tomat dengan Metode UAE	38
Tabel 4.2 Hasil Analisis Aktivitas Antioksidan UAE	43
Tabel 4.3 Hasil Perolehan Antioksidan Superkritik	48
Tabel 4.4 Hasil Analisis Aktivitas Antioksidan Superkritik.....	49
Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Ekstraksi dengan Metode UAE dan Fluida Superkritik	50
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Ekstraksi Antioksidan dari Tomat	51
Tabel C.1 Data Pengamatan Perolehan Ekstrak Metode UAE.....	67
Tabel C.2 Data Pengamatan Aktivitas Antioksidan Metode UAE.....	68

BAB I PENDAHULUAN

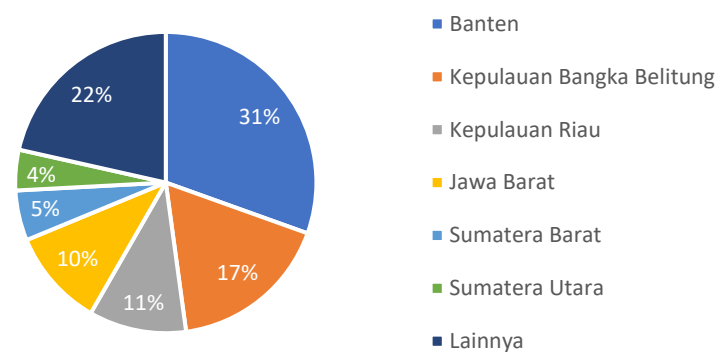
1.1 Pendahuluan

Tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura yang penting di Indonesia. Di Indonesia, produksi tomat terus meningkat dari tahun 2015 hingga 2019 (Gambar 1.1). Pada tahun 2019 sendiri, produksi tomat naik sebesar 4,46 % dibanding tahun 2018 (Badan Pusat Statistik, 2019). Permintaan tomat yang tinggi disebabkan oleh banyaknya manfaat tomat, khususnya dalam bidang pangan dan kesehatan.



Gambar 1.1 Produksi Tomat di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2019)

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, pada tahun 2019, provinsi Banten menyumbang produksi tomat sebesar 830 ton atau 31 % dari produksi di Indonesia pada tahun tersebut (Gambar 1.2). Selain Banten, Kepulauan Bangka Belitung dan Kepulauan Riau menempati posisi kedua dan ketiga sebagai penyumbang produksi tomat terbesar pada tahun 2019.



Gambar 1.2 Produksi Tomat Menurut Provinsi pada Tahun 2019 (Badan Pusat Statistik, 2019)

Tomat mengandung banyak zat antioksidan, seperti vitamin dan golongan karotenoid. Salah satu karotenoid yang terdapat pada tomat adalah likopen yang memberikan warna merah pada tomat. Likopen sebagai senyawa antioksidan kuat dapat melawan radikal bebas yang berlebih dan mengurangi resiko penyakit berbahaya seperti penyakit jantung dan kanker. Maka dari itu, likopen banyak digunakan dalam bidang pangan dan farmasi. Tomat sendiri merupakan sumber utama likopen dalam makanan manusia (Eh dan Teoh, 2012).

Metode ekstraksi konvensional (maserasi dan *soxhlet*) dapat digunakan dalam ekstraksi antioksidan pada tomat. Namun terdapat keterbatasan dalam proses ekstraksinya, seperti waktu ekstraksi yang berhari-hari pada metode maserasi, pemanasan pada metode *soxhlet* yang dapat mendegradasi komponen termolabil, serta penggunaan pelarut organik dalam jumlah besar yang bersifat toksik bagi kesehatan dan lingkungan. Seiring dengan perkembangan teknologi, inovasi dalam teknik ekstraksi didorong oleh minat yang tinggi terhadap *green technology* serta penggunaan bahan kimia yang bersifat non toksik. Metode ekstraksi novel didasarkan pada prinsip *green technology* dan penggunaan pelarut GRAS (*Generally Recognized As Safe*) dapat dijadikan alternatif untuk mencegah terbentuknya limbah toksik yang berbahaya bagi lingkungan. Metode ekstraksi novel (*supercritical fluid*, *ultrasound assisted*, dan *microwave assisted extraction*) juga dapat mempersingkat waktu ekstraksi, mengurangi jumlah pelarut, serta meningkatkan kualitas dan perolehan ekstrak jika dibandingkan dengan metode konvensional (Kumcuoglu dkk., 2014).

