



**PROFIL DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN MINYAK ATSIRI
DAN EKSTRAK HIDROSOL DARI TIGA VARIETAS JAHE
(*Zingiber officinale*) HASIL HIDRODISTILASI**

SKRIPSI

Oleh

**Ersya Yanu Ramadhani
NIM 161810301039**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**PROFIL DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN MINYAK ATSIRI
DAN EKSTRAK HIDROSOL DARI TIGA VARIETAS JAHE
(*Zingiber officinale*) HASIL HIDRODISTILASI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah
satu syarat untuk menyelesaikan Studi Kimia (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Ersya Yanu Ramadhani
NIM 161810301039

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Bapak Syaiful Bahri dan Ibu Erlina Suhaemi yang telah mendidik, membimbing, mendo'akan, memberikan kasih sayang, pengorbanan, motivasi, dan dukungan yang sangat besar dan tulus;
2. kakak kandung saya Ersya Ramadini serta adik kandung saya Ersya Ghifachri Zakaria yang selalu memberikan semangat;
3. keluarga besar Sukasmi-Suhaimi dan Sucipto-Saipah yang selalu melimpahkan do'a serta dukungannya;
4. Bapak/Ibu Guru TK Khadijah 133, SDN 1 Tembokrejo, SMPN 1 Muncar, dan SMAN 1 Glagah, serta dosen-dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember yang telah mendidik dan memberikan ilmu dengan penuh kesabaran;
5. Ika Oktavianawati, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama dan drh. Wuryanti Handayani, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang dengan sabar telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, serta bimbingan dalam penulisan skripsi ini;
6. sahabat saya Trilaksono dan Rina Silviah yang selalu memberikan dukungan, bantuan, dan semangat dalam menjalani perkuliahan;
7. semua pihak yang telah memberikan kontribusi dan semangat yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu.

MOTTO

“Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu, maka ia berada di jalan Allah
hingga ia kembali”
(Hadits Riwayat At-Tirmidzi)^{*)}



^{*)} Al-albani, M. N. 2006. *Shahih Sunan Tirmidzi: Seleksi Hadits Shahih dari Kitab Sunan Tirmidzi*. Jakarta: Pustaka Azzam.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ersya Yanu Ramadhani

NIM : 161810301039

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Profil dan Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol dari Tiga Varietas Jahe (*Zingiber officinale*) Hasil Hidrodistilasi” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi yang disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 13 Juli 2020

Yang menyatakan,

Ersya Yanu Ramadhani
NIM 161810301039

SKRIPSI

**PROFIL DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN MINYAK ATSIRI DAN
EKSTRAK HIDROSOL DARI TIGA VARIETAS JAHE
(*Zingiber officinale*) HASIL HIDRODISTILASI**

Oleh

Ersya Yanu Ramadhani
NIM 161810301039

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ika Oktavianawati, S.Si., M.Sc.

Dosen Pembimbing Anggota : drh. Wuryanti Handayani, M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Profil dan Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol dari Tiga Varietas Jahe (*Zingiber officinale*) Hasil Hidrodistilasi” karya Ersya Yanu Ramadhani telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Ika Oktavianawati, S.Si., M.Sc.
NIP 198010012003122001

drh. Wuryanti Handayani, M.Si.
NIP 196008221985032002

Anggota II,

Anggota III,

I Nyoman Adi Winata, S.Si., M.Si.
NIP 197105011998021002

Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D.
NIP 195910091986021001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D.
NIP 195910091986021001

RINGKASAN

Profil dan Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol dari Tiga Varietas Jahe (*Zingiber officinale*) Hasil Hidrodistilasi; Ersya Yanu Ramadhani, 161810301039, 2020; 112 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Jahe (*Zingiber officinale*) merupakan salah satu komoditas lokal Kabupaten Jember yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Terdapat tiga varietas jahe di Indonesia, yaitu jahe emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*), jahe gajah (*Zingiber officinale* var. *officinale*), dan jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) yang dapat dimanfaatkan dalam bentuk segar maupun dalam bentuk olahan salah satunya yaitu sebagai minyak atsiri jahe. Jahe kering umumnya memiliki kandungan minyak atsiri sebesar 1-3%. Minyak atsiri jahe dapat diekstraksi melalui beberapa metode salah satunya yaitu distilasi air (hidrodistilasi) yang menghasilkan minyak atsiri dan air distilat (hidrosol). Minyak atsiri jahe diketahui memiliki kemampuan peredaman radikal bebas atau aktivitas antioksidan yang dapat ditentukan melalui proses pengujian salah satunya dengan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil minyak atsiri dan ekstrak hidrosol jahe yang meliputi rendemen dan kandungan senyawa kimia. Penelitian ini juga meneliti terkait aktivitas antioksidan minyak atsiri dan ekstrak hidrosol ketiga varietas jahe menggunakan metode DPPH.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Organik dan Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember serta analisis GC-MS di Laboratorium Kimia Organik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada dari bulan November 2019 hingga April 2020. Proses ekstraksi minyak atsiri tiga varietas jahe dilakukan dengan metode hidrodistilasi selama 5 jam dari tetesan pertama, dimana pada 1 jam pertama air distilat (hidrosol) ditampung untuk diekstrak dengan dietil eter sebanyak satu kali. Minyak atsiri dan ekstrak hidrosol dari tiga

varietas jahe yang telah diperoleh selanjutnya dihitung rendemennya, dianalisis GC-MS untuk mengetahui kandungan senyawa kimianya, serta diuji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH.

Hasil penelitian menunjukkan varietas jahe mempengaruhi profil minyak atsiri, dimana rendemen rata-rata minyak atsiri jahe emprit, jahe gajah, dan jahe merah secara berturut-turut yaitu sebesar $3,2809 \pm 0,009187\%$, $1,4545 \pm 0,02443\%$, dan $3,6924 \pm 0,006382\%$. Banyaknya jumlah senyawa pada minyak atsiri jahe emprit, jahe gajah, dan jahe merah secara berturut-turut yaitu 26, 28, dan 31 senyawa. Hasil rendemen rata-rata ekstrak hidrosol dari tiga varietas jahe yang diperoleh memiliki nilai yang jauh di bawah dari nilai rendemen minyak atsiri jahe, dimana rendemen rata-rata ekstrak hidrosol jahe emprit, jahe gajah, dan jahe merah secara berturut-turut yaitu sebesar $0,1046 \pm 0,1616\%$, $0,0710 \pm 0,08475\%$, dan $0,1276 \pm 0,07878\%$. Hal ini dikarenakan pada hidrosol sebagian besar hanya tersusun oleh senyawa minyak atsiri yang larut air atau senyawa tumbuhan yang dapat larut dalam air. Jumlah senyawa teridentifikasi yang terkandung pada ekstrak hidrosol jahe emprit, jahe gajah, dan jahe merah secara berturut-turut yaitu 29, 28, dan 27 senyawa. Minyak atsiri dan ekstrak hidrosol jahe memiliki aktivitas antioksidan dalam rentang kuat hingga sangat kuat, dimana minyak atsiri jahe emprit, jahe gajah, dan jahe merah memiliki aktivitas antioksidan (IC_{50}) rata-rata secara berturut-turut yaitu sebesar $64,8 \pm 0,0457$ ppm, $59,0 \pm 0,0489$ ppm, dan $53,6 \pm 0,0201$ ppm. Ekstrak hidrosol jahe emprit, jahe gajah, dan jahe merah memiliki nilai IC_{50} rata-rata secara berturut-turut yaitu sebesar $67,8 \pm 0,0304$ ppm, $64,1 \pm 0,0432$ ppm, dan $49,9 \pm 0,0497$ ppm.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah S.W.T. yang telah memberikan rahmat, karunia serta hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Profil dan Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol dari Tiga Varietas Jahe (*Zingiber officinale*) Hasil Hidrodistilasi” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si., selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Kepala Laboratorium Kimia Organik dan Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
4. Ika Oktavianawati, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama dan drh. Wuryanti Handayani, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang dengan sabar telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, serta bimbingan dalam penulisan skripsi ini;
5. I Nyoman Adi Winata, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji I dan Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
6. Dr. Anak Agung Istri Ratnadewi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan saran selama menjadi mahasiswa;
7. seluruh dosen, staff, dan karyawan Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah memberikan ilmu serta memperlancar proses belajar hingga terselesaikannya skripsi ini;

8. kedua orang tua saya serta keluarga besar yang selalu memberi dukungan, semangat, dan motivasi selama menempuh pendidikan;
9. teman-teman tim penelitian minyak atsiri Ovi Rofita, Trilaksono, Ririn Eka Wulandari, dan Yunita Wahyuningtyas yang telah membantu, menghibur, dan berjuang bersama dalam riset ini;
10. teman-teman “Jangkrik” dan Inti Kabid Kadeb HIMAKI “Zirkonium” 2018 yang selalu memberikan semangat, dukungan serta pengalaman selama menempuh pendidikan;
11. teman-teman angkatan 2016 “EXTASY”, pengurus HIMAKI “Zirkonium” periode 2017 dan 2018, serta DPM FMIPA Universitas Jember yang telah memberikan semangat dan do’anya;
12. serta semua pihak yang telah berkontribusi namun tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap, semoga setiap kalimat yang ada dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan bagi pembaca.

Jember, 13 Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Jahe	7
2.2 Varietas dan Kandungan Senyawa Kimia Jahe	8
2.2.1 Jahe Gajah	9
2.2.2 Jahe Emprit	9
2.2.3 Jahe Merah	10
2.3 Minyak Atsiri Jahe	11
2.4 Hidrosol	17
2.5 Ekstraksi Minyak Atsiri dan Hidrosol	18

2.6 Analisa Gas Chromatography - Mass Spectroscopy (GC-MS)	19
2.7 Antioksidan	20
2.8 Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH	21
2.9 Vitamin C	22
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2 Alat dan Bahan	24
3.2.1 Alat	24
3.2.2 Bahan	24
3.3 Rancangan Diagram Alir Penelitian	25
3.4 Prosedur Kerja	25
3.4.1 <i>Sampling</i>	25
3.4.2 Penentuan Kadar Air	26
3.4.3 Hidrodistilasi Jahe	26
3.4.5 Uji Kualitatif Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol	27
3.4.6 Uji Aktivitas Antioksidan	28
3.5 Desain Alat	30
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Profil Minyak Atsiri dari Tiga Varietas Jahe	32
4.1.1 Rendemen Minyak Atsiri dari Tiga Varietas Jahe	32
4.1.2 Kandungan Senyawa Kimia Minyak Atsiri dari Tiga Varietas Jahe	33
4.2 Profil Ekstrak Hidrosol dari Tiga Varietas Jahe	42
4.2.1 Rendemen Ekstrak Hidrosol dari Tiga Varietas Jahe	43
4.2.2 Kandungan Senyawa Kimia Ekstrak Hidrosol dari Tiga Varietas Jahe	44
4.3 Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe	51
BAB 5. PENUTUP	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56

DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	66



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Standar Mutu Kualitas Minyak Atsiri Jahe	12
Tabel 2.2 Komponen Minyak Atsiri Ketiga Varietas Jahe Hasil Distilasi Uap	13
Tabel 3.1 Spesifikasi Alat GC-MS QP20108 SHIMIDZU	28
Tabel 4.1 Kandungan Senyawa Kimia Minyak Atsiri Tiga Varietas Jahe	36
Tabel 4.2 Perbandingan Kandungan Senyawa Mayor Minyak Atsiri dari Tiga Varietas Jahe	39
Tabel 4.3 Kandungan Senyawa Kimia Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe ...	47
Tabel 4.4 Kandungan Senyawa Mayor Ekstrak Hidrosol dari Tiga Varietas Jahe	50

DAFTAR GAMBAR

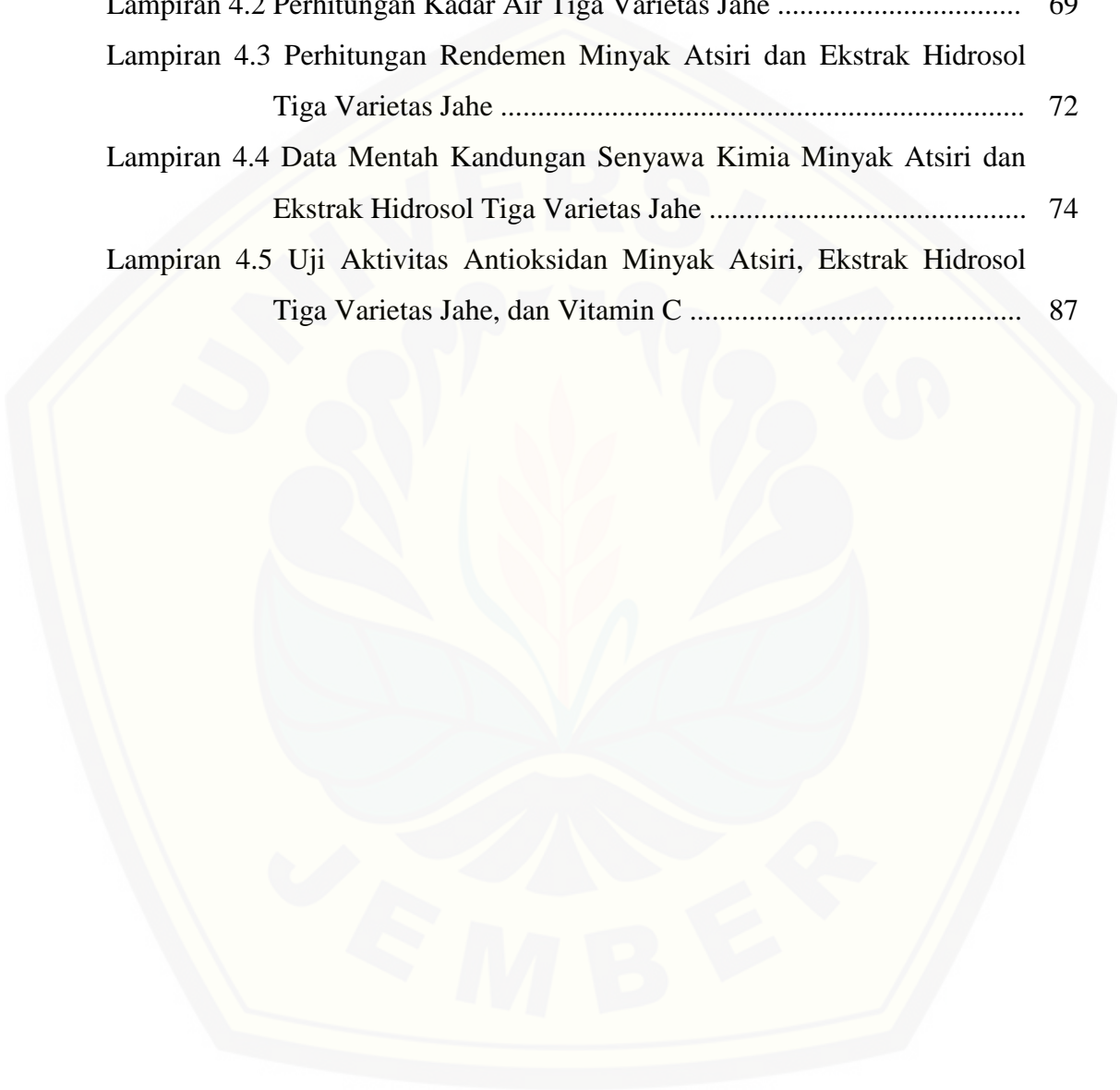
	Halaman
Gambar 2.1 Tanaman Jahe	8
Gambar 2.2 Rimpang Jahe Gajah	9
Gambar 2.3 Rimpang Jahe Emprit	10
Gambar 2.4 Rimpang Jahe Merah	10
Gambar 2.5 Struktur Zingiberen	14
Gambar 2.6 Struktur α -kurkumen	14
Gambar 2.7 Struktur β -seskuifelandren	14
Gambar 2.8 Struktur β -bisabolen	15
Gambar 2.9 Struktur α -farnesen	15
Gambar 2.10 Struktur 1,8-sineol	15
Gambar 2.11 Struktur Cis-sitral	16
Gambar 2.12 Struktur Trans-sitral	16
Gambar 2.13 Struktur Endo-borneol	17
Gambar 2.14 Reaksi Penangkapan Radikal DPPH	22
Gambar 2.15 Mekanisme Donor Elektron dari Vitamin C	23
Gambar 3.1 Set Alat Hidrodistilasi	30
Gambar 4.1 Tiga Varietas Jahe untuk Proses Hidrodistilasi	31
Gambar 4.2 Minyak Atsiri Tiga Varietas Jahe Hasil Hidrodistilasi	32
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Rendemen Minyak Atsiri dari Tiga Varietas Jahe	33
Gambar 4.4 Kromatogram Minyak Atsiri Tiga Varietas Jahe	34
Gambar 4.5 Perbandingan Kandungan Senyawa Penentu Kualitas Minyak Atsiri Tiga Varietas Jahe	41
Gambar 4.6 Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe Hasil Ekstraksi Dietil Eter ..	43
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Rendemen Ekstrak Hidrosol dari Tiga Varietas Jahe	44
Gambar 4.8 Kromatogram Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe	45

Gambar 4.9 Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri, Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe, dan Vitamin C..... 52



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 4.1 Data Validasi Tiga Varietas Jahe	66
Lampiran 4.2 Perhitungan Kadar Air Tiga Varietas Jahe	69
Lampiran 4.3 Perhitungan Rendemen Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe	72
Lampiran 4.4 Data Mentah Kandungan Senyawa Kimia Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe	74
Lampiran 4.5 Uji Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri, Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe, dan Vitamin C	87



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jahe (*Zingiber officinale*) merupakan tanaman suku temu-temuan (*Zingiberaceae*) yang secara luas telah dikenal dan dimanfaatkan sebagai bumbu dapur maupun sebagai obat tradisional (Kaban *et al.*, 2016). Terdapat tiga varietas jahe di Indonesia, yaitu jahe emprit (*Zingiber officinale var. amarum*), jahe gajah (*Zingiber officinale var. officinale*), dan jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*). Ketiga varietas jahe ini memiliki perbedaan morfologi pada ukuran, warna kulit, kadar minyak atsiri, kadar pati, dan kadar serat (Bermawie dan Purwiyanti, 2011). Sebagai salah satu komoditas andalan Indonesia, produksi jahe menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2018 melaporkan bahwa dari tahun 2012-2016 produksi jahe di Indonesia berturut-turut yaitu 114.537.658 kg, 155.286.288 kg, 226.114.819 kg, 313.064.070 kg, dan 340.341.081 kg. Data dari BPS juga menunjukkan bahwa Provinsi Jawa Timur berada pada posisi pertama, unggul dari Jawa Tengah dan Jawa Barat sebagai provinsi dengan produksi jahe terbesar di Indonesia tahun 2017 (Badan Pusat Statistik, 2018).