Ultrasound Assisted Extraction (UAE) bekerja berdasarkan fenomena kavitasi dengan gelombang ultrasonik pada frekuensi 20 kHz – 100 MHz. Pemberian gelombang ultrasonik pada sampel ekstraksi dapat memecah ikatan antar molekul dan menyebabkan

tekanan dalam sel naik dan turun. Akibatnya muncul gelembung-gelembung berisi gas yang terperangkap, yang dikenal dengan fenomena kavitasi. Gelembung ini bersifat tidak stabil dan ukurannya akan bertambah besar sehingga meledak dan mendisrupsi membran sel. Hal ini menyebabkan zat terlarut pada matriks padat akan lebih mudah berdifusi dengan pelarut. Jika dibandingkan metode konvensional, waktu ekstraksi dengan metode UAE relatif lebih singkat. Metode UAE termasuk ke dalam teknologi yang ramah lingkungan karena dapat mengurangi penggunaan pelarut. Proses ekstraksi dapat dilakukan tanpa atau dengan pemanasan sehingga dapat meminimalisir degradasi material yang bersifat termolabil. Teknologi ini sudah mulai diterapkan untuk mengekstrak komponen bioaktif seperti karotenoid, polisakarida, protein, senyawa fenolik, dan beberapa senyawa aromatik (Zhang dkk., 2018).

Antioksidan pada tomat dapat diekstraksi dengan berbagai pelarut organik. Namun beberapa pelarut seperti heksana, benzena, dan kloroform bersifat toksik dan berbahaya bagi lingkungan. Maka dari itu, penggunaan pelarut organik seperti etil asetat dan etanol dapat dijadikan alternatif.

1.2 Tema Sentral Masalah

Penelitian mengenai ekstraksi antioksidan dari tomat dengan metode *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE) masih menggunakan pelarut yang toksik, sehingga dikhawatirkan masih ada residu yang tertinggal. Maka dari itu, pelarut yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah etil asetat dan etanol yang bersifat lebih non toksik. Selain itu, analisis dalam penelitian sejenis masih terbatas sampai perolehan likopen, sehingga analisis pada penelitian kali ini akan lebih detail sampai ke tahap aktivitas antioksidan.

1.3 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengaruh jenis pelarut terhadap perolehan dan aktivitas antioksidan pada metode ekstraksi UAE dari tomat?
2. Bagaimana pengaruh waktu ekstraksi terhadap perolehan dan aktivitas antioksidan pada metode ekstraksi UAE dari tomat?
3. Bagaimana pengaruh temperatur ekstraksi terhadap perolehan dan aktivitas antioksidan pada metode ekstraksi UAE dari tomat?

1.4 Premis

Premis penelitian yang digunakan sebagai referensi dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Tabel Premis Penelitian Ekstraksi Likopen dari Tomat

Metode	Kondisi Awal Tomat	Variasi	Kondisi terbaik									
			Pelarut	Sampel:Pelarut (w/v)	Temperatur (°C)	Waktu (min)	Frekuensi (Hz)	Daya Alat (W)	Keterangan lain	Perolehan likopen	Pustaka	
Maserasi	<i>sun dried</i>	Temperatur = 40 - 80 °C; Sampel:Pelarut = 1:2,5% - 1:5,5% (w/v); Kecepatan pengadukan = 200 - 400 rpm	minyak zaitun	1:2,5%	80	45	-	-	-	Kecepatan pengadukan = 400 rpm	35 mg / kg pelarut	Kehilli dkk., 2019
Maserasi	pasta tomat	Temperatur = 30-50 °C; Waktu = 1 - 60 menit; Aseton:heksana = 1:1 - 1:3 (v/v); Sampel:pelarut = 1:10 – 1:30 (w/v)	aseton:heksana (1:3) (v/v)	1:30	30	40	-	-	-	-	85,53 % ^{a)}	Poojary, 2015
Soxhlet	bubuk tomat	Pelarut = etil asetat, etil asetat:etanol (1:1) (v/v), heksana:etanol:aseton (2:1:1) (v/v), diklorometana, n-heksana, heksana:etanol (4:3) (v/v); etil asetat:heksana (1:1); Temperatur sesuai titik didih pelarut	etil asetat	1:2	77	120	-	-	Kecepatan pengadukan = 400 rpm	-	34,78 mg / g pasta tomat basah	Haroon, 2004
			etil asetat:etanol (1:1) (v/v)								27,61 mg / g pasta tomat basah	
			heksana:etanol:aseton (2:1:1) (v/v)								26,91 mg / g pasta tomat basah	
			diklorometana								23,9 mg / g pasta tomat basah	
Soxhlet	<i>freeze dried</i>	Pelarut = heksana, etil asetat, etanol; Temperatur sesuai titik didih pelarut	heksana	1:1	69	60	-	-	Penambahan antisolven metanol 100 mL	3,58 ± 0,38 mg/g tomat kering	Roh, 2003	
			etil asetat		77		-	-		4,39 ± 0,27 mg/g tomat kering		
			etanol		78		-	-		1,25 ± 0,29 mg/g tomat kering		

Tabel 1.1 Tabel Premis Penelitian Ekstraksi Likopen dari Tomat (lanjutan)

Metode	Kondisi Awal Tomat	Variasi	Kondisi terbaik									
			Pelarut	Sampel:Pelarut (w/v)	Temperatur (°C)	Waktu (min)	Frekuensi (Hz)	Daya Alat (W)	Keterangan lain	Perolehan likopen	Pustaka	
Superkritik CO ₂	bubuk tomat	Ko-pelarut etanol = 5% - 15% (w/w); Waktu = 1 - 3 jam; Laju CO ₂ = 2 - 8 kg/h; Temperatur 35 - 65 °C; Tekanan = 100 - 300 bar	-	-	55	120	-	-	-	Ko-pelarut etanol 5% (w/w); Laju CO ₂ = 4 kg/h; Tekanan = 300 bar	53,93 % ^{a)}	Baysal dkk., 2000
Superkritik CO ₂	<i>freeze dried</i>	Laju CO ₂ = 2,5 - 10 mL/min; Volume CO ₂ = 100 - 500 mL	-	1:1	86	-	-	-	-	Laju CO ₂ = 2,5 mL/min; Volume CO ₂ = 500 mL; Tekanan = 34,47 MPa	7,19±0,95 µg likopen /g berat basah tomat	Rozzi dkk., 2002
UAE*	bubuk tomat	Intensitas ultrasonik = 30 - 70 W/m ²	minyak bunga matahari	1:20	-	10	-	-	-	Intensitas ultrasonik = 70 W/m ² ; Penambahan nitrogen bebas oksigen	81,57 % ^{a)}	Rahimi dan Mikani, 2019
UAE*	<i>freeze dried</i>	Waktu = 23 - 57 min; Temperatur 31,6 - 48,4 °C; Sampel:pelarut = 1:53,2 - 1:86,6	heksana:etanol:aseton (2:1:1) (v/v/v)	1:74,4	47,6	45,6	-	-	-	-	5,11 ± 0.27 mg / g berat kering tomat	Eh dan Teoh, 2011

Tabel 1.1 Tabel Premis Penelitian Ekstraksi Likopen dari Tomat (lanjutan)