Jahe memiliki nilai ekonomis yang tinggi karena dapat dimanfaatkan baik dalam bentuk segar maupun dalam bentuk olahan untuk berbagai kepentingan. Jahe segar dapat dimanfaatkan sebagai bumbu dapur atau rempah-rempah serta obat tradisional, sedangkan jahe olahan dapat berupa kue jahe, asinan jahe, sirup jahe, teh jahe, dan minyak atsiri jahe (Priyono *et al.*, 2018). Jahe kering umumnya memiliki kandungan minyak atsiri sebesar 1-3%. Minyak atsiri jahe memiliki warna kuning kecoklatan hingga kemerahan yang mudah menguap pada suhu kamar, memiliki berat jenis lebih rendah dari berat jenis air, mempunyai rasa getir, dan berbau khas tanaman jahe. Minyak atsiri jahe tersusun dari beberapa komponen kimia utama seperti zingiberen, zingiberol, linalool, kurkumen, seskuifelandren, dan sitral (Hernani dan Rahardjo, 2006).

Minyak atsiri atau *essential oils* merupakan salah satu komoditi yang berpotensi besar di Indonesia. Terdapat sekitar 70 jenis minyak atsiri yang

diperdagangkan di pasar internasional dan 40 jenis minyak atsiri dapat diproduksi di Indonesia, dimana 12 jenis diantaranya termasuk dalam komoditi ekspor (Gustina, 2014). Ekspor minyak atsiri Indonesia ke dunia bersifat fluktuatif setiap tahunnya. Pada tahun 2009 nilai ekspor minyak atsiri Indonesia sebesar USD 91 juta, bahkan terus naik hingga tahun 2011 yaitu sebesar USD 161 juta. Namun nilai ekspor minyak atsiri Indonesia turun ke angka USD 123 juta pada tahun 2013 yang disebabkan adanya krisis ekonomi di Uni Eropa selaku salah satu pasar ekspor minyak atsiri Indonesia (International Trade Centre, 2014).

Profil minyak atsiri tumbuhan dapat dipengaruhi oleh proses produksi, penyimpanan, penanganan pasca panen, tanah, lokasi penanaman, tingkat kematangan, umur panen, bagian tumbuhan yang diekstrak, musim pemanenan serta faktor lingkungan lainnya (Yuliani dan Satuhu, 2012). Selain itu, faktor lain yang dapat mempengaruhi kandungan senyawa dan rendemen minyak atsiri yaitu varietas tumbuhan. Susihono (2011) dalam penelitiannya membandingkan pengaruh varietas jahe dari Kabupaten Wonosobo yang diekstrak dengan metode distilasi uap-air. Data yang diperoleh yaitu varietas jahe mempengaruhi profil minyak atsiri yang terdiri dari nilai rendemen dan kandungan senyawa zingiberen minyak atsiri jahe. Perbandingan nilai rendemen minyak atsiri dari jahe emprit, jahe gajah, dan jahe merah yang diperoleh secara berturut-turut yaitu 0,675%, 0,454%, dan 0,887%. Perbandingan senyawa zingiberen dalam minyak atsiri dari jahe emprit, jahe gajah, dan jahe merah yang diperoleh secara berturut-turut yaitu 32,7197%, 31,8688%, dan 41,4799%.

Minyak atsiri jahe dapat diekstraksi melalui beberapa metode salah satunya yaitu distilasi air (hidrodistilasi). Hidrodistilasi merupakan suatu proses distilasi dimana minyak atsiri diekstrak dari material dalam air yang mirip dengan proses perebusan (Nasardin *et al.*, 2018). Hidrodistilasi biasa dimanfaatkan dalam industri dan ekstraksi minyak atsiri dalam pabrik. Metode ini memiliki keunggulan yaitu sederhana dan biasanya proses distilasi yang paling murah. Penggunaan hidrodistilasi juga dapat bekerja maksimal untuk materi yang keras seperti kayu, kacang-kacangan, dan akar atau rimpang. Keunggulan utama dari metode ini yaitu uap yang dibutuhkan lebih sedikit, waktu prosesnya semakin

cepat, dan rendemen minyak atsiri yang dihasilkan lebih tinggi. Proses pemanasan pada metode ini menyebabkan struktur sel dari bahan tumbuhan hancur, kemudian membebaskan minyak atsiri. Molekul gas minyak atsiri akan dialirkan dan didinginkan sehingga membentuk wujud cairan. Cairan yang tertampung terdiri dari minyak atsiri dan air distilat (hidrosol) (Abidin *et al.*, 2015). Hidrosol merupakan hasil samping ekstraksi minyak atsiri, dimana pada awal ekstraksi terdapat minyak atsiri yang tercampur, sehingga warna yang terbentuk yaitu kuning hingga sedikit jernih. Mayoritas produsen minyak atsiri tidak memanfaatkan hidrosol karena tidak dapat digunakan sebagai rendemen minyak atsiri dalam pemasaran. Akan tetapi hidrosol yang dibuang dalam perairan dapat menimbulkan masalah seperti meningkatnya nilai kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand*) serta masalah baru lainnya (Said *et al.*, 2015).

Dewasa ini, minyak atsiri jahe banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri diantaranya yaitu industri parfum, aroma, kosmetik, perisa, dan farmasi. Bahan baku obat alam ini memiliki beberapa manfaat diantaranya yaitu dapat mengobati sakit batuk, malaria, sakit gigi, rematik, sembelit, serta sebagai sumber antioksidan (Chrubasik *et al.*, 2005). Antioksidan merupakan zat yang dapat menetralkan serta menghambat proses reaksi oksidasi yang disebabkan oleh radikal bebas. Radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh, akan menyebabkan kerusakan membran dinding sel, pembuluh darah, dan jaringan sehingga menyebabkan berbagai penyakit seperti kanker dan jantung koroner (Prakash *et al.*, 2001).

Minyak atsiri jahe diketahui memiliki kemampuan peredaman radikal bebas atau aktivitas antioksidan. Kaban *et al.* (2016) meneliti aktivitas antioksidan minyak atsiri jahe merah hasil maserasi dengan pelarut metanol, yang diperoleh dari Samarinda menggunakan metode DPPH. Penelitian tersebut memperoleh nilai IC_{50} (*Inhibisi Concentration 50*) minyak atsiri jahe merah sebesar 32,19 ppm. Varietas jahe dan metode yang berbeda menghasilkan aktivitas antioksidan yang berbeda. Paramitha dan Tantonno (2018) meneliti aktivitas antioksidan minyak atsiri jahe gajah hasil metode hidrodistilasi menggunakan alat stahl yang diperoleh dari Medan menggunakan metode DPPH. Penelitian tersebut

memperoleh nilai IC_{50} minyak atsiri jahe gajah sebesar 121,87 ppm, dimana senyawa dalam suatu bahan dapat dikatakan sebagai antioksidan sangat kuat apabila memiliki nilai $IC_{50} < 50$ ppm, kuat (50-100 ppm), sedang (100-150 ppm), dan lemah (150-200 ppm) (Molyneux, 2004). Aktivitas antioksidan dari minyak atsiri jahe ini umumnya disebabkan oleh adanya efek sinergis dari senyawa organik yang kompleks seperti zingiberen, β -seskuifelandren, β -bisabolen, α -farnesen, sitral, dan kamfen (El-Baroty *et al.*, 2013). Aktivitas antioksidan yang terdapat pada minyak atsiri jahe dapat diketahui melalui proses pengujian salah satunya dengan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). Keunggulan dari metode ini diantaranya yaitu sederhana, lebih cepat, relatif tidak mahal, akurat, serta mampu mengukur seluruh komponen yang dapat berperan sebagai antioksidan (Prakash *et al.*, 2001).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka akan dilakukan penelitian mengenai profil minyak atsiri dan ekstrak hidrosol jahe yang umumnya masih memiliki aroma mirip dengan minyak atsiri jahe. Profil yang diteliti meliputi rendemen dan kandungan senyawa kimia. Hidrosol yang digunakan diperoleh dari satu jam pertama distilasi karena memiliki campuran minyak atsiri jahe paling tinggi (Lei *et al.*, 2014). Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu hidrodistilasi selama 5 jam. Minyak atsiri serta ekstrak hidrosol yang diperoleh selanjutnya dianalisa kandungan senyawa kimianya menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS). Penelitian ini juga meneliti terkait aktivitas antioksidan minyak atsiri dan ekstrak hidrosol ketiga varietas jahe yang dibandingkan dengan aktivitas antioksidan vitamin C menggunakan metode DPPH.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana profil minyak atsiri dan ekstrak hidrosol dari tiga varietas jahe yang diperoleh menggunakan metode hidrodistilasi?

2. Bagaimana aktivitas antioksidan minyak atsiri dan ekstrak hidrosol dari tiga varietas jahe menggunakan metode DPPH?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Sampel yang digunakan yaitu jahe emprit (*Zingiber officinale var. amarum*), jahe gajah (*Zingiber officinale var. officinale*), dan jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) yang berasal dari Dusun Baban Timur, Desa Mulyorejo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember yang diuji keabsahan di Unit Jasa dan Informasi, Balai Konservasi Tumbuhan, Pasuruan.
2. Proses hidrodistilasi dilakukan selama 5 jam yang dihitung dari tetesan pertama.
3. Hidrosol yang diteliti kandungan senyawa kimianya diperoleh dari satu jam pertama hidrodistilasi serta diekstraksi dengan dietil eter perbandingan 2:1 sebanyak satu kali.
4. Profil minyak atsiri dan ekstrak hidrosol jahe yang diteliti adalah rendemen dan kandungan senyawa kimia yang dianalisis melalui GC-MS.
5. Aktivitas antioksidan minyak atsiri dan ekstrak hidrosol jahe dibandingkan dengan aktivitas antioksidan vitamin C.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mempelajari profil minyak atsiri dan ekstrak hidrosol dari tiga varietas jahe yang diperoleh menggunakan metode hidrodistilasi.
2. Mempelajari aktivitas antioksidan minyak atsiri dan ekstrak hidrosol dari tiga varietas jahe menggunakan metode DPPH.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memiliki manfaat yaitu:

1. Memberikan informasi terkait profil minyak atsiri dan ekstrak hidrosol dari tiga varietas jahe yang diperoleh menggunakan metode hidrodistilasi.

2. Memberikan informasi terkait profil dan aktivitas antioksidan minyak atsiri dan ekstrak hidrosol tertinggi dari ketiga varietas jahe.
3. Memberikan informasi mengenai alternatif produksi jahe untuk meningkatkan nilai tambah komoditas lokal dengan diversifikasi produk seperti minyak gosok, parfum, minuman, dan lain-lain.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jahe

Jahe (*Zingiber officinale*) merupakan salah satu tanaman kelompok temu-temuan suku *Zingiberaceae* yang banyak dimanfaatkan sebagai tanaman obat dan rempah-rempah. Jahe adalah tanaman berbatang semu yang berasal dari Asia Pasifik dan tersebar dari India sampai Cina. Tanaman jahe berperan penting dalam aspek perekonomian masyarakat Indonesia. Hal ini dikarenakan tanaman jahe telah ribuan tahun menjadi komoditas Indonesia yaitu sebagai ramuan rempah-rempah yang diperdagangkan secara luas (Hapsah *et al.*, 2010).

Taksonomi dari tanaman jahe dapat diklasifikasikan sebagai berikut (USDA Plants Database, 2019):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Zingiberales
Suku/Famili	: Zingiberaceae
Genus	: <i>Zingiber</i> Mill.
Spesies	: <i>Zingiber officinale</i>

Jahe merupakan tanaman tahunan yang memiliki morfologi atas rimpang, daun, batang, dan bunga. Tanaman jahe memiliki akar tunggal yang akan membesar membentuk rimpang serta tunas-tunas yang dapat membentuk tanaman baru. Batang tanaman jahe merupakan batang semu tegak lurus, tidak bercabang, berbentuk bulat pipih, berwarna hijau pucat, dan bagian luarnya berlilin serta mengandung banyak air (Bermawie dan Purwiyanti, 2011). Terdapat dua jenis daun dari tanaman jahe diantaranya yaitu pelepah dan helaian daun. Pelepah daun merupakan jenis daun yang melekat membungkus satu sama lain sehingga membentuk batang. Sedangkan daun helaian merupakan jenis daun yang bersusun berseling, berwarna hijau gelap, memiliki tulang daun yang jelas, berbentuk

membulat atau tumpul, dan tersusun sejajar (Harmono dan Andoko, 2005). Bentuk tanaman jahe dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tanaman Jahe (Matondang, 2013)

Rimpang jahe merupakan bagian dari tanaman jahe yang memiliki nilai ekonomis tinggi serta dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan yaitu sebagai rempah, bumbu masakan, bahan baku obat tradisional, makanan, minuman, dan parfum. Rimpang jahe merupakan modifikasi dari batang yang menjalar di bawah permukaan tanah yang dapat menghasilkan tunas dan akar baru. Bagian luar rimpang jahe dilapisi dengan daun yang berbentuk sisik tipis serta tersusun secara melingkar. Rimpang jahe terdiri atas dua komponen utama yaitu komponen volatil dan non volatil. Komponen dalam rimpang jahe terdiri dari oleoresin (4,0-7,5%), dan senyawa yang bertanggung jawab terhadap aroma jahe atau minyak atsiri seperti zingiberen dan zingiberol. Minyak atsiri merupakan kelompok minyak nabati berwujud cairan kental yang mudah menguap dan memiliki aroma yang khas. Komponen non volatil yang bertanggung jawab terhadap rasa pedas rimpang jahe salah satunya yaitu gingerol. Gingerol merupakan salah satu senyawa identitas tanaman jahe yang berfungsi sebagai senyawa bahan baku obat. Jahe selain memiliki komponen volatil dan non volatil, juga mengandung sejumlah nutrisi seperti vitamin, mineral, protein, karbohidrat, dan lemak yang bermanfaat bagi tubuh (Bermawie dan Purwiyanti, 2011).

2.2 Varietas dan Kandungan Senyawa Kimia Jahe

Tanaman jahe berdasarkan ukuran, warna, dan bentuk rimpangnya dibagi menjadi tiga jenis atau varietas. Ketiga varietas jahe diantaranya yaitu jahe putih

besar atau jahe gajah, jahe putih kecil atau jahe emprit, dan jahe merah. Perbedaan dan gambaran umum tiga varietas jahe menurut Hapsoh *et al.* (2010) sebagai berikut:

2.2.1 Jahe Gajah

Jahe gajah (*Zingiber officinale var. officinale*) merupakan varietas jahe yang banyak ditanam dan dibudidayakan di Indonesia. Batang jahe gajah berbentuk bulat, diselubungi pelepah daun, dan berwarna hijau muda. Jahe gajah memiliki daun berwarna hijau muda yang tersusun secara berselang-seling dan teratur. Jahe jenis ini memiliki ukuran rimpang paling besar dibandingkan dengan jenis jahe yang lainnya. Berat rimpang jahe gajah berkisar 0,18-1,04 kg dengan panjang 15,83-32,57 cm, dan memiliki tinggi 6,02-12,24 cm. Ruas rimpang jahe gajah berbentuk menggebu dan jika diiris berwarna putih kekuningan. Rimpang jahe gajah memiliki aroma yang kurang tajam dan sedikit pedas. Jahe gajah memiliki kandungan minyak atsiri sebesar 0,82-1,66%, kadar pati 55,10%, kadar serat 6,89%, dan kadar abu 6,6-7,5%. Bentuk dari rimpang jahe gajah dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Rimpang Jahe Gajah (Hapsoh *et al.*, 2010)

2.2.2 Jahe Emprit

Jahe emprit (*Zingiber officinale var. rubrum*) merupakan varietas jahe yang memiliki struktur rimpang kecil dan berlapis. Rimpang jahe emprit memiliki tinggi hingga 11 cm, panjang antara 6-30 cm, diameter antara 3,27-4,05 cm, dan bobot berkisar 0,5-0,7 kg/rumpun. Ruas rimpang jahe jenis ini berukuran kecil, rata hingga sedikit menggebu serta memiliki daging berwarna putih kekuningan. Bentuk batang jahe emprit bulat, ramping, berwarna hijau muda, dan berukuran lebih pendek dari batang jahe gajah. Jahe emprit memiliki daun

berwarna hijau muda berbentuk lancet yang tersusun berselang-seling dan teratur. Kandungan dalam jahe emprit diantaranya yaitu minyak atsiri sebesar 1,5-3,5%, kadar pati 54,70%, kadar serat 6,59%, dan kadar abu 7,39-8,90%. Jahe emprit memiliki kandungan minyak atsiri yang lebih besar dibandingkan jahe gajah, sehingga memiliki rasa lebih pedas dan cocok dimanfaatkan untuk ramuan obat-obatan. Bentuk dari rimpang jahe emprit dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Rimpang Jahe Emprit (Hapsoh *et al.*, 2010)

2.2.3 Jahe Merah

Jahe merah (*Zingiber officinale var. amarum*) merupakan varietas jahe yang paling banyak dimanfaatkan dibandingkan dengan varietas jahe lainnya, dikarenakan kandungan minyak atsirinya yang tinggi yaitu berkisar 2,58-3,90%. Selain itu, jahe merah memiliki kandungan pati sekitar 44,99% dan kadar abu sebesar 7,46%. Rimpang jahe yang menjadi bahan penting dalam industri jamu tradisional ini, berukuran kecil berlapis-lapis dengan bobot sekitar 0,5-0,7 kg/rumpun serta memiliki daging berwarna merah hingga merah-jingga. Diameter rimpang jahe merah mencapai 4 cm dengan tinggi sekitar 5,26-10,40 cm, dan panjang rimpang hingga 12,50 cm. Jahe merah memiliki susunan daun berselang-seling teratur, berbentuk lancet, dan berwarna hijau muda hingga hijau tua. Bentuk dari rimpang jahe merah dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Rimpang Jahe Merah (Hapsoh *et al.*, 2010)

2.3 Minyak Atsiri Jahe

Minyak atsiri atau biasa disebut dengan *essential oils*, *volatile oils*, atau *etherial oils* merupakan salah satu komoditi yang berperan besar dalam perekonomian di Indonesia (Gustina, 2014). Minyak atsiri merupakan minyak beraroma khas dan bersifat volatil yang berasal dari tanaman. Minyak atsiri dapat mewakili aroma dan rasa khas dari beberapa tanaman. Kandungan minyak atsiri umumnya sekitar 1-3% dari berat tanaman. Senyawa utama yang terkandung dalam minyak atsiri diantaranya yaitu monoterpen, seskuiterpen, dan komponen kimia lainnya. Kandungan minyak atsiri dalam tanaman terletak pada bagian tertentu diantaranya seperti daun, kulit kayu, akar, bunga, maupun buah. Beberapa tumbuhan berdasarkan bagian penghasil minyak atsiri diantaranya yaitu nilam (daun), jeruk (buah), kayu manis (kulit kayu), mawar (bunga), dan jahe (akar) (Kumar dan Tripathi, 2011).