Metode	Kondisi Awal Tomat	Variasi	Kondisi terbaik								
			Pelarut	Sampel:Pelarut (w/v)	Temperatur (°C)	Waktu (min)	Frekuensi (kHz)	Daya Alat (W)	Keterangan lain	Perolehan likopen	Pustaka
UAE*	pasta tomat dengan kadar air 78%	Waktu = 13 - 40 min; Temperatur 53 - 86 °C; Sampel:pelarut = 1:4,5 - 1:9,5	etil asetat	1:8	86,4	29,1	40	50	-	89,40 % dari perolehan likopen maksimum ^{b)}	Lianfu dan Zelong, 2008
UMAE*		Waktu = 3,5 - 9 min; Daya alat = 60 - 110 W; Sampel:pelarut = 1:6,5 - 1:11,5	etil asetat	1:10,6	-	6,12	40	50; 98 ^{c)}	-	97,40 % dari perolehan likopen maksimum ^{b)}	
UAE*	bubuk tomat ukuran 286,6 µm	Sampel:pelarut = 1:20 - 1:50; Daya alat = 50 - 90 W; Waktu = 1 - 30 menit	heksana:etanol:aseton (2:1:1) (v/v/v)	1:20	-	30	-	90	-	89,1±0,76 mg / kg berat kering tomat	Kumcuoglu dkk., 2013
1:35				89,9±0,87 mg / kg berat kering tomat							
1:50				82,7±0,79 mg / kg berat kering tomat							
1:35				65						87,0±0,31 mg / kg berat kering tomat	
				50						86,2±1,01 mg / kg berat kering tomat	
MAE***	bubuk tomat ukuran < 0,5 cm	Pelarut heksana:etil asetat = 1:4, 1:9, 0:1 (v/v)	heksana:etil asetat (1:4) (v/v)	1:20	-	1	-	400	-	17,375 mg / 100 g berat kering tomat	Ho dkk., 2014

Keterangan:

* *UAE = Ultrasound Assisted Extraction*

***UMAE = Ultrasound Microwave Assisted Extraction*

****MAE = Microwave Assisted Extraction*

a) Perolehan *recovery* = $100 \times (\text{g likopen dalam ekstrak} / 100 \text{ g likopen umpan})$

b) Perolehan relatif likopen = $\frac{A \times V}{A_t \times V_t}$ dengan A, absorbansi ekstrak pada 502 nm; V, volume ekstrak; A_t , absorbansi ekstrak total pada 502 nm, dan V_t , volume total ekstrak

c) Daya *ultrasound* = 50 W, daya *microwave* = 98 W

1.5 Hipotesis

1. Ekstraksi dengan pelarut etil asetat akan memberikan perolehan ekstrak yang lebih tinggi dan aktivitas antioksidan yang lebih kuat, dibandingkan etanol.
2. Waktu ekstraksi yang lebih lama akan memberikan perolehan ekstrak yang lebih tinggi dan aktivitas antioksidan yang lebih kuat.
3. Temperatur ekstraksi yang lebih tinggi akan memberikan perolehan ekstrak yang lebih tinggi dan aktivitas antioksidan yang lebih kuat

1.6 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh jenis pelarut ekstraksi terhadap perolehan ekstrak dan aktivitas antioksidan pada metode ekstraksi UAE dari tomat.
2. Mempelajari pengaruh waktu ekstraksi terhadap perolehan ekstrak dan aktivitas antioksidan pada metode ekstraksi UAE dari tomat.
3. Mempelajari pengaruh temperatur ekstraksi terhadap perolehan ekstrak dan aktivitas antioksidan pada metode ekstraksi UAE dari tomat.

1.7 Manfaat Penelitian

1. Bagi negara
 - a. Meningkatkan nilai jual tomat.
 - b. Menciptakan lapangan kerja dalam bidang industri berbahan dasar tomat.
2. Bagi industri
 - a. Memberikan informasi tentang antioksidan pada tomat.
 - b. Membuka peluang usaha dalam bidang industri berbahan dasar tomat.
3. Bagi ilmuwan
 - a. Memberikan informasi tentang ekstraksi antioksidan dari tomat.
 - b. Mengetahui pengaruh jenis pelarut, waktu, dan temperatur ekstraksi terhadap perolehan ekstrak dan aktivitas antioksidan.