Minyak atsiri jahe merupakan salah satu komoditi ekspor di Indonesia yang umumnya memiliki warna cairan kuning kecoklatan hingga kemerahan. Aroma dari minyak atsiri jahe yaitu wangi, hangat, pedas, menyengat, dan sedikit terdapat aroma bunga. Sedangkan rasanya pedas, hangat, serta pahit pada kadar yang tinggi (Hernani dan Rahardjo, 2006). Minyak atsiri jahe mengandung senyawa penyusun monoterpen seperti felandren, kamfen, sineol, linalool, limonen, sitral, geraniol, sitronellol, dan borneol. Selain itu juga terdapat senyawa seskuiterpen yaitu zingiberen, α -kurkumen, β -bisabolen, β -seskuifelandren, zingiberol, zingiberenol, serta senyawa aldehid alifatik, dan alkohol (Wohlmüt *et al.*, 2006).

Kualitas minyak atsiri jahe yang diperoleh melalui penelitian, dapat dibandingkan sifat fisiknya dengan SNI No. 06-1312-1998. Parameter kualitas minyak atsiri jahe meliputi warna, aroma, berat jenis, indeks bias, dan bilangan penyabunan (Priyono *et al.*, 2018). Standar mutu kualitas minyak atsiri jahe menurut SNI No. 06-1312-1998 ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Standar Mutu Kualitas Minyak Atsiri Jahe

No.	Parameter Uji	SNI No. 06-1312-1998
1.	Warna	Kuning muda-kuning
2.	Aroma	Khas jahe
3.	Berat jenis pada 25°C	0,877-0,882
4.	Indeks bias pada 25°C	1,468-1,492
5.	Bilangan penyabunan (mgKOH/g)	Maksimal 20

Sumber: Priyono *et al.* (2018)

Penelitian Ginting (2011), melakukan ekstraksi dan identifikasi minyak atsiri jahe emprit (*Zingiber officinale var. amarum*) yang diperoleh dari Pematang Raya, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara. Jahe emprit tersebut diekstraksi dengan metode distilasi uap selama \pm 4-5 jam. Kamaliroosta *et al.* (2013) telah melakukan ekstraksi dan identifikasi minyak atsiri jahe putih besar atau jahe gajah (*Zingiber officinale var. officinale*) yang berasal dari Tehran, Iran melalui metode distilasi uap selama 5 jam. Sedangkan Rinanda *et al.* (2018) melakukan distilasi uap untuk memperoleh minyak atsiri dari jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) yang berasal dari Desa Pulo Kiton, Kabupaten Bireun, Aceh. Ketiga penelitian tersebut telah berhasil mengekstraksi dan mengidentifikasi komposisi minyak atsiri ketiga varietas jahe. Pada Tabel 2.2 berikut ini merupakan perbedaan komponen minyak atsiri ketiga varietas jahe yang diperoleh dari distilasi uap.

Tabel 2.2 Komponen Minyak Atsiri Ketiga Varietas Jahe Hasil Distilasi Uap

No.	Nama Senyawa	Kelimpahan (%)		
		Jahe Emprit (a)	Jahe Gajah (b)	Jahe Merah (c)
1.	Kamfen	2,36	0,73	-
2.	β -pinen	-	-	0,90
3.	6-metil-5-hepten-2-on	2,39	-	-
4.	β -mirsen	-	-	4,00
5.	Limonen	-	-	4,10
6.	β -felandren	-	0,93	-
7.	1,8-sineol	5,27	-	15,10
8.	6-hepten-3-on	-	-	3,20
9.	Linalool	-	-	2,00
10.	Sitronellol	3,95	-	-
11.	Endo-borneol	-	0,97	6,80
12.	Geraniol	-	0,97	3,90
13.	Cis-sitral	-	-	7,10
14.	Trans-sitral	-	-	12,00
15.	2-Undekanon	2,09	-	-
16.	Geranil asetat	-	1,37	-
17.	β -kariofilen	-	-	2,20
18.	α -kurkumen	11,81	15,88	16,90
19.	Naftalen	-	-	1,40
20.	Germakren D	-	1,10	-
21.	Zingiberen	15,42	31,79	2,30
22.	α -farnesen	12,96	5,71	3,60
23.	β -bisabolen	-	9,29	6,40
24.	γ -kadinen	-	3,56	-
25.	Neril asetat	-	-	1,60
26.	β -seskuifelandren	10,96	15,57	6,80
27.	δ -kadinen	-	0,64	-
28.	Nerolidol	-	2,01	-
29.	α -eudesmol	-	3,23	-

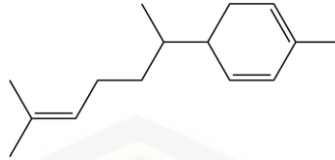
Keterangan: - (tidak ada); (a) Ginting (2011); (b) Kamaliroosta *et al.* (2013); (c) Rinanda *et al.* (2018)

Beberapa senyawa mayor yang terkandung dalam minyak atsiri jahe dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Zingiberen

Zingiberen (Gambar 2.5) merupakan seskuiterpen monosiklik yang menjadi penyusun utama dalam minyak atsiri jahe. Senyawa dengan rumus molekul $C_{15}H_{24}$ ini, berwujud cairan tak berwarna dengan berat molekul 204,35 g/mol dan titik didih 134-135 °C. Senyawa zingiberen banyak dimanfaatkan sebagai bahan

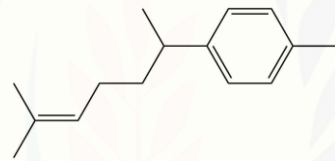
pewarna, reagen analitik hingga indikator asam-basa (Pujilestari dan Lestari, 2009).



Gambar 2.5 Struktur Zingiberen (<https://webbook.nist.gov>)

b. α -kurkumen

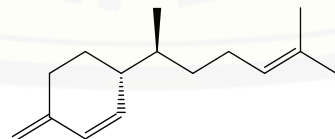
α -kurkumen (Gambar 2.6) merupakan senyawa penyusun minyak atsiri jahe yang memiliki titik didih 275-277 °C dan bersifat racun pada penggunaan yang berlebih. Senyawa yang memiliki rumus molekul $C_{15}H_{22}$ ini, tidak larut dalam air namun larut dalam alkohol. α -kurkumen banyak dimanfaatkan sebagai pemberi aroma pada parfum (Pujilestari dan Lestari, 2009).



Gambar 2.6 Struktur α -kurkumen (<https://webbook.nist.gov>)

c. β -seskuifelandren

β -seskuifelandren (Gambar 2.7) merupakan salah satu senyawa penyusun minyak atsiri jahe dengan rumus molekul $C_{15}H_{24}$. β -seskuifelandren merupakan senyawa seskuiterpen dengan titik didih sebesar 270-272 °C yang berupa cairan tak berwarna hingga kuning pucat yang memiliki kekuatan bau sedang. Senyawa ini memiliki aktivitas anti-tumor baik secara *in vivo* maupun *in vitro*, serta dapat dimanfaatkan sebagai pembasmi serangga (Pujilestari dan Lestari, 2009).

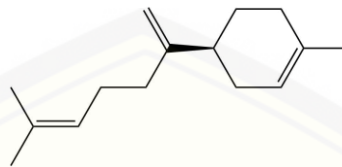


Gambar 2.7 Struktur β -seskuifelandren (<https://webbook.nist.gov>)

d. β -bisabolen

β -bisabolen (Gambar 2.8) merupakan senyawa penyusun minyak atsiri jahe dengan titik didih 148 °C yang tidak larut dalam air tetapi larut dalam alkohol.

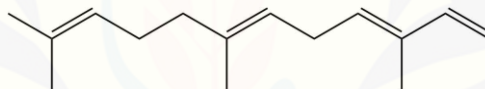
β -bisabolen memiliki rumus molekul $C_{15}H_{24}$ serta berwujud cairan tak berwarna sampai kuning pucat. Senyawa ini memiliki kekuatan bau sedang dan beraroma buah-buahan. β -bisabolen banyak dimanfaatkan sebagai pemberi cita rasa atau aroma pada parfum (Pujilestari dan Lestari, 2009).



Gambar 2.8 Struktur β -bisabolen (<https://webbook.nist.gov>)

e. α -farnesen

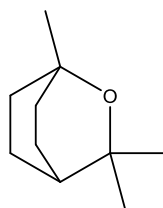
α -farnesen (Gambar 2.9) merupakan senyawa penyusun minyak atsiri jahe yang memiliki rumus molekul $C_{15}H_{24}$ dengan berat molekul 204,35 g/mol dan titik didih 260 °C. Senyawa ini tidak dapat larut dalam air, tetapi larut dalam alkohol. α -farnesen biasa dimanfaatkan sebagai konstituen pada lapisan buah apel dan pir (Pujilestari dan Lestari, 2009).



Gambar 2.9 Struktur α -farnesen (<https://webbook.nist.gov>)

f. 1,8-sineol

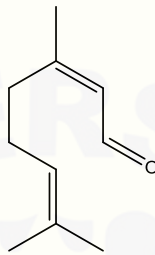
1,8-sineol (Gambar 2.10) merupakan senyawa penyusun minyak atsiri jahe yang dapat bersifat beracun melalui makanan, pernapasan, dan kulit pada dosis di atas normal $LD_{50} = 2480$ mg/kg rat. 1,8-sineol merupakan senyawa yang berwujud cairan tak berwarna, memiliki titik didih 176-177 °C dengan rumus molekul $C_{10}H_{18}O$. Senyawa yang juga dikenal dengan eukaliptol ini biasa dimanfaatkan sebagai bahan pewangi, bahan baku medis, bahan kosmetik, hingga sebagai pembasmi serangga (Pujilestari dan Lestari, 2009).



Gambar 2.10 Struktur 1,8-sineol (<https://webbook.nist.gov>)

g. Cis-sitral

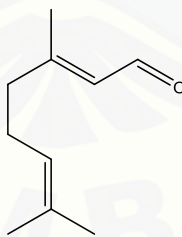
Cis-sitral atau neral (Gambar 2.11) merupakan senyawa penyusun minyak atsiri jahe yang memiliki titik didih antara 229-230 °C. Senyawa dengan rumus molekul $C_{10}H_{18}O$ ini, memiliki wujud cairan berwarna kuning muda hingga kuning tua. Senyawa cis-sitral banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku kosmetik dan parfum (Pujilestari dan Lestari, 2009).



Gambar 2.11 Struktur Cis-sitral (<https://webbook.nist.gov>)

h. Trans-sitral

Trans-sitral (Gambar 2.12) merupakan isomer dari cis-sitral yang menjadi senyawa penyusun minyak atsiri jahe. Trans-sitral atau geranial merupakan senyawa yang tidak larut dalam air, namun dapat bercampur dengan alkohol, eter, benzil benzoat, gliserol, dan propilen glikol. Senyawa yang memiliki aroma lemon yang kuat ini biasa dimanfaatkan sebagai bahan pemberi cita rasa dan aroma (O'Neil *et al.*, 2001).

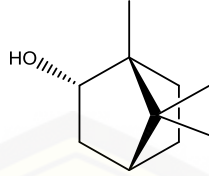


Gambar 2.12 Struktur Trans-sitral (<https://webbook.nist.gov>)

i. Endo-borneol

Endo-borneol (Gambar 2.13) merupakan senyawa penyusun minyak atsiri jahe dengan rumus molekul $C_{10}H_{18}O$. Senyawa yang larut dalam alkohol serta hanya larut sebagian dalam air ini memiliki titik didih sebesar 212 °C serta memiliki aroma seperti lada. Endo-borneol biasa dimanfaatkan dalam bahan baku

parfum dan dupa, namun apabila terhirup dalam dosis yang berlebih senyawa ini dapat menyebabkan pusing, mual, hingga muntah (O'Neil *et al.*, 2011).



Gambar 2.13 Struktur Endo-borneol (<https://webbook.nist.gov>)

2.4 Hidrosol

Hidrosol berasal dari kata 'hydro' yang berarti air dan 'sol' dari kata *solution* yang berarti larutan (Aazza *et al.*, 2011). Hidrosol yang dalam dunia aromaterapi juga disebut sebagai hidrolat, air bunga, atau air tanaman merupakan hasil samping dari proses distilasi minyak atsiri. Dalam proses distilasi, terjadi pelepasan minyak atsiri dan air dari proses distilasi uap maupun hidrodistilasi. Selama proses distilasi, sebagian dari komponen minyak atsiri larut dalam air. Komponen-komponen minyak atsiri yang terdapat di dalam hidrosol seperti hidrokarbon, oksida, eter, ester, dan terpen (Said *et al.*, 2015). Keberadaan beberapa komponen minyak atsiri, memberikan aroma pada hidrosol. Oleh karena itu, hidrosol memiliki bau harum, memiliki rasa kuat, serta memiliki pH dari 4,5-5,5. Hidrosol umumnya memiliki warna kuning hingga sedikit jernih (Schorr, 2004; Paolini *et al.*, 2008).

Hidrosol merupakan cairan emulsi yang berupa campuran minyak atsiri yang terikat pada air. Pemisahan kedua zat cair tersebut dapat dilakukan dengan memperhatikan tegangan permukaan dan tegangan antarmuka dari kedua zat cair tersebut. Tegangan permukaan ialah gaya persatuan panjang yang perlu dikerjakan dengan sejajar permukaan, sehingga mengimbangi tarikan ke arah dalam pada zat cair. Sedangkan tegangan antarmuka adalah gaya persatuan panjang yang terdapat pada antarmuka dua fase cairan yang tidak bercampur (Said *et al.*, 2015). Pemisahan minyak atsiri dalam hidrosol juga dapat dilakukan dengan penggunaan pelarut organik yang mudah menguap. Pelarut yang dapat digunakan yaitu pelarut non polar seperti metanol, etanol, kloroform, heksana,

aseton, dietil eter, petroleum eter, dan etil asetat. Pemisahan menggunakan pelarut non polar ini didasarkan prinsip “*like dissolve like*” dimana minyak atsiri yang bersifat non polar akan terikat pada pelarut organik yang bersifat non polar, sedangkan air akan tertinggal (Arifianti *et al.*, 2014).

2.5 Ekstraksi Minyak Atsiri dan Hidrosol

Metode ekstraksi minyak atsiri merupakan proses yang dilakukan untuk memperoleh komponen volatil dari tanaman. Minyak atsiri umumnya diekstrak menggunakan metode distilasi. Distilasi merupakan proses pemisahan secara fisik suatu campuran yang terdiri dari dua atau lebih komponen, dan didasarkan pada perbedaan tekanan uap dan titik didihnya (Slamet *et al.*, 2013). Salah satu metode distilasi minyak atsiri yaitu distilasi air atau hidrodistilasi. Hidrodistilasi merupakan metode distilasi yang paling sederhana dan paling murah. Bahan tanaman dalam metode ini akan terendam dalam air dan dididihkan. Uap air dan minyak dari proses pemanasan akan diembunkan, sehingga dapat ditampung dan lebih lanjut dipisahkan melalui suatu metode pemisahan (Dilworth *et al.*, 2017).

Ciri utama dalam metode hidrodistilasi yaitu tanaman akan melalui proses distilasi dengan adanya kontak langsung antara bahan dan air mendidih. Air dididihkan oleh panas dari beberapa cara diantaranya pemanasan dengan api secara langsung maupun penggunaan jaket pemanas (Dilworth *et al.*, 2017). Tidak seperti metode ekstraksi pelarut, hidrodistilasi tidak melibatkan pelarut sehingga tidak membutuhkan biaya besar, aman dalam operasinya, dan ramah lingkungan. Hal ini menyebabkan metode hidrodistilasi banyak dimanfaatkan dalam industri minyak atsiri skala besar maupun kecil (Liu *et al.*, 2008).

Hidrodistilasi dapat bekerja baik dalam ekstraksi minyak atsiri pada bahan bubuk dan bahan yang memiliki struktur keras seperti kayu, kacang-kacangan, hingga akar-akaran. Keuntungan utama dari metode ini yaitu uap yang dibutuhkan sedikit, waktu proses cepat, dan rendemen minyak yang dihasilkan tinggi. Dalam hidrodistilasi, bahan tanaman dipanaskan dengan air melalui proses perebusan. Panas dapat menyebabkan struktur sel dari bahan tanaman hancur, sehingga menghasilkan minyak atsiri. Molekul minyak atsiri dibawa melalui pipa menuju

kondensor sehingga akan terbentuk wujud cairannya kembali dalam penampung. Hasil yang diperoleh merupakan campuran dari minyak atsiri dan air distilat. Oleh karena minyak atsiri tidak dapat larut dalam air, campuran tersebut dapat dipisahkan secara mudah. Minyak atsiri yang mana memiliki massa jenis lebih rendah dari air, akan mengapung pada permukaan (Abidin *et al.*, 2015).

2.6 Analisa Gas Chromatography - Mass Spectroscopy (GC-MS)

Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS) merupakan gabungan dari dua jenis teknik analisis campuran kimia. *Gas Chromatography* memisahkan komponen dari campuran sedangkan *Mass Spectroscopy* mengkarakterisasi setiap komponen tersebut (Pocsfalvi *et al.*, 2016). Kromatografi gas merupakan suatu teknik analisis yang berguna untuk pemisahan campuran berdasarkan perbedaan kecepatan migrasi komponen-komponen penyusunnya (Pavia *et al.*, 2001). Kromatografi gas memiliki kolom silika leburan yang panjang dan tipis (5% fenil-polimer dimetilsiloksana 95%) yang disebut kolom kapiler. Kolom kapiler ini digunakan untuk analisis senyawa organik semi volatil dan non polar yang banyak digunakan dalam pelarut organik. Kolom kapiler disimpan dalam oven yang diatur untuk meningkatkan suhu secara bertahap. Hal tersebut dapat membantu pemisahan suatu campuran. Ketika suhu meningkat, senyawa-senyawa yang memiliki titik didih rendah lebih cepat mengelusi dari kolom daripada yang memiliki titik didih lebih tinggi. Senyawa campuran yang dipisahkan melalui kromatografi gas akan mengelusi dari kolom dan memasuki detektor, sehingga dihasilkan sinyal yang disebut kromatogram (Pocsfalvi *et al.*, 2016).

Senyawa dalam campuran yang dielusi dari kolom GC, akan memasuki detektor ionisasi elektron (spektroskopi massa). Senyawa tersebut ditembakkan dengan berkas elektron berenergi tinggi (70 eV) yang menyebabkan pemecahan senyawa menjadi fragmen. Fragmen-fragmen ini bisa berupa potongan besar atau kecil dari molekul aslinya. Sebuah elektron yang menyerang molekul dapat memberikan energi yang cukup untuk menghilangkan elektron lain dari molekul tersebut. Fragmen-fragmen yang dihasilkan merupakan ion bermuatan dengan massa tertentu. Massa fragmen dibagi dengan muatan fragmen atau disebut rasio

massa terhadap muatan (m/z) (Pocsfalvi *et al.*, 2016). Fragmen-fragmen dengan m/z ditampilkan pada komputer sebagai spektrum massa. Sumbu x menunjukkan perbandingan m/z , sedangkan sumbu y menunjukkan intensitas. Struktur senyawa dapat diketahui dengan membandingkan hasil spektrum massa sampel dengan spektrum massa standar dari *database* (Howe dan Williams, 1981).

2.7 Antioksidan

Antioksidan merupakan suatu senyawa yang bertindak sebagai inhibitor untuk mencegah proses oksidasi dengan cara menghentikan reaksi berantai dari radikal bebas. Radikal bebas yang telah dihambat oleh antioksidan, tidak dapat berikatan dengan senyawa lain sehingga menjadi radikal bebas tak reaktif yang stabil. Radikal bebas yang berlebih di dalam tubuh dapat menyebabkan kerusakan sel, protein, asam nukleat, dan jaringan lemak. Peranan antioksidan sangat penting dalam menetralkan dan menstabilkan radikal bebas (Hanani *et al.*, 2005).

Antioksidan berdasarkan sumbernya dibagi menjadi dua yaitu antioksidan sintesis dan antioksidan alami. Antioksidan alami merupakan jenis antioksidan yang berasal dari bahan alam yang tersebar pada beberapa bagian tumbuhan, seperti akar, batang, kulit, daun, buah, bunga, dan biji. Antioksidan alami berperan sebagai reduktor, penekan oksigen *singlet*, penangkap radikal bebas, dan pengkhelat logam. Senyawa yang termasuk ke dalam antioksidan alami yaitu golongan senyawa turunan fenolat seperti flavonoid, turunan senyawa hidroksinat, kumarin, dan tokoferol (Kumalaningsih, 2006).

Antioksidan berdasarkan mekanisme kerjanya, menurut Prakash *et al.* (2001) dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu:

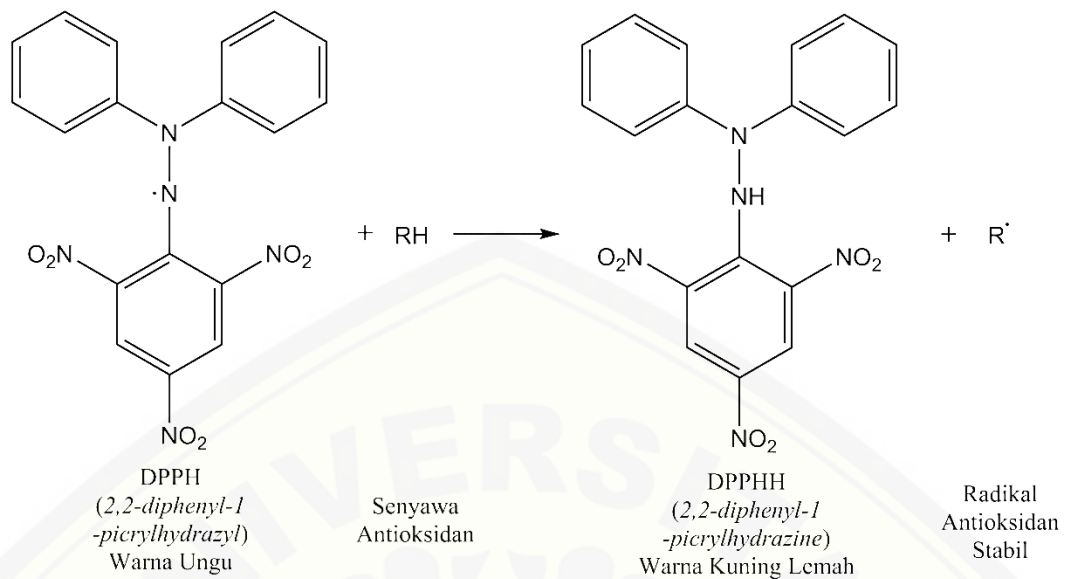
- a. Antioksidan primer (antioksidan enzimatis) merupakan jenis antioksidan yang mampu menekan atau menghambat pembentukan radikal bebas dengan cara memutus reaksi berantai, sehingga mengubah radikal bebas menjadi produk stabil. Reaksi ini disebut dengan *chain-breaking-antioxidant*. Contoh antioksidan primer yaitu enzim peroksidase dismutase, glutasi peroksidase, dan katalase.

- b. Antioksidan sekunder (antioksidan non enzimatis) merupakan jenis antioksidan yang dikenal sebagai penangkap radikal bebas (*scavenger radical free*), kemudian mencegah amplifikasi radikal. Contoh antioksidan sekunder diantaranya yaitu vitamin E, vitamin C, isoflavon, asam urat, bilirubin, β -karoten, dan albumin.
- c. Antioksidan tersier merupakan antioksidan yang berperan dalam perbaikan biomolekul yang rusak akibat adanya radikal bebas. Contoh dari antioksidan tersier yaitu enzim DNA-*repair* dan metionin sulfoksida reduktase.

2.8 Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

Aktivitas antioksidan dalam suatu senyawa dapat ditentukan melalui proses pengukuran, salah satunya dengan metode DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*). Metode pengukuran aktivitas antioksidan dengan DPPH banyak digunakan untuk menguji kemampuan suatu senyawa yang bertindak sebagai peredam radikal bebas atau donor hidrogen. Metode DPPH dapat digunakan untuk sampel padatan maupun cairan. Selain itu, metode ini dapat digunakan untuk analisis aktivitas antioksidan pada suatu komponen secara keseluruhan bukan untuk menentukan aktivitas antioksidan secara spesifik (Prakash *et al.*, 2001).

DPPH merupakan komponen radikal sintetis yang memiliki sifat stabil, sehingga dapat digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan suatu sampel. DPPH dalam metanol atau etanol, akan memberikan efek warna ungu yang dapat diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 515-517 nm. Aktivitas antioksidan diukur melalui besarnya penurunan intensitas warna ungu larutan DPPH setelah ditambahkan suatu sampel (Rauf *et al.*, 2011). Senyawa antioksidan dari sampel akan menyumbangkan atom hidrogen netral yang akan berpasangan dengan elektron ganjil dari radikal DPPH yang menyebabkan warna ungu mengalami penurunan intensitas menjadi kuning lemah. Aktivitas antioksidan tersebut dinyatakan sebagai aktivitas penangkapan radikal DPPH (Prakash *et al.*, 2001). Reaksi penangkapan radikal DPPH dapat diamati pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Reaksi Penangkapan Radikal DPPH (Prakash *et al.*, 2001)

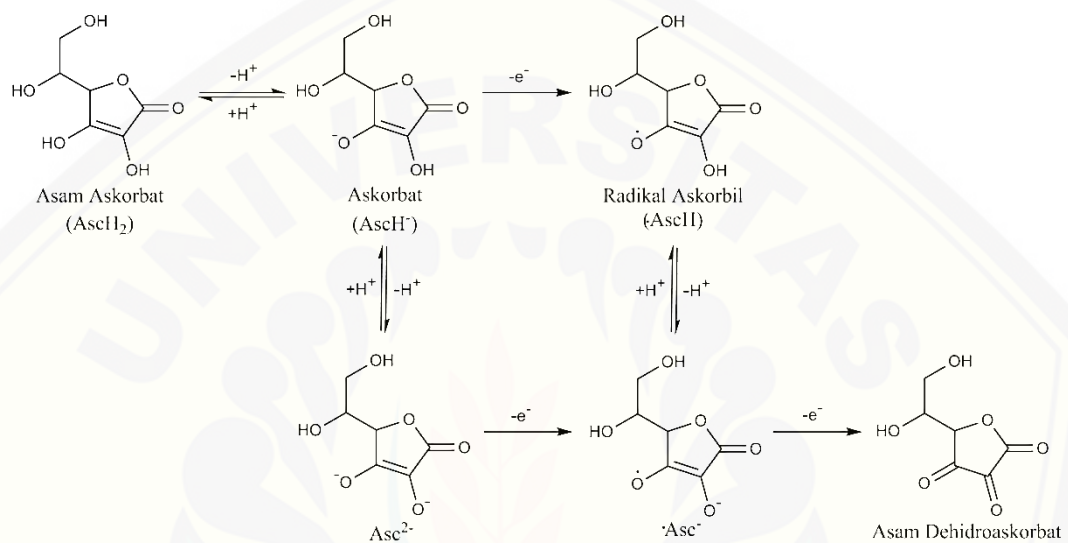
Aktivitas antioksidan diperoleh dari nilai absorbansi yang digunakan untuk menghitung konsentrasi inhibisi 50% (IC₅₀) yang menunjukkan kemampuan suatu senyawa antioksidan untuk meredam radikal bebas sebesar 50%. Semakin tinggi kadar senyawa antioksidan dalam sampel, maka akan semakin rendah nilai IC₅₀ dan berlaku sebaliknya (Mosquera *et al.*, 2007).

2.9 Vitamin C

Vitamin C atau asam askorbat merupakan senyawa antioksidan larut air yang penting dalam kehidupan sehari-hari untuk menjaga kesehatan tubuh. Bentuk utama dari vitamin C yaitu *L-ascorbic* dan *dehydroascorbic acid*. Vitamin C merupakan lakton enam karbon yang dapat disintesis dari glukosa yang berada dalam hati semua jenis mamalia, kecuali manusia (Darlina, 2016). Manusia tidak memiliki enzim gulonolakton oksida yang berperan penting dalam sintesis 2-keto-1-gulonolakton, senyawa prekursor vitamin C. Hal ini menyebabkan tubuh manusia tidak dapat mensintesis vitamin C sendiri (Telang, 2013).

Sebagai antioksidan, vitamin C merupakan agen pereduksi dan donor elektron. Vitamin C dengan mendonorkan elektronnya mampu mencegah senyawa-senyawa lain agar tidak mengalami oksidasi. Meskipun demikian, vitamin C akan mengalami reaksi oksidasi dalam proses antioksidan tersebut.

Vitamin C dalam menangkal radikal bebas dapat mengalami perubahan menjadi radikal askorbat yang bersifat tidak reaktif. Vitamin C akan membentuk asam semidehidroaskorbat atau radikal askorbil setelah mendonorkan satu elektronnya, sedangkan setelah mendonorkan dua elektronnya akan membentuk senyawa dehidroaskorbat (Padayatty *et al.*, 2003). Gambar 2.15 menunjukkan mekanisme donor elektron vitamin C.



Gambar 2.15 Mekanisme Donor Elektron dari Vitamin C (Nimse dan Pal, 2015)

Senyawa radikal askorbil setelah terbentuk dapat bereaksi cepat untuk menghasilkan satu molekul dehidroaskorbat yang tidak memiliki aktivitas antioksidan. Sehingga dehidroaskorbat akan direduksi menjadi asam askorbat dengan penambahan dua elektron dengan bantuan enzim oksidoreduktase (Rahmadi dan Bohari, 2018).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Kimia Organik dan Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember dan analisis GC-MS di Laboratorium Kimia Organik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada. Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan November 2019 hingga April 2020.

3.2 Alat dan Bahan

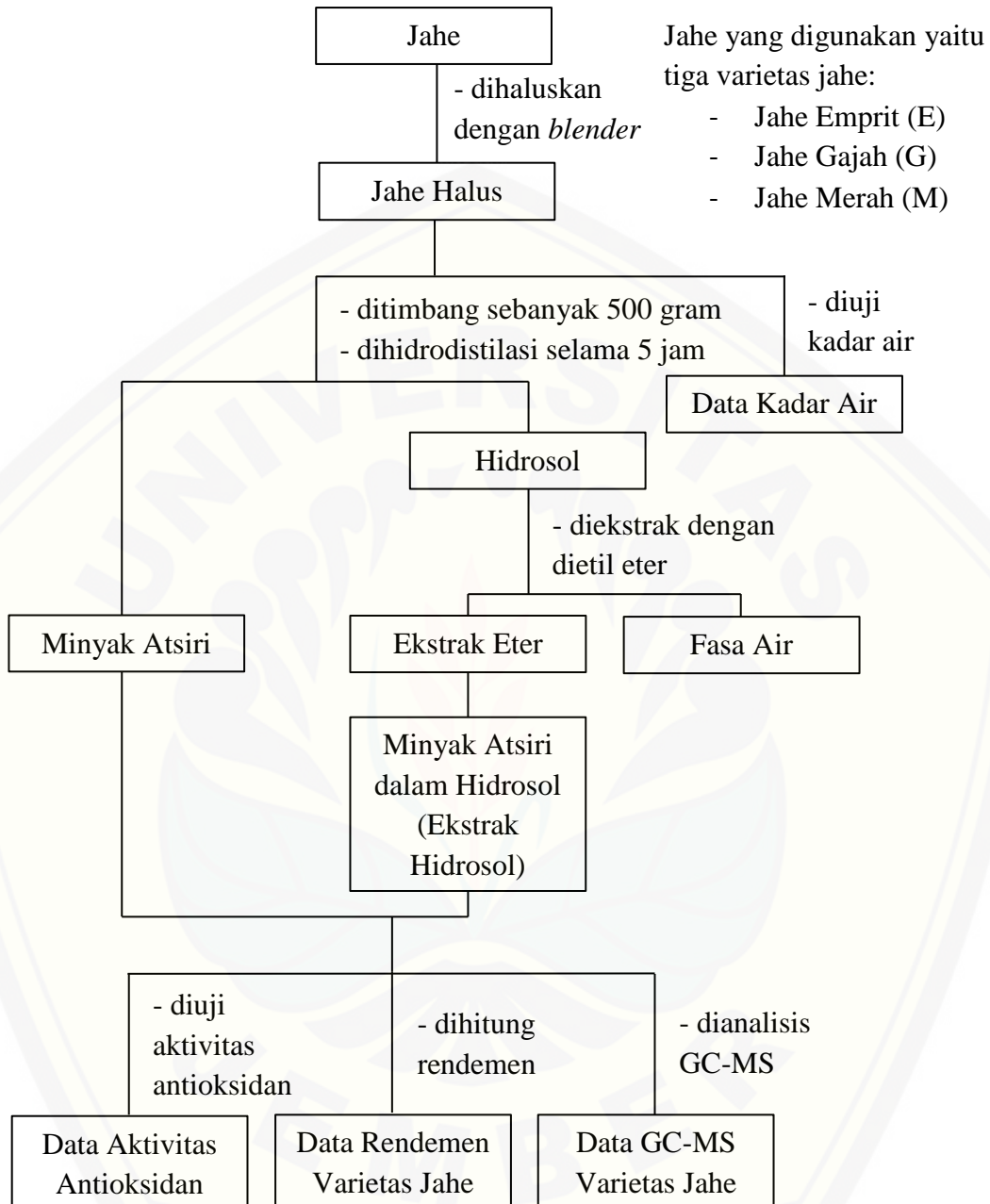
3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat gelas dan non gelas. Alat-alat gelas yang digunakan diantaranya yaitu labu alas bulat 5000 mL, *cleverger*, kondensor, gelas beaker 1000 mL, gelas beaker 250 mL, gelas beaker 100 mL, gelas beaker 50 mL, *conical tube*, botol vial, pipet tetes, cawan porselen, desikator, corong pisah 500 mL, kaca arloji, batang pengaduk, labu ukur 50 mL, labu ukur 10 mL, pipet mohr 10 mL, pipet mohr 5 mL, pipet volume 2 mL, pipet volume 1 mL, tabung reaksi, dan kuvet. Sedangkan alat-alat non gelas diantaranya yaitu pisau, sikat, *blender*, corong plastik, pipa penyalur, pompa air, klem, statif, mantel pemanas, botol plastik, spatula, oven, neraca analitik, timbangan, kain lap, lemari asam, *ball pippette*, rak tabung reaksi, botol semprot, spektrofotometer UV-Vis (Thermo Scientific), dan GC-MS QP20108 SHIMIDZU.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jahe emprit, jahe gajah, jahe merah, air, dietil eter pa (Merck, 99,9%), MgSO_4 anhidrat (Merck, 98%), etanol pa (Merck, 99,7%), vitamin C (Merck), DPPH (Sigma Aldrich), *vaseline*, tisu, *aluminium foil*, es batu, dan kertas saring.

3.3 Rancangan Diagram Alir Penelitian



3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Sampling

Sampel jahe emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*), jahe gajah (*Zingiber officinale* var. *officinale*), dan jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) berasal dari Dusun Baban Timur, Desa Mulyorejo, Kecamatan Silo, Kabupaten

Jember. Sampel jahe diuji keabsahan di Unit Jasa dan Informasi, Balai Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan. Uji keabsahan ini bertujuan untuk identifikasi spesimen tumbuhan yang telah terverifikasi secara resmi. Ketiga varietas jahe ini diperoleh dari kebun petani jahe. Jahe yang diperoleh selanjutnya dibersihkan, dikering-anginkan, dipotong, dan dihaluskan menggunakan *blender*.

3.4.2 Penentuan Kadar Air

Kadar air dari sampel jahe dihitung melalui selisih berat jahe segar dengan berat jahe yang sudah dikeringkan. Penentuan kadar air ini diawali dengan pengeringan cawan porselen melalui proses oven pada suhu 105°C selama 30 menit dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit. Cawan porselen kemudian ditimbang beratnya pada neraca analitik. Sampel jahe sebanyak 5 gram ditambahkan dalam cawan porselen lalu ditimbang beratnya (W_1), dioven pada suhu 105°C selama 3 jam dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit. Sampel dalam cawan porselen kemudian ditimbang beratnya. Pengeringan sampel dilanjutkan setiap 1 jam hingga beratnya konstan dan dihitung sebagai berat akhir (W_2). Penentuan kadar air dalam sampel jahe dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan :

W_1 = berat awal

W_2 = berat akhir

(AOAC, 1995).

3.4.3 Hidrodistilasi Jahe

a. Ekstraksi Minyak Atsiri Jahe

Sampel jahe yang telah dihaluskan ditimbang massanya sebanyak 500 gram menggunakan timbangan dan dimasukkan ke dalam labu alas bulat 5 liter. Air sebanyak $\pm 3,5$ liter ditambahkan dalam labu alas bulat. Selanjutnya proses hidrodistilasi dilakukan selama 5 jam dari tetesan pertama, dimana pada 1 jam

pertama air distilat (hidrosol) ditampung untuk diekstrak dengan dietil eter sebanyak satu kali. Selanjutnya, minyak atsiri yang diperoleh setiap jamnya selama 5 jam distilasi ditampung dalam wadah dan apabila masih mengandung air maka dikeringkan dengan MgSO_4 anhidrat. Hasil minyak atsiri yang telah kering dari air ditimbang massanya untuk menentukan nilai rendemen. Proses distilasi dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan (*triplo*). Minyak atsiri yang diperoleh selanjutnya dianalisis kandungan kimianya menggunakan GC-MS.

b. Ekstraksi Hidrosol Jahe

Hidrosol yang diperoleh dari 1 jam pertama distilasi, diekstrak dengan metode ekstraksi pelarut menggunakan corong pisah. Pelarut yang digunakan yaitu dietil eter karena bersifat non polar sehingga dapat mengikat senyawa volatil non polar dalam hidrosol jahe. Pemisahan menggunakan pelarut non polar ini didasarkan prinsip “*like dissolve like*” dimana minyak atsiri yang bersifat non polar akan terikat pada pelarut organik yang bersifat non polar, sedangkan air yang bersifat polar akan terpisah. Perbandingan dietil eter dengan hidrosol yang digunakan yaitu 1:2. Hasil ekstraksi yaitu terdapat dua fase cairan yaitu fase air yang berada di bawah dan fase dietil eter yang berada di atas. Fase dietil eter yang diperoleh dari proses ekstraksi selanjutnya dipisahkan dan dilakukan penguapan dalam lemari asam, untuk menguapkan pelarut dietil eter. Sehingga diperoleh minyak atsiri yang terkandung dalam hidrosol secara murni. Minyak atsiri dalam hidrosol atau ekstrak hidrosol yang diperoleh selanjutnya dianalisis kandungan kimianya menggunakan GC-MS.

3.4.4 Uji Kualitatif Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol

a. Rendemen

Perhitungan rendemen minyak atsiri dilakukan berdasarkan massa minyak atsiri yang diperoleh (gram) dari setiap satuan berat kering sampel yang digunakan. Rendemen minyak atsiri dari sampel jahe segar dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{massa minyak atsiri (g)}}{\text{massa sampel kering (g)}} \times 100\%$$

Perhitungan rendemen ekstrak hidrosol jahe didasarkan pada perbandingan antara massa ekstrak hidrosol (gram) dengan massa hidrosol total. Rendemen ekstrak hidrosol dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{massa ekstrak hidrosol (g)}}{\text{massa hidrosol (g)}} \times 100\%$$

b. Analisis GC-MS

Kandungan senyawa kimia dalam minyak atsiri dan ekstrak hidrosol jahe dianalisis melalui *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS). Sampel yang akan diuji sebanyak 6 buah, yakni 3 buah dari minyak atsiri jahe emprit, jahe gajah, dan jahe merah serta 3 buah dari ekstrak hidrosol jahe emprit, jahe gajah, dan jahe merah. Spesifikasi alat dari GC-MS QP20108 SHIMADZU dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Alat GC-MS QP20108 SHIMADZU

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Instrumen	GCMS-QP2010S SHIMADZU
2.	Kolom	Rtx 5
3.	Panjang	30 meter
4.	ID	0,25 mm
5.	Gas Pembawa	Helium
6.	Detektor	Spektroskopi massa
7.	Suhu Kolom	70 °C
8.	Suhu Injeksi	300 °C
9.	Tekanan	13,0 kPa
10.	Pengionan	EI 70 eV

3.4.5 Uji Aktivitas Antioksidan

a. Pembuatan Larutan Uji Minyak Atsiri, Ekstrak Hidrosol, dan Vitamin C

Larutan uji minyak atsiri dan ekstrak hidrosol dibuat larutan induk 80 ppm dengan melarutkan 4 mg minyak atsiri atau ekstrak hidrosol dengan pelarut etanol 99,7% pada labu ukur 50 mL. Larutan uji tersebut selanjutnya dibuat variasi konsentrasi 16, 32, 48, 64, dan 80 ppm melalui pengenceran. Sedangkan untuk vitamin C dibuat pengenceran dengan variasi konsentrasi 3, 6, 9, 12, dan 15 ppm dari larutan induk 15 ppm (Sumiwi *et al.*, 2011).

b. Pembuatan Larutan DPPH

Larutan DPPH 0,125 mM dibuat dengan melarutkan 2,5 mg serbuk DPPH dalam etanol 99,7% sampai 50 mL. Larutan dijaga dalam suhu rendah dan terhindar dari kontak cahaya langsung (Sumiwi *et al.*, 2011).

c. Uji Aktivitas Antioksidan

Masing-masing larutan uji (minyak atsiri, ekstrak hidrosol, dan vitamin C) dengan variasi konsentrasi, sebanyak 1 mL ditambahkan dengan larutan DPPH sebanyak 2 mL kemudian dihomogenkan. Larutan uji selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang selama 30 menit kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 515 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Larutan blanko dibuat dengan menambahkan 2 mL larutan DPPH dengan 1 mL etanol 99,7%, kemudian dihomogenkan dan dilakukan perlakuan yang sama dengan larutan uji (Sumiwi *et al.*, 2011).

d. Penentuan Persentase Peredaman

Persentase peredaman menunjukkan besarnya kemampuan suatu senyawa untuk menghambat serapan radikal DPPH. Penentuan persentase peredaman dapat dihitung melalui persamaan berikut:

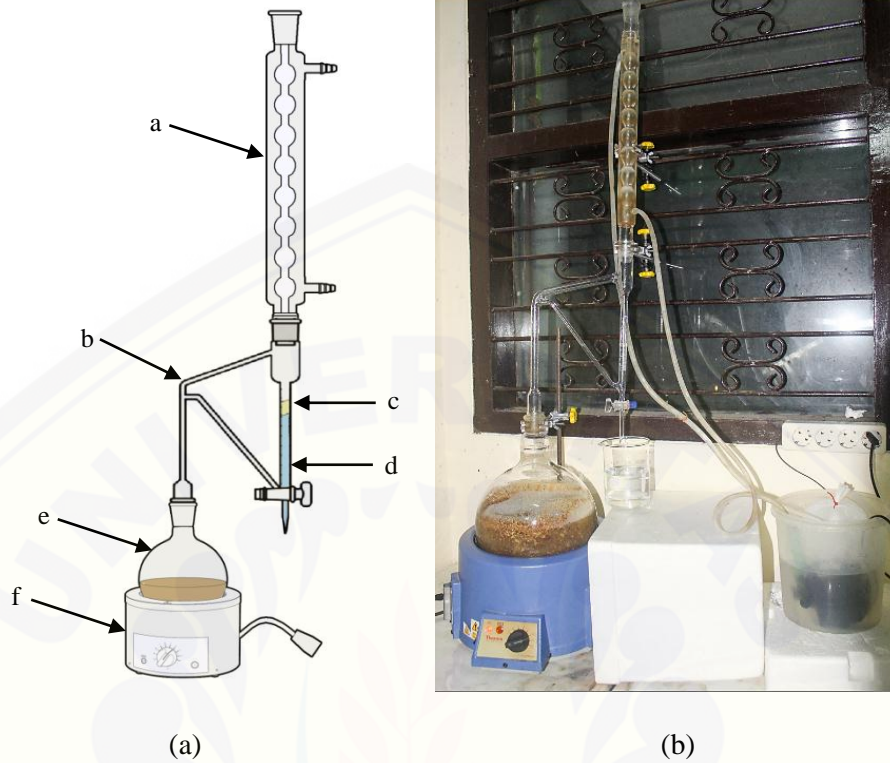
$$\% \text{Peredaman} = 1 - \frac{\text{Absorbansi larutan uji}}{\text{Absorbansi DPPH}} \times 100\%$$

(Sumiwi *et al.*, 2011).

e. Perhitungan IC_{50}

Nilai IC_{50} didasarkan persentase peredaman terhadap radikal DPPH dari masing-masing konsentrasi larutan. Setelah didapatkan persentase peredaman dari variasi konsentrasi, kemudian ditentukan persamaan $y = a + bx$ melalui regresi linear. Dimana x adalah konsentrasi larutan dan y adalah persentase peredaman DPPH. Nilai IC_{50} diperoleh dari nilai x setelah mengganti y dengan nilai 50 (Siahaan, 2014).

3.5 Desain Alat



(a) Desain alat hidrodistilasi, (b) Alat hidrodistilasi

Gambar 3.1 Set Alat Hidrodistilasi

Keterangan: a) Kondensor, b) *Clevenger*, c) Minyak atsiri, d) Hidrosol, e) Labu alas bulat 5 L, f) Mantel pemanas

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Profil minyak atsiri dan ekstrak hidrosol yang diteliti terdiri dari rendemen dan kandungan senyawa kimia. Rendemen rata-rata minyak atsiri jahe emprit, jahe gajah, dan jahe merah secara berturut-turut yaitu sebesar $3,2809 \pm 0,009187\%$, $1,4545 \pm 0,02443\%$, dan $3,6924 \pm 0,006382\%$. Sedangkan rendemen rata-rata ekstrak hidrosol jahe emprit, jahe gajah, dan jahe merah secara berturut-turut yaitu sebesar $0,1046 \pm 0,1616\%$, $0,0710 \pm 0,08475\%$, dan $0,1276 \pm 0,07878\%$. Minyak atsiri dari tiga varietas jahe memiliki 9 senyawa mayor dengan kelimpahannya yang tidak jauh berbeda, kecuali geranil asetat yang hanya menjadi senyawa mayor pada minyak atsiri jahe merah. Senyawa mayor ekstrak hidrosol dari tiga varietas jahe yaitu kamfen, cis-sitral, trans-sitral, geranil asetat, zingiberen, α -kurkumen, α -farnesen, dan β -seskuifelandren.
2. Aktivitas antioksidan (IC_{50}) rata-rata dari minyak atsiri jahe emprit, jahe gajah, dan jahe merah secara berturut-turut yaitu sebesar $64,8 \pm 0,0457$ ppm, $59,0 \pm 0,0489$ ppm, dan $53,6 \pm 0,0201$ ppm. Serta ekstrak hidrosol jahe emprit, jahe gajah, dan jahe merah memiliki aktivitas antioksidan rata-rata secara berturut-turut yaitu sebesar $67,8 \pm 0,0304$ ppm, $64,1 \pm 0,0432$ ppm, dan $49,9 \pm 0,0497$ ppm.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai uji aktivitas antioksidan minyak atsiri tiga varietas jahe dengan metode lainnya seperti metode ABTS (*2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid)*), FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), dan CUPRAC (*Cupric Reducing Antioxidant Capacity*).

DAFTAR PUSTAKA

- Aazza, S., B. Lyoussi, dan M. G. Miguel. 2011. Antioxidant Activity of Some Moroccan Hydrosols. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(30).
- Abidin, Z., Zamri, A. Fikri, M. A. Fifadli, M. S. Hamizan, M. Hafizulfikry, dan M. Z. Iskandar. 2015. Hydro-Distillation Process in Extracting of Agarwood Essential Oil. *Technology and Innovation National Conference (TECHON 2015)*. 9-11 Juni 2015.
- Amic, D., D. Beslo, N. Trinajstic, dan Davidovic. 2003. Structure-Radical Scavenging Activity Relationship of Flavonoids. *Croatia Chemica Acta*. 76: 55-61
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th Edition. Washington: AOAC International.
- Arifianti, L., R. D. Oktarina, dan I. Kusumawati. 2014. Pengaruh Jenis Pelarut Pengekstraksi terhadap Kadar Sinensetin dalam Ekstrak Daun Orthosiphon stamineus Benth. *E-Journal Planto Husada*. 2(1): 3-6.
- Armando, R. 2009. *Memproduksi 15 Minyak Atsiri Berkualitas*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Awouafack, M. D., P. Tane, V. Kuete, dan J. N. Eloff. 2013. Sesquiterpenes from the Medicinal Plants of Africa. *Medicinal Plant Research in Africa*. 33–103
- Azizah, N., E. Filaila, Salahuddin, E. Agustian, A. Sulaswatty, dan N. Artanti. 2018. Antibacterial and Antioxidant Activities of Indonesian Ginger (Jahe Emprit) Essential Oil Extracted by Hydrodistillation. *J. Kim. Terap. Indones*. 20(2): 90-96.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Statistik Tanaman Biofarmaka Statistics of Medicinal Plants Indonesia 2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bermawie, N. dan S. Purwiyanti. 2011. *Jahe (Zingiber officinale Rosc.)*. Bogor: Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, Kementerian Pertanian.

- Chrubasik, S., M. H. Pittler, dan B. D. Roufogalis. 2005. Zingiberis Rhizoma: A Comprehensive Review on the Ginger Effect and Efficacy Profile. *Phytomedicine*. 12(9): 684–701.
- Darlina. 2016. Potensi Vitamin sebagai Radioprotektor. *Buletin Alara*. Volume 18 Nomor 1.
- Dilworth, L. L., C. K. Riley, dan D. K. Stennett. 2017. Plant Constituents: Carbohydrates, Oils, Resins, Balsams, and Plant Hormones. *Pharmacognosy*. Vol. 1.
- Egwaikhide, P. A. dan C. E. Gimba. 2007. Analysis of the Phytochemical Content and Antimicrobial Activity of *Plectranthus glandulosus* whole Plant. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 2(3-4), 135- 138.
- El-Baroty G. S., H. H. A. El-Baky, R. S. Farag, dan M. A. Saleh. 2013. Characterization of Antioxidant and Antimicrobial Compounds of Cinnamon and Ginger Essential Oils. *Advanced Research Journal of Biochemistry*. 1(4): 78-85.
- Ginting, D. B. R. 2011. Identifikasi Komponen Kimia Minyak Atsiri Rimpang Jahe Emprit (*Zingiber officinale* Rosc.) dan Uji Aktivitas Antibakteri. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Gong, F., Y. Fung, dan Y. Liang. 2004. Determination of Volatile Components in Ginger Using Gas Chromatography–Mass Spectrometry with Resolution Improved by Data Processing Techniques. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(21), 6378–6383.
- Gonzalez-Burgos, E. dan M. P. Gomez-Serranillos. 2012. Terpene Compounds in Nature: A Review of Their Potential Antioxidant Activity. *Current Medicinal Chemistry*. 19(31), 5319–5341.
- Guenther, E. 2006. *Minyak Atsiri Jilid 1*. Penerjemah Ketaren, S. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Gupta, S., P. Pandotra, G. Ram, R. Anand, A. P. Gupta, M. K. Husain, Y. S. Bedi, dan G. R. Mallavarapu. 2011. Composition of a Monoterpenoid-rich Essential Oil from the Rhizome of *Zingiber officinale* from North Western

- Himalayas. *Natural Product Communications*, 6(1).
- Gustina, L. 2014. *Market Brief Minyak Atsiri ATDAG KBRI Berlin 2014*. Berlin: Atase Perdagangan KBRI Berlin.
- Hanani, E., A. Mun'im, dan R. Sekarini. 2005. Identifikasi Senyawa Antioksidan dari Kepulauan Seribu. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. II(3): 127–133.
- Hapsoh, Y. Hasanah, dan E. Julianti. 2010. *Budidaya dan Teknologi Pascapanen Jahe*. Medan: USU Press.
- Harmono dan Andoko. 2005. *Budi Daya dan Peluang Bisnis Jahe*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Hernani dan M. Rahardjo. 2006. *Tanaman Berkhasiat Antioksidan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Höferl, M., I. Stoilova, J. Wanner, E. Schmidt, L. Jirovetz, D. Trifonova, V. Stanchev, dan A. Krastanov. 2015. Composition and Comprehensive Antioxidant Activity of Ginger (*Zingiber officinale*) Essential oil from Ecuador, *Nat. Prod. Commun.*, 10, 1085– 1090.
- Howe, I. dan D. H. Williams. 1981. *Mass Spectrometry Principle and Applications*. 2th Edition. London: Mc Graw Hill Inc.
- International Standard. 2014. *ISO 16928: Essential Oil of Ginger [Zingiber officinale Roscoe]*. Geneva: International Organization for Standardization.
- International Trade Centre. 2014. *List of Importing Markets for Product Exported by Indonesia, Product: Essential Oils*. Geneva: International Trade Centre.
- Julianto, T. S. 2016. *Minyak Atsiri Bunga Indonesia*. Yogyakarta: Deepublish.
- Kaban, A. N., Daniel, dan C. Saleh. 2016. Uji Fitokimia, Toksisitas dan Aktivitas Antioksidan Fraksi n-Heksan dan Etil Asetat terhadap Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *amarum*.). *Jurnal Kimia Mulawarman*. 14(1): 24-28.

- Kamaliroosta, Z., L. Kamaliroosta, dan A. H. Elhamirad. 2013. Isolation and Identification of Ginger Essential Oil. *Journal of Food Biosciences and Technology*. 3: 73–80.
- Kumalaningsih. 2006. *Antioksidan Alami Penangkal Radikal Bebas Sumber, Manfaat, Cara Penyediaan dan Pengolahan*. Surabaya: Trubus Agrisarana.
- Kumar, R., dan Y. C. Tripathi. 2011. Getting Fragrance from Plants. *Training Manual on Extraction Technology of Natural Dyes & Aroma Therapy and Cultivation Value Addition of Medicinal Plants*. 2-4 November 2011. Forest Research Institute: 1–27.
- Lei, G., A. Zhang, X. Liu, dan L. Wang. 2014. Study on the Recovered Essential Oil Obtained from Hydrosol of *Yulania Denudata* Fresh Flowers. *Journal of Essential Oil Research*.
- Liu, J., J. Wu, Y. X. Zhao, Y. Y. Deng, W. L. Mei, dan H. F. Dai. 2008. A New Cytotoxic 2-(2-phenylethyl) Chromone from Chinese Eaglewood. *Chinese Chemical Letters*. 19: 934–936.
- Liu, Y., J. Liu, dan Y. Zhang. 2019. Research Progress on Chemical Constituents of *Zingiber officinale* Roscoe. *BioMed Research International*, 1–21.
- Ma, X., H. Li, J. Dong, dan W. Qian. 2011. Determination of Hydrogen Peroxide Scavenging Activity of Phenolic Acids by Employing Gold Nanoshells Precursor Composites as Nanoprobes. *Food Chemistry*. 126(2): 698–704.
- Matondang, I. 2013. *Zingiber officinale* L: Jahe. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Tumbuhan Obat UNAS/P3TO UNAS*. Vol. 3: 59–68.
- Molyneux, P. 2004. The Use of the Stable Free Radical Diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarinn J. Sci. Technol*. 26(2): 211-219.
- Mosquera, O. M., Y. M. Correa, D. C. Buitrago, dan J. Niño. 2007. Antioxidant Activity of Twenty Five Plants from Colombian Biodiversity. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*. 102(5): 631–634.
- Nasardin, N. R. M., M. A. M. Hanafiah, M. Zainon, A. A. Zulkefle, M. Ibrahim,

dan A. I. A. Rahman. 2018. Comparative Study on Steam Distillation and Hydro-Distillation Methods for Agarwood Oil Extraction. *International Journal of Applied Engineering Research*. 13(8): 6253–6256.

Nimse, S. B. dan D. Pal. 2015. Free Radicals, Natural Antioxidants, and Their Reaction Mechanisms. *RSC Advance*. 5: 27986–28006.

NIST. 2019. 1,3-Cyclohexadiene, 5-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-2-methyl-, [S-(R*,S*)]-. [https://webbook.nist.gov/cgi/inchi/InChI%3D1S/C15H24/c1-12\(2\)6-5-7-14\(4\)15-10-8-13\(3\)9-11-15/h6%2C8-10%2C14-15H%2C5%2C7%2C11H2%2C1-4H3](https://webbook.nist.gov/cgi/inchi/InChI%3D1S/C15H24/c1-12(2)6-5-7-14(4)15-10-8-13(3)9-11-15/h6%2C8-10%2C14-15H%2C5%2C7%2C11H2%2C1-4H3). [Diakses pada 22 Mei 2019].

NIST. 2019. α -Farnesene. <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C502614&Mask=200>. [Diakses pada 22 Mei 2019].

NIST. 2019. β -Bisabolene. <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=495-61-4>. [Diakses pada 22 Mei 2019].

NIST. 2019. Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-. [https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?InChI=1/C15H22/c1-12\(2\)6-5-7-14\(4\)15-10-8-13\(3\)9-11-15/h6,8-11,14H,5,7H2,1-4H3](https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?InChI=1/C15H22/c1-12(2)6-5-7-14(4)15-10-8-13(3)9-11-15/h6,8-11,14H,5,7H2,1-4H3). [Diakses pada 22 Mei 2019].

NIST. 2019. Cyclohexene, 3-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-6-methylene-, [S-(R*,S*)]-. <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=20307-83-9>. [Diakses pada 22 Mei 2019].

NIST. 2020. 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)-. <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=141-27-5>. [Diakses pada 16 April 2020].

NIST. 2020. 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)-. <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C106263&Mask=200>. [Diakses pada 16 April 2020].

NIST. 2020. Borneol. <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C507700>. [Diakses pada 16 April 2020].

- NIST. 2020. Eucalyptol. <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C470826&Type=IR-SPEC&Index=0>. [Diakses pada 16 April 2020].
- O'Neil, M. J., A. Smith, P. E. Heckelman, dan S. Budavari. 2001. *The Merck Index: An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals*. 13th Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Ouellette, R. J. dan J. D. Rawn. 2018. *Organic Chemistry*. Second Edition. Cambridge: Academic Press.
- Padayatty, S. J., A. Katz, Y. Wang, P. Eck, O. Kwon, J. Lee, S. Chen, C. Corpe, A. Dutta, S. K. Dutta, dan M. Levine. 2003. Vitamin C as an Antioxidant: Evaluation of Its Role in Disease Prevention. *Journal of the American College of Nutrition*. Vol. 22, No. 1.
- Paolini, J., C. Leandri, J. Desjobert, T. Barboni, dan J. Costa. 2008. Comparison of Liquid-liquid Extraction with Headspace Methods for the Characterization of Volatile Fractions of Commercial Hydrolats from Typically Mediterranean Species. *Journal of Chromatography A*. 1193(1–2): 37–49.
- Paramitha, R. dan E. Tantonno. 2018. Penentuan Komponen dan Aktivitas Antioksidan dari Minyak Atsiri Bahan Segar Rimpang Jahe Gajah (*Zingiber officinale* Roscoe var. *officinale*). *Jurnal STIKNA*. 2(2):65-69.
- Pavia, D. L., G. M. Lampman, dan G. S. Kriz. 2001. *Introduction to Spectroscopy: a Guide for Student of Organic Chemistry*. Washington: Thomson Learning, Inc.
- Pocsfalvi, G., C. Stanly, I. Fiume, dan K. Vékey. 2016. Chromatography and Its Hyphenation to Mass Spectrometry for Extracellular Vesicle Analysis. *Journal of Chromatography A*. 1439: 26–41.
- Prakash, A., F. Rigelhof, dan E. Miller. 2001. *Antioxidant Activity*. Minnesota: Medallion Labs.
- Priyono, K., F. Rudi, dan S. Rachmawati. 2018. Pengambilan Minyak Atsiri dari Rimpang Jahe Merah menggunakan Metode Distilasi Uap dan Ekstraksi Air dengan Pemanas Microwave. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*

“Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. 12 April 2018. UPN “Veteran” Yogyakarta: 1–7.

Pujilestari, T. dan N. Lestari. 2009. Analisis Senyawa Kimia pada Tiga Jenis Jahe Dan Penggunaannya untuk Keperluan Industri. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. Vol 3, No. 6: 32-38.

Purwanto, D., S. Bahri, dan A. Ridhay. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Purnajiwa (*Kopsia arborea* Blume.) dengan Berbagai Pelarut. *Kovalen*. 3(1): 24 - 32

Purwanto, H., I. Hartati, dan L. Kurniasari. 2010. Pengembangan Microwave Assisted Extractor (MAE) pada Produksi Minyak Jahe dengan Kadar Zingiberene Tinggi. *Momentum*. 6(2): 9-16.

Rahmadi, A. dan Bohari. 2018. *Pangan Fungsional Berkhasiat Antioksidan*. Samarinda: Mulawarman University Press.

Rao, B. R. R. 2012. Hydrosols and Water-Soluble Essential Oils of Aromatic Plants: Future Economic Products. *Indian Perfume*.

Rauf, R., E. Purwani, dan E. N. Widiyaningsih. 2011. Kadar Fenolik dan Aktivitas Penangkapan Radikal DPPH Berbagai Jenis Ekstrak Jahe (*Zingiber officinale*). *Teknologi Hasil Pertanian*. 4(2): 120–125.

Rinanda, T., R. P. Isnanda, dan Zulfitri. 2018. Chemical Analysis of Red Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe var *rubrum*) Essential Oil and Its Anti-biofilm Activity against *Candida albicans*. *Natural Product Communications*, Vol. 13 (12).

Said, A., R. Harti, A. Dharmawan, dan T. Rahmah. 2015. Meningkatkan Rendemen Minyak. *Khazanah*. 7(2): 82-94.

Sasidharan, I., V. V. Venugopal, dan A. N. Menon. 2012. Essential oil composition of two unique ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) cultivars from Sikkim. *Natural Product Research*, 26(19), 1759–1764.

Schorr, S. M. 2004. Bioresonance and Phytotherapeutic Hydrosols in Healing. *Bioponic Phytoceuticals*. 1–20.

- Şener, N., S. Özkinali, M. Gür, K. Güney, O. E. Özkan, M. M. Khalifa. 2017. Determination of Antimicrobial Activity and Chemical Composition of Pimento & Ginger Essential Oil. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*. Vol 51 (3).
- Siahaan, L. 2014. Analisis Komponen Kimia Minyak Atsiri Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *amarum*) dengan GC-MS dan Uji Antioksidan Menggunakan Metode DPPH. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Slamet, Supranto, dan Riyanto. 2013. Studi Perbandingan Perlakuan Bahan Baku dan Metode Distilasi terhadap Rendemen dan Kualitas Minyak Atsiri Sereh Dapur (*Cymbopogon citratus*). *ASEAN Journal of Systems Engineering*. Vol. 1, No.1.
- Speight, J. G. 2011. Chemical and Physical Properties of Hydrocarbons. *Handbook of Industrial Hydrocarbon Processes*. 325–353.
- Sumiwi, S. A., A. Subarnas, Supriyatna, dan A. Marline. 2011. Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri dan Ekstrak Etanol Kulit Batang Sintok terhadap 1,1-difenil-2- pikrilhidrazil (DPPH). *Ind. J. Appl. Sci.* 1(1).
- Susihono, W. 2011. Kualitas Rendemen Jahe Asal Indonesia sebagai Dasar Kelayakan Jual Ginger Oil pada Pasar Internasional. *Widyariset*. 14(3): 579-588.
- Telang, P. S.. 2013. Vitamin C in Dermatology. *Indian Dermatology Online Journal*. Volume 4 (2).
- Tian, M., X. Wu, Y. Hong, H. Wang, G. Deng, dan Y. Zhou. 2020. Comparison of Chemical Composition and Bioactivities of Essential Oils from Fresh and Dry Rhizomes of *Zingiber zerumbet* (L.) Smith. *BioMed Research International*, 1–9.
- Tritanti, A. dan I. Pranita. 2019. The Making of Red Ginger (*Zingiber officinale* rovb. var. *rubra*) Natural Essential Oil. *Journal of Physics*.
- USDA Plants Database. 2019. *Zingiber officinale* Roscoe: garden ginger. <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=ZIOF>. [Diakses pada 19 Mei 2019]

- Wibowo, D. P., R. Mariani, S. U. Hasanah, dan D. L. Aulifa. Chemical Constituents, Antibacterial Activity and Mode of Action of Elephant Ginger (*Zingiber officinale* var. *officinale*) and Emprit Ginger Rhizome (*Zingiber officinale* var. *amarum*) Essential Oils. *Pharmacognosy Journal*. 12(2): 404-409.
- Wohlmuth, H., M. K. Smith, L. O. Brooks, S. P. Myers, dan D. N. Leach. 2006. Essential Oil Composition of Diploid and Tetraploid Clones of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Grown in Australia. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 54, No. 4.
- Wulaningsih, F. S. 2008. Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Campuran Derivat Kurkumin dan Katekin Hasil Isolasi Dari Daun Teh (*Camellia sinensis*). *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Yuliani, S. dan S. Satuhu. 2012. *Panduan Lengkap Minyak Atsiri*. Bogor: Penebar Swadaya.
- Zengin, H., dan A. Baysal. 2014. Antibacterial and Antioxidant Activity of Essential Oil Terpenes against Pathogenic and Spoilage-Forming Bacteria and Cell Structure-Activity Relationships Evaluated by SEM Microscopy. *Molecules*. 19(11).
- Zhang, H., M. Qiu, Y. Chen, J. Chen, Y. Sun, C. Wang, dan H. H. S. Fong. 2011. *Phytochemistry and Pharmacognosy*. London: Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS).
- Zulnely, G., dan E. Kusmiati. 2015. Prospek *Eucalyptus citriodora* sebagai Minyak Atsiri Potensial. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 1 (1). Maret 2015.

LAMPIRAN

Lampiran 4.1 Data Validasi Tiga Varietas Jahe

a. Data Validasi Jahe Emprit

	<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCES) BALAI KONSERVASI TUMBUHAN KEBUN RAYA PURWODADI Jl. Raya Surabaya - Malang Km. 65 Purwodadi - Pasuruan 67163 Telp. (+62 343) 615033, Faks. (+62 341) 426046 website : http://www.krpurwodadi.lipi.go.id</p>	
---	---	---

SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI TUMBUHAN

No: 0627/IPH.06/HM/II/2020

Kepala Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi LIPI dengan ini menerangkan bahwa material tumbuhan dengan kode 01 yang dibawa oleh:

Nama	: Ersya Yanu Ramadhani
NIM	: 161810301039
Instansi	: Universitas Jember
Tanggal material diterima	: 30 Januari 2020

Telah diidentifikasi/determinasi berdasarkan koleksi herbarium dan koleksi kebun serta referensi ilmiah, dengan hasil sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Division	: Magnoliophyta
Class	: Liliopsida
Subclass	: Zingiberidae
Ordo	: Zingiberales
Family	: Zingiberaceae
Genus	: Zingiber
Species	: <i>Zingiber officinale</i> var. <i>amarum</i>

Referensi:

1. Backer CA & Bakhuizen van den Brink RC. 1968. Flora of Java Vol. III. NVP Noordhoff, Groningen, The Netherlands. Hal. 101,105
2. C.C.de Guzman dan J.S. Siemonsma.1999. (esd) . PROSEA (Plants Resources of South-East Asia) No 13; Spices, Hal.24
3. Cronquist A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, New York, USA. Hal. XVIII

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Purwodadi, 8 Februari 2020


 Kepala Seksi Eksploitasi dan Koleksi Tumbuhan
Rony Irawanto, S.Si., M.T.

b. Data Validasi Jahe Gajah



**LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
(INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCES)
BALAI KONSERVASI TUMBUHAN
KEBUN RAYA PURWODADI**

Jl. Raya Surabaya - Malang Km. 65 Purwodadi - Pasuruan 67163
Telp. (+62 343) 615033, Faks. (+62 341) 426046
website : <http://www.krpurwodadi.lipi.go.id>




SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI TUMBUHAN
No: 0628 /IPH.06/HM/II/2020

Kepala Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi LIPI dengan ini menerangkan bahwa material tumbuhan dengan kode 02 yang dibawa oleh:

Nama	: Ersya Yanu Ramadhani
NIM	: 161810301039
Instansi	: Universitas Jember
Tanggal material diterima	: 30 Januari 2020

Telah diidentifikasi/determinasi berdasarkan koleksi herbarium dan koleksi kebun serta referensi ilmiah, dengan hasil sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Division	: Magnoliophyta
Class	: Liliopsida
Subclass	: Zingiberidae
Ordo	: Zingiberales
Family	: Zingiberaceae
Genus	: Zingiber
Species	: <i>Zingiber officinale</i> var. <i>officinale</i>

Referensi:

1. Backer CA & Bakhuizen van den Brink RC. 1968. Flora of Java Vol. III. NVP Noordhoff, Groningen, The Netherlands. Hal. 101,105
2. C.C.de Guzman dan J.S. Siemonsma.1999. (esd) . PROSEA (Plants Resources of South-East Asia) No 13; Spices, Hal.24
3. Cronquist A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants.Columbia University Press, New York, USA. Hal. XVIII

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Purwodadi, 8 Februari 2020



Rony Irawanto, S.Si., M.T.

c. Data Validasi Jahe Merah



**LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
(INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCES)
BALAI KONSERVASI TUMBUHAN
KEBUN RAYA PURWODADI**

Jl. Raya Surabaya - Malang Km. 65 Purwodadi - Pasuruan 67163
Telp. (+62 343) 615033, Faks. (+62 341) 426046
website : <http://www.krpurwodadi.lipi.go.id>




SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI TUMBUHAN

No: 1198 /IPH.06/HM/XI/2019

Kepala Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi LIPI dengan ini menerangkan bahwa material tumbuhan yang dibawa oleh:

Nama	: Ersya Yanu Ramadhani
NIM	: 161810301039
Instansi	: Universitas Jember
Tanggal material diterima	: 28 Oktober 2019

Telah diidentifikasi/determinasi berdasarkan koleksi herbarium dan koleksi kebun serta referensi ilmiah, dengan hasil sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Division	: Magnoliophyta
Class	: Liliopsida
Subclass	: Zingiberidae
Ordo	: Zingiberales
Family	: Zingiberaceae
Genus	: Zingiber
Species	: <i>Zingiber officinale var. rubrum</i>

Referensi:

1. Backer CA & Bakhuizen van den Brink RC. 1968. Flora of Java Vol.III. NVP Noordhoff, Groningen, The Netherlands. Hal. 101,105
2. Cronquist A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, New York, USA. Hal. XVIII
3. C.C.de Guzman dan J.S. Siemonsma.1999. (esd) . PROSEA (Plants Resources of South-East Asia) No 13; Spices , Hal.24

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Purwodadi, 8 Nopember 2019

An. Kepala
Kepala Seksi Eksplorasi dan Koleksi Tumbuhan



Rony Irawanto, S.Si., M.T.

Lampiran 4.2 Perhitungan Kadar Air Tiga Varietas Jahe

a. Perhitungan Kadar Air Jahe Emprit

Pengulangan	Massa (gram)		Kadar Air (%)	Kadar Air Rata-rata (%)	Standar Deviasi	Standar Deviasi Relatif
	Jahe Segar	Jahe Kering				
1	5,0003	0,9424	81,152	81,097	0,2021	0,002492
	5,0000	0,9367	81,266			
	5,0007	0,9565	80,873			
2	5,0001	1,0293	79,415	80,098	0,6141	0,007667
	5,0007	0,9699	80,604			
	5,0003	0,9863	80,276			
3	5,0001	1,0293	79,415	80,098	0,6141	0,007667
	5,0007	0,9699	80,604			
	5,0003	0,9863	80,276			

- Perhitungan Kadar Air Jahe Emprit Pengulangan 1

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Massa jahe segar} - \text{Massa jahe kering}}{\text{Massa jahe segar}} \times 100\%$$

$$1. \text{ Kadar air (\%)} = \frac{5,0003 - 0,9424}{5,0003} \times 100,00\% = 81,152\%$$

$$2. \text{ Kadar air (\%)} = \frac{5,0000 - 0,9367}{5,0000} \times 100,00\% = 81,266\%$$

$$3. \text{ Kadar air (\%)} = \frac{5,0007 - 0,9565}{5,0007} \times 100,00\% = 80,873\%$$

$$\text{Kadar air rata-rata (\%)} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{n} = \frac{81,152 + 81,266 + 80,873}{3,0000} = 81,097\%$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (SD)} &= \sqrt{\frac{(n)(\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{(3,000)(81,152^2 + 81,266^2 + 80,873^2) - (81,153 + 81,266 + 80,873)^2}{3,000(3,000-1,000)}} \\ &= 0,2021 \end{aligned}$$

$$\text{Standar Deviasi Relatif (RSD)} = \frac{\text{Standar Deviasi}}{\bar{x}} = \frac{0,2021}{81,0969} = 0,002492$$

- Perhitungan Kadar Air Jahe Emprit Pengulangan 2

$$1. \text{ Kadar air (\%)} = \frac{5,0001 - 1,0293}{5,0001} \times 100,00\% = 79,415\%$$

$$2. \text{ Kadar air (\%)} = \frac{5,0007 - 0,9699}{5,0007} \times 100,00\% = 80,604\%$$

$$3. \text{ Kadar air (\%)} = \frac{5,0003 - 0,9863}{5,0003} \times 100,00\% = 80,276\%$$

$$\text{Kadar air rata-rata (\%)} = \frac{79,415 + 80,604 + 80,276}{3,0000} = 80,098\%$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (SD)} &= \sqrt{\frac{(3,000)(79,415^2 + 80,604^2 + 80,276^2) - (79,415 + 80,604 + 80,276)^2}{3,000(3,000 - 1,000)}} \\ &= 0,6141 \end{aligned}$$

$$\text{Standar Deviasi Relatif (RSD)} = \frac{0,6141}{80,098} = 0,007667$$

- Perhitungan Kadar Air Jahe Emprit Pengulangan 3

$$- \text{ Kadar air (\%)} = \frac{5,0001 - 1,0293}{5,0001} \times 100,00\% = 79,415\%$$

$$- \text{ Kadar air (\%)} = \frac{5,0007 - 0,9699}{5,0007} \times 100,00\% = 80,604\%$$

$$- \text{ Kadar air (\%)} = \frac{5,0003 - 0,9863}{5,0003} \times 100,00\% = 80,276\%$$

$$\text{Kadar air rata-rata (\%)} = \frac{79,415 + 80,604 + 80,276}{3,0000} = 80,098\%$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (SD)} &= \sqrt{\frac{(3,000)(79,415^2 + 80,604^2 + 80,276^2) - (79,415 + 80,604 + 80,276)^2}{3,000(3,000 - 1,000)}} \\ &= 0,6141 \end{aligned}$$

$$\text{Standar Deviasi Relatif (RSD)} = \frac{0,6141}{80,098} = 0,007667$$

b. Perhitungan Kadar Air Jahe Gajah

Pengulangan	Massa (gram)		Kadar Air (%)	Kadar Air Rata-rata (%)	Standar Deviasi	Standar Deviasi Relatif
	Jahe Segar	Jahe Kering				
1	5,0001	0,7317	85,366	85,617	0,4798	0,005604
	5,0001	0,7343	85,315			
	5,0001	0,6915	86,170			
2	5,0001	0,7317	85,366	85,617	0,4798	0,005604
	5,0001	0,7343	85,315			
	5,0001	0,6915	86,170			
3	5,0007	0,8279	83,445	82,753	0,6155	0,007438
	5,0001	0,8867	82,266			
	5,0001	0,8726	82,548			

- Perhitungan kadar air jahe gajah sama seperti kadar air jahe emprit

c. Perhitungan Kadar Air Jahe Merah

Pengulangan	Massa (gram)		Kadar Air (%)	Kadar Air Rata-rata (%)	Standar Deviasi	Standar Deviasi Relatif
	Jahe Segar	Jahe Kering				
1	5,0007	0,5531	88,939	88,959	0,3495	0,003929
	5,0004	0,5341	89,319			
	5,0004	0,5690	88,621			
2	5,0001	0,6466	87,068	88,095	1,0755	0,012208
	5,0004	0,5999	88,003			
	5,0009	0,5395	89,213			
3	5,0001	0,6466	87,068	88,095	1,0755	0,012208
	5,0004	0,5999	88,003			
	5,0009	0,5395	89,213			

- Perhitungan kadar air jahe merah sama seperti kadar air jahe emprit

Lampiran 4.3 Perhitungan Rendemen Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe

a. Perhitungan Rendemen Minyak Atsiri Tiga Varietas Jahe

Varietas Jahe	Massa Jahe Segar (gram)	Massa Minyak Atsiri (gram)	Kadar Air (%)	Rendemen (%)	Rendemen Rata-rata (%)	Standar Deviasi	Standar Deviasi Relatif
Jahe Emprit	500,00	3,1014	81,097	3,2814	3,2809	0,03014	0,009187
		3,2345	80,098	3,2505			
		3,2944	80,098	3,3107			
Jahe Gajah	500,00	1,0755	85,617	1,4955	1,4545	0,03553	0,02443
		1,0332	85,617	1,4367			
		1,2344	82,753	1,4315			
Jahe Merah	500,00	2,0461	88,959	3,7065	3,6924	0,02356	0,006382
		2,1818	88,095	3,6652			
		2,2058	88,095	3,7055			

- Perhitungan Rendemen Minyak Atsiri Jahe Emprit

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Massa minyak atsiri}}{\text{Massa jahe segar} - (\text{Massa jahe segar} \times \text{Kadar air})} \times 100\%$$

$$1. \text{ Rendemen (\%)} = \frac{3,1014}{500,00 - (500,00 \times 0,81097)} \times 100,00\% = 3,2814\%$$

$$2. \text{ Rendemen (\%)} = \frac{3,2345}{500,00 - (500,00 \times 0,80098)} \times 100,00\% = 3,2505\%$$

$$3. \text{ Rendemen (\%)} = \frac{3,2944}{500,00 - (500,00 \times 0,80098)} \times 100,00\% = 3,3107\%$$

$$\text{Rendemen rata-rata (\%)} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{n} = \frac{3,2814 + 3,2505 + 3,3107}{3,0000} = 3,2809\%$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (SD)} &= \sqrt{\frac{(n)(\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{(3,000)(3,2814^2 + 3,2505^2 + 3,3107^2) - (3,2814 + 3,2505 + 3,3107)^2}{3,000(3,000-1,000)}} \\ &= 0,03014 \end{aligned}$$

$$\text{Standar Deviasi Relatif (RSD)} = \frac{\text{Standar Deviasi}}{\bar{x}} = \frac{0,03014}{3,2809} = 0,009187$$

- Perhitungan rendemen minyak atsiri jahe gajah dan jahe merah sama seperti minyak atsiri jahe emprit

b. Perhitungan Rendemen Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe

Varietas Jahe	Massa Ekstrak Hidrosol (gram)	Massa Hidrosol (gram)	Volume Hidrosol (mL)	Rendemen (%)	Rendemen Rata-rata (%)	Standar Deviasi	Standar Deviasi Relatif
Jahe Emprit	0,4329	391,0097	400	0,1107	0,1046	0,008243	0,07878
	0,3911	362,2902	360	0,1079			
	0,3663	384,5467	400	0,0952			
Jahe Gajah	0,2874	371,7739	390	0,0773	0,0710	0,01147	0,1616
	0,3101	398,0951	400	0,0779			
	0,2048	354,7222	375	0,0577			
Jahe Merah	0,4735	338,0431	350	0,1401	0,1276	0,01081	0,08475
	0,4456	367,9420	380	0,1211			
	0,4049	332,9450	365	0,1216			

- Perhitungan Rendemen Ekstrak Hidrosol Jahe Emprit

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Massa ekstrak hidrosol}}{\text{Massa hidrosol}} \times 100\%$$

$$1. \text{ Rendemen (\%)} = \frac{0,4329}{391,0097} \times 100,0\% = 0,1107\%$$

$$2. \text{ Rendemen (\%)} = \frac{0,3911}{362,2902} \times 100,0\% = 0,1079\%$$

$$3. \text{ Rendemen (\%)} = \frac{0,3663}{384,5467} \times 100,0\% = 0,0952\%$$

$$\text{Rendemen rata-rata (\%)} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{n} = \frac{0,1107 + 0,1079 + 0,0952}{3,000} = 0,1046\%$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (SD)} &= \sqrt{\frac{(n)(\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{(3,000)(0,1107^2 + 0,1079^2 + 0,0952^2) - (0,1107 + 0,1079 + 0,0952)^2}{3,000(3,000-1,000)}} \\ &= 0,008243 \end{aligned}$$

$$\text{Standar Deviasi Relatif (RSD)} = \frac{\text{Standar Deviasi}}{\bar{x}} = \frac{0,008243}{0,1046} = 0,07878$$

- Perhitungan rendemen ekstrak hidrosol jahe gajah dan jahe merah sama seperti ekstrak hidrosol jahe emprit

Lampiran 4.4 Data Mentah Kandungan Senyawa Kimia Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe

a. Data Mentah Kandungan Senyawa Kimia Minyak Atsiri Tiga Varietas Jahe

No.	RT	SI	Nama Senyawa	Kelimpahan (%)		
				Jahe Emprit	Jahe Gajah	Jahe Merah
1.	10.423	88	Trisiklen	0,18	-	-
2.	10.889	93	β -osimen	1,71	2,08	1,51
3.	11.499	93	Kamfen	9,60	8,38	6,54
4.	12.520	90	β -pinen	0,17	0,32	0,15
5.	12.889	92	6-metil-5-hepten-2-on	0,46	0,33	0,37
6.	13.042	91	β -mirsen	1,46	1,50	1,34
7.	14.485	90	Limonen	2,53	-	-
8.	14.499	88	β -felandren	-	4,54	3,51
9.	14.575	87	Eukaliptol	1,96	4,42	1,03
10.	14.889	89	<i>sec</i> -butil asetat	-	-	0,20
11.	16.592	87	α -terpinolen	-	-	0,19
12.	16.674	94	2-nonanon	-	-	0,33
13.	18.762	89	β -sitronelal	0,16	0,30	-
14.	19.141	86	Limonen oksida	0,23	-	0,19
15.	19.728	88	3-undekuna	0,37	0,18	0,27
16.	21.707	92	Cis-sitral	9,26	7,41	7,04
17.	22.636	93	Trans-sitral	14,87	12,46	12,18
18.	23.058	92	Bornil asetat	0,49	0,22	0,42
19.	23.146	96	2-undekanon	0,47	0,61	0,85
20.	24.846	92	Sitronelil asetat	-	-	0,68
21.	25.776	96	Geranil asetat	1,01	0,66	8,62
22.	26.163	92	β -elemen	0,35	0,56	0,41

Keterangan: - (tidak ada)

No.	RT	SI	Nama Senyawa	Kelimpahan (%)		
				Jahe Emprit	Jahe Gajah	Jahe Merah
23.	27.285	86	β -kariofilen	-	0,27	-
24.	27.742	88	β -farnesen	0,30	0,28	0,30
25.	27.851	85	Farnesol	0,24	0,20	0,23
26.	28.160	88	α -humulen	-	0,21	-
27.	28.615	88	α -kurkumen	10,52	6,19	5,55
28.	28.708	85	Germakren D	-	1,07	0,33
29.	29.013	91	Zingiberen	19,91	20,82	22,90
30.	29.194	91	α -farnesen	6,03	10,49	8,63
31.	29.306	91	β -bisabolen	6,01	5,32	5,06
32.	29.732	86	Aromadendren	-	0,49	-
33.	29.749	89	β -seskuifelandren	11,28	10,16	10,24
34.	29.892	85	5-(2,2-dimetilsiklopropil)-2-metil-4-metilen-1-pentena	0,22	0,29	0,26
35.	33.672	93	Dodekana	0,19	-	0,31
36.	34.891	89	Nerol	-	0,23	0,21
37.	38.090	89	Heksadekana	-	-	0,15
Total (%)				99,98	99,99	100
Jumlah Senyawa				26	28	31

Keterangan: - (tidak ada)

b. Data Mentah Kandungan Senyawa Kimia Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe

No.	RT	SI	Nama Senyawa	Kelimpahan (%)		
				Jahe Emprit	Jahe Gajah	Jahe Merah
1.	10.616	92	β -osimen	1,39	0,72	1,17
2.	11.192	92	Kamfen	8,36	2,97	5,56
3.	12.638	93	6-metil-5-hepten-2-on	0,57	0,79	0,37
4.	12.765	90	β -mirsen	1,21	0,92	1,24
5.	14.187	92	Limonen	1,60	-	-
6.	14.207	88	Sabinen	-	-	2,91
7.	14.212	87	β -felandren	-	3,04	-
8.	14.288	88	Eukaliptol	2,01	2,81	1,33
9.	16.416	94	2-nonanon	-	-	0,26
10.	16.723	93	Linalool	1,18	1,18	1,01
11.	18.485	89	β -sitronelal	-	0,43	-
12.	19.460	83	3-undekuna	0,44	-	0,26
13.	19.682	81	<i>p</i> -cymen-8-ol	0,54	-	-
14.	19.692	75	5-heksen-2-on	-	0,48	-
15.	19.866	95	α -terpineol	1,05	2,45	0,52
16.	21.454	93	Cis-sitral	13,42	14,97	9,27
17.	21.992	57	Nonanal*	-	-	0,29
18.	22.133	67	2-etenil-2,5-dimetil-4-heksen-1-ol*	-	-	1,06
19.	22.387	94	Trans-sitral	24,92	23,03	21,74
20.	22.784	92	Bornil asetat	0,44	-	0,40
21.	22.881	93	2-undekanon	0,31	0,77	0,71
22.	24.569	91	Sitronelil asetat	-	-	0,63
23.	25.438	91	Geranil asetat	0,92	0,73	9,02
24.	25.860	89	β -elemen	0,28	0,38	0,32

Keterangan: - (tidak ada), * (tidak teridentifikasi)

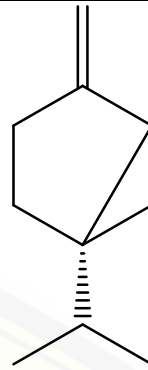
No.	RT	SI	Nama Senyawa	Kelimpahan (%)		
				Jahe Emprit	Jahe Gajah	Jahe Merah
25.	27.457	87	β -farnesen	0,23	-	-
26.	28.313	86	α -kurkumen	8,98	5,32	4,50
27.	28.383	75	Germakren D	-	0,66	-
28.	28.666	91	Zingiberen	12,37	14,08	16,55
29.	28.880	90	α -farnesen	4,11	8,52	6,62
30.	28.980	90	β -bisabolen	4,31	3,61	3,74
31.	29.416	87	β -seskuifelandren	8,02	6,94	7,28
32.	29.581	81	2,5-dimetil-3-metilen-1,5-heptadiena	0,23	-	-
33.	29.585	82	Patchulan	-	-	0,29
34.	30.000	74	Aromadendren Epoksida	-	0,26	-
35.	30.175	67	α -terpineol*	-	0,56	0,46
36.	30.327	87	Trans-nerolidol	0,54	0,67	0,30
37.	31.242	86	α -bisabolol	0,45	0,37	0,47
38.	31.723	86	Cis-nerolidol	0,87	0,73	0,76
39.	32.158	82	Geraniol	0,37	0,54	0,28
40.	32.256	75	β -osimen*	-	0,31	-
41.	32.850	76	α -terpineol*	-	-	0,39
42.	32.852	80	Elemol	0,63	0,74	-
43.	33.008	71	2-dekenal*	-	0,29	-
44.	33.018	79	9-oktadekenal	0,26	-	-
45.	33.033	73	2-pentadekun-1-ol*	-	-	0,31
46.	34.183	46	Abeo-humulon*	-	0,40	-
47.	34.616	85	Trans-2-metil-2-pentena	-	0,32	-
Total (%)				100,01	99,99	100,02
Jumlah Senyawa				29	32	32

Keterangan: - (tidak ada), * (tidak teridentifikasi)

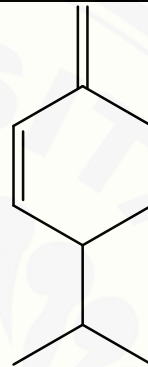
c. Struktur Senyawa Kimia Penyusun Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe

No.	Nama Senyawa	Struktur
1.	Trisiklen $C_{10}H_{16}$	
2.	β -osimen $C_{10}H_{16}$	
3.	Kamfen $C_{10}H_{16}$	
4.	β -pinen $C_{10}H_{16}$	
5.	6-metil-5-hepten-2-on $C_8H_{14}O$	
6.	β -mirsen $C_{10}H_{16}$	
7.	Limonen $C_{10}H_{16}$	

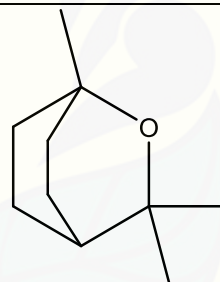
8.

Sabinen
 $C_{10}H_{16}$ 

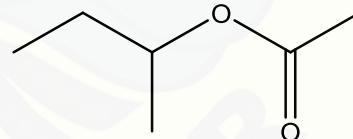
9.

 β -felandren
 $C_{10}H_{16}$ 

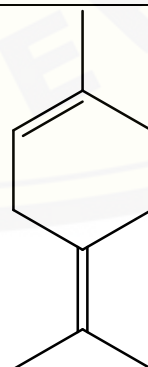
10.

Eukaliptol
 $C_{10}H_{18}O$ 

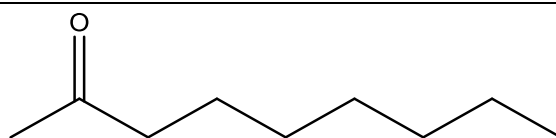
11.

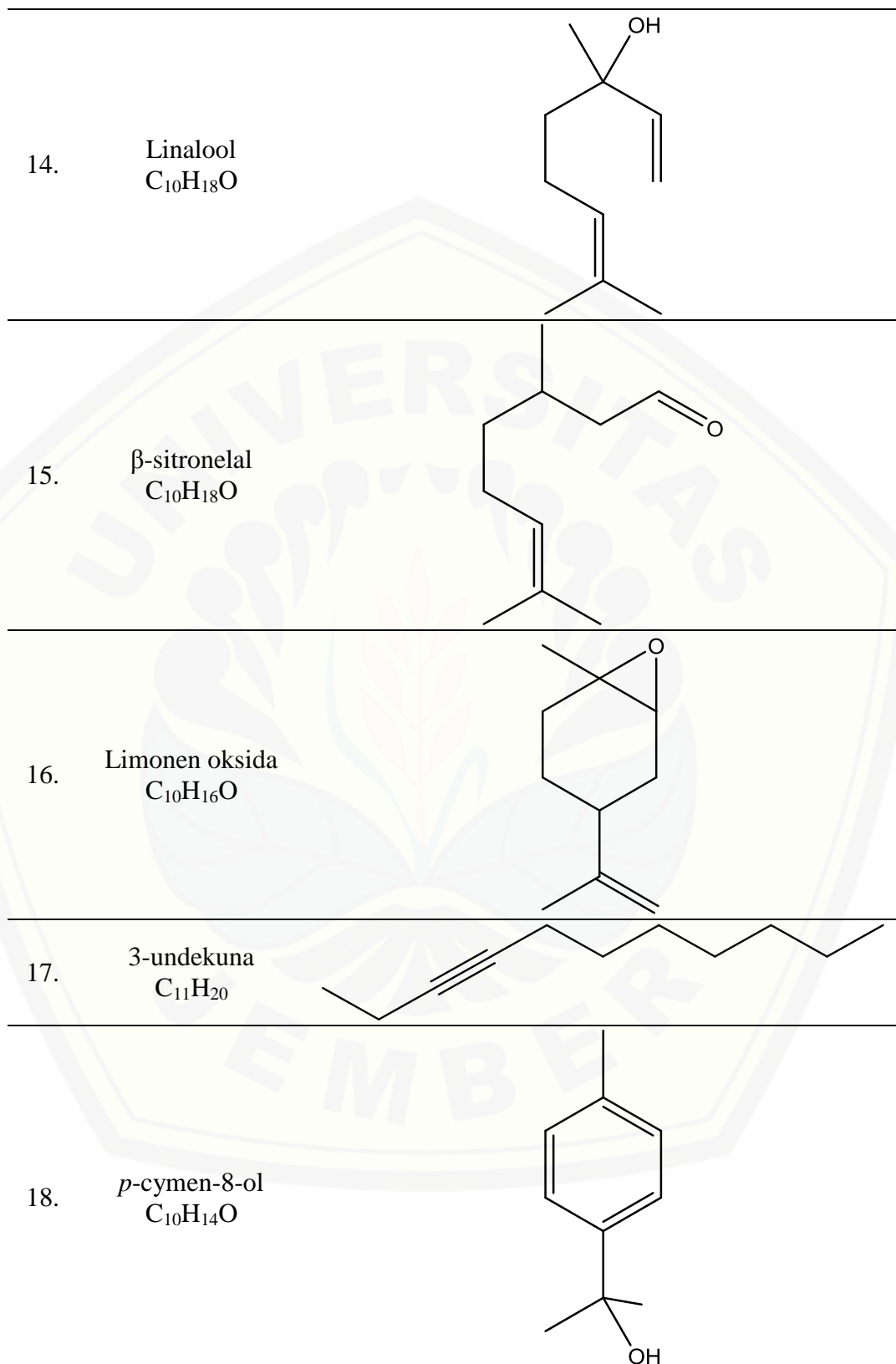
sec-butil asetat
 $C_6H_{12}O_2$ 

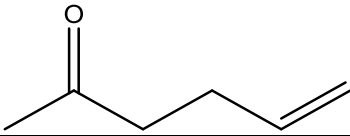

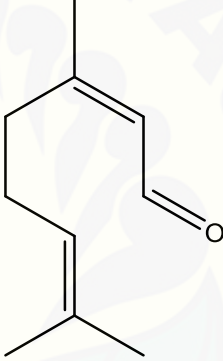
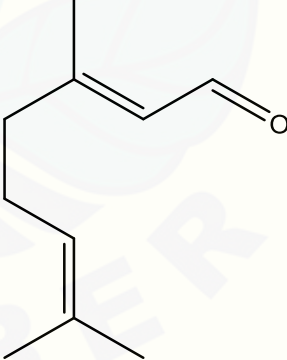
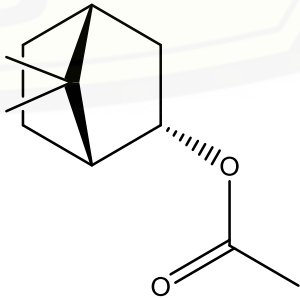
12.

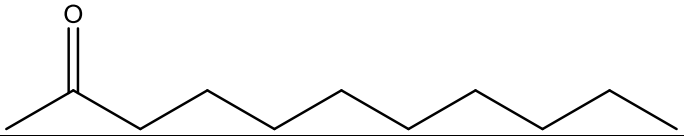
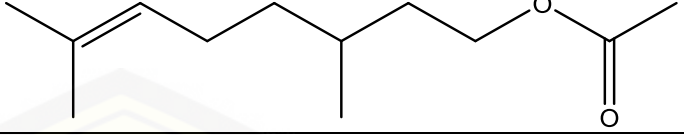
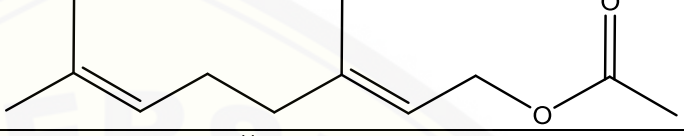
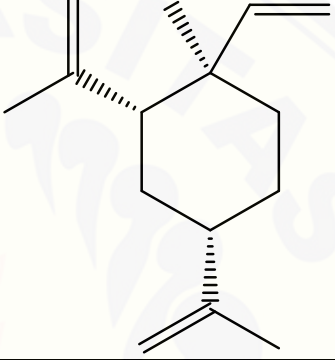
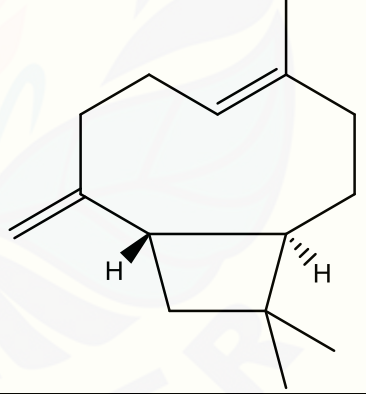
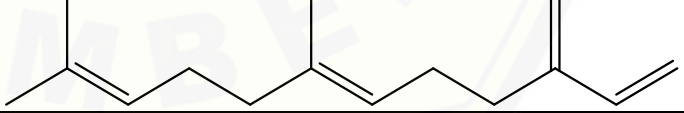
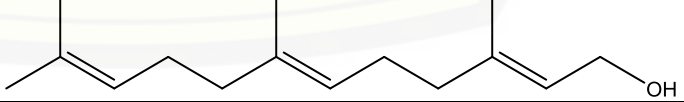
 α -terpinolen
 $C_{10}H_{16}$ 

13.

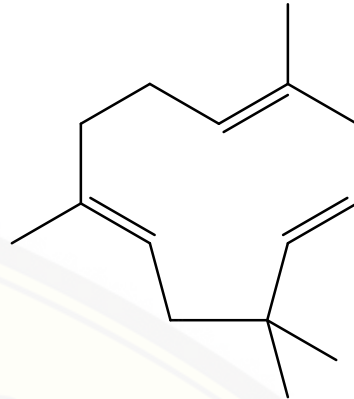
2-nonanon
 $C_9H_{18}O$ 



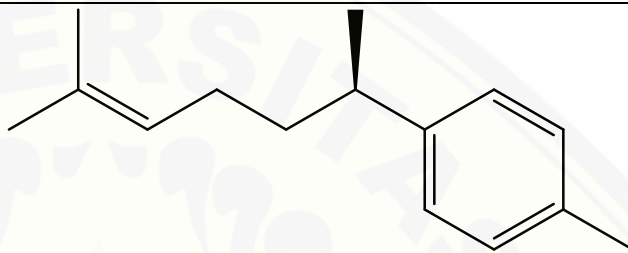
19.	5-heksen-2-on $C_6H_{10}O$	
20.	α -terpineol $C_{10}H_{18}O$	
21.	Cis-sitral $C_{10}H_{16}O$	
22.	Trans-sitral $C_{10}H_{16}O$	
23.	Bornil asetat $C_{12}H_{20}O_2$	

24.	2-undekanon $C_{11}H_{22}O$	
25.	Sitronelil asetat $C_{12}H_{22}O_2$	
26.	Geranil asetat $C_{12}H_{20}O_2$	
27.	β -elemen $C_{15}H_{24}$	
28.	β -kariofilen $C_{15}H_{24}$	
29.	β -farnesen $C_{15}H_{24}$	
30.	Farnesol $C_{15}H_{26}O$	

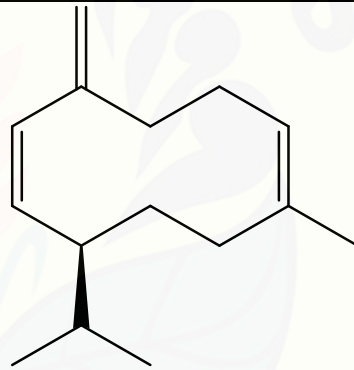
31. α -humulen
 $C_{15}H_{24}$



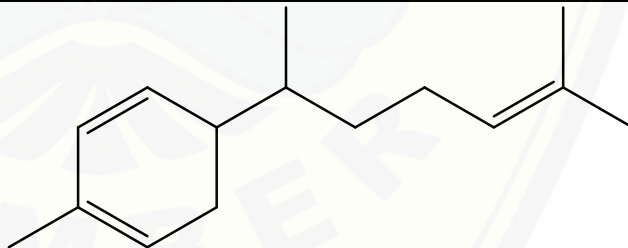
32. α -kurkumen
 $C_{15}H_{22}$



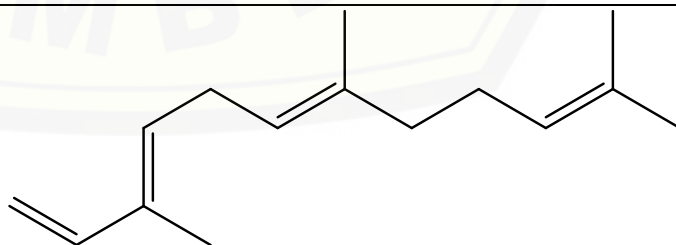
33. Germakren D
 $C_{15}H_{24}$



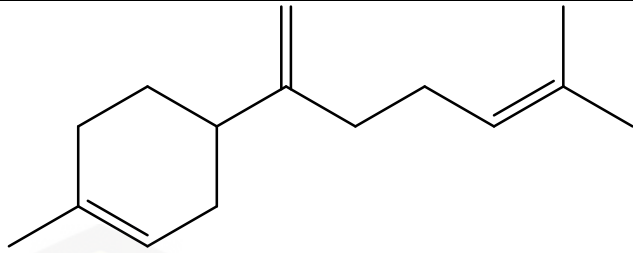
34. Zingiberen
 $C_{15}H_{24}$



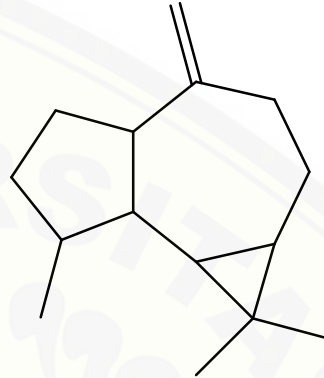
35. α -farnesen
 $C_{15}H_{24}$



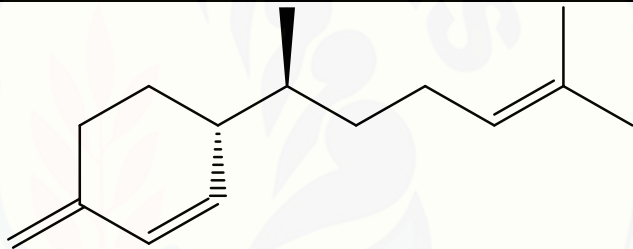
36. β -bisabolen
 $C_{15}H_{24}$



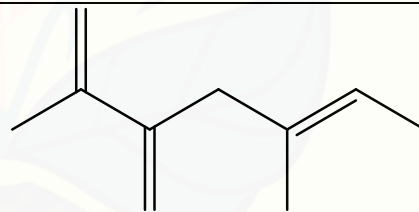
37. Aromadendren
 $C_{15}H_{24}$



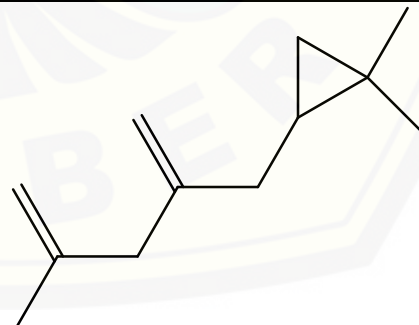
38. β -seskuifelandren
 $C_{15}H_{24}$



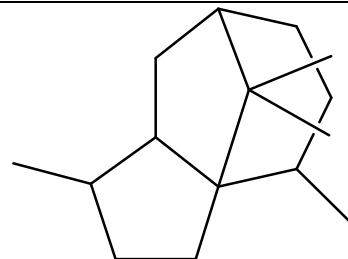
39. 2,5-dimetil-3-
metilen-1,5-
heptadiena
 $C_{10}H_{16}$

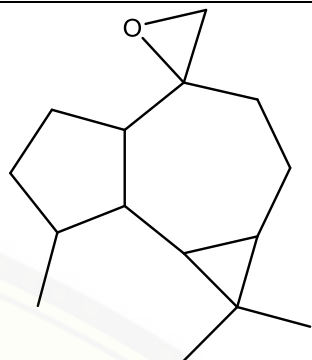
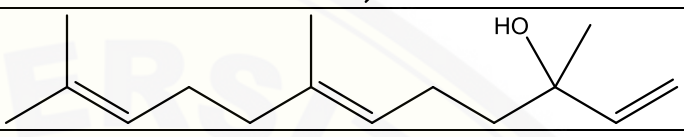
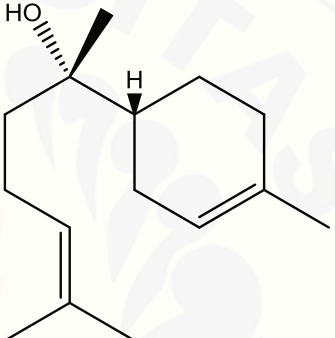
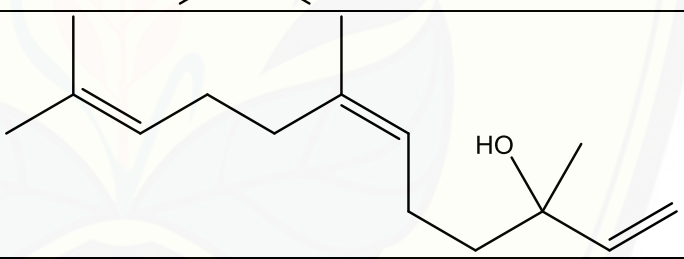
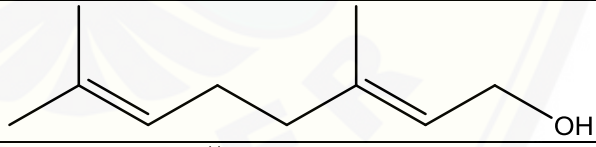
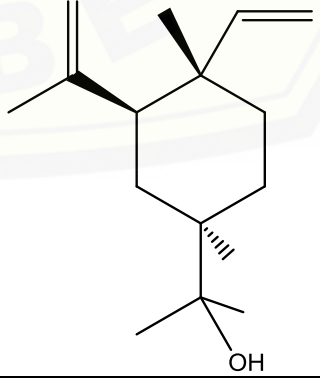
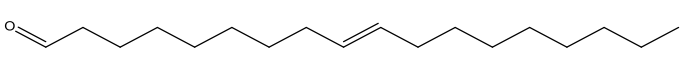


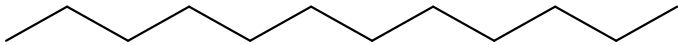
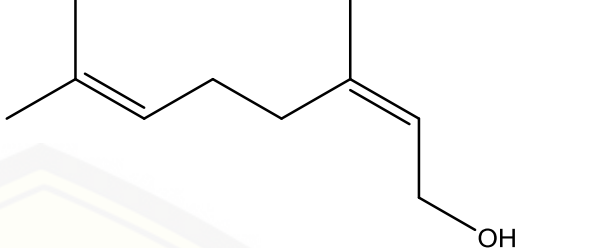
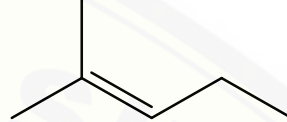
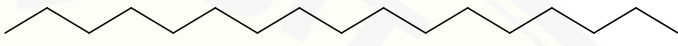
40. 5-(2,2-
dimetilsiklopropil)
-2-metil-4-
metilen-1-pentena
 $C_{12}H_{20}$

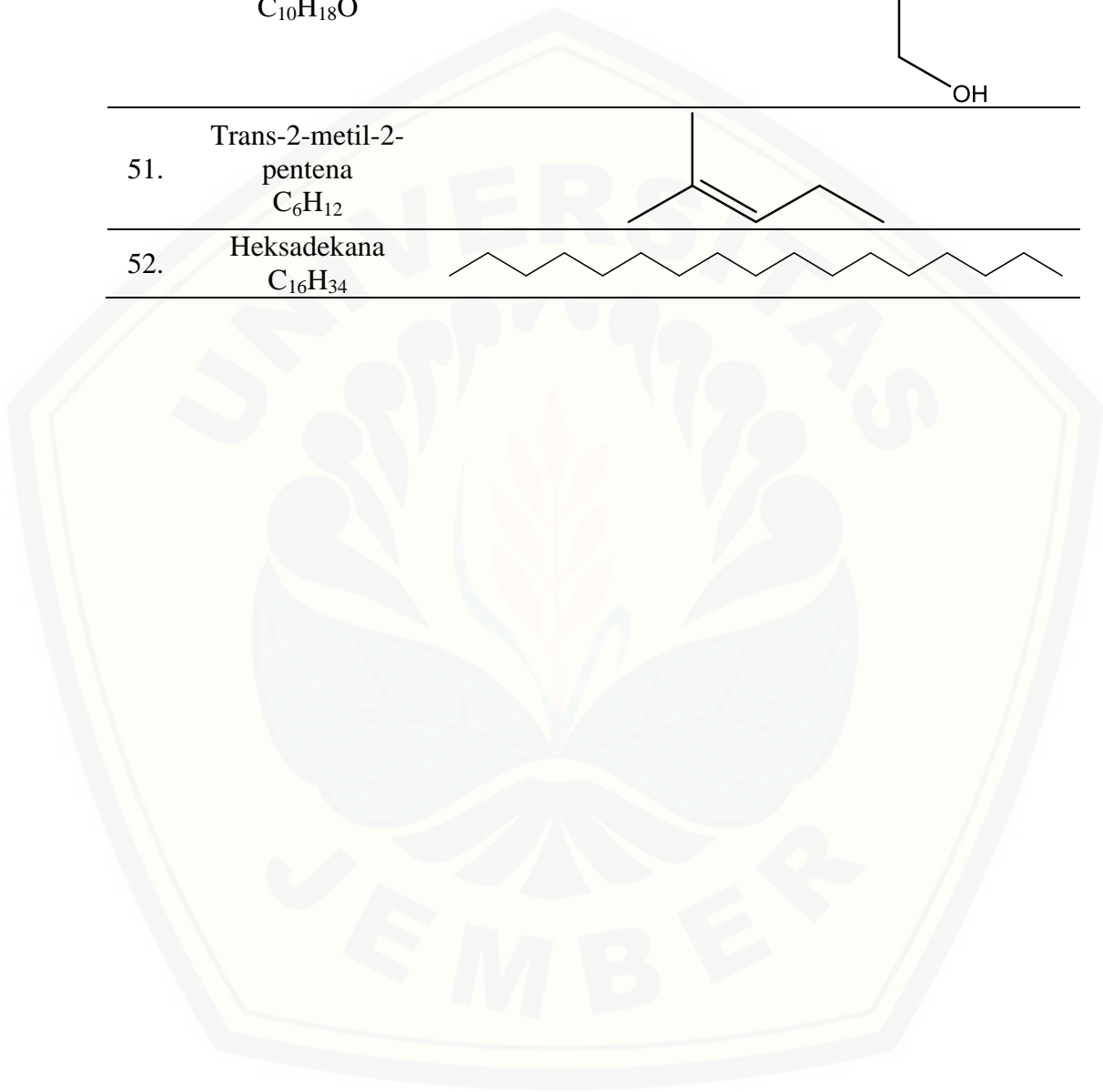


41. Patchulan
 $C_{15}H_{26}$



42.	Aromadendren Epoksida $C_{15}H_{24}O$	
43.	Trans-nerolidol $C_{15}H_{26}O$	
44.	α -bisabolol $C_{15}H_{26}O$	
45.	Cis-nerolidol $C_{15}H_{26}O$	
46.	Geraniol $C_{10}H_{18}O$	
47.	Elemol $C_{15}H_{26}O$	
48.	9-oktadekenal $C_{18}H_{34}O$	

49.	Dodekana $C_{12}H_{26}$	
50.	Nerol $C_{10}H_{18}O$	
51.	Trans-2-metil-2-pentena C_6H_{12}	
52.	Heksadekana $C_{16}H_{34}$	



Lampiran 4.5 Uji Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri, Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe, dan Vitamin C

a. Pembuatan Larutan

1) Pembuatan Larutan DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) 0,125 mM

$$Mr \text{ DPPH} = 394,33 \text{ gram/mol}$$

$$V = 0,0500 \text{ L}$$

$$M = 0,125 \text{ mM}$$

$$M = 0,125 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$M = \frac{n}{V}$$

$$0,125 \times 10^{-3} \text{ M} = \frac{n}{0,0500 \text{ L}}$$

$$n = 0,125 \times 10^{-3} \text{ M} \times 0,0500 \text{ L}$$

$$n = 6,25 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$n = \frac{\text{massa}}{Mr}$$

$$6,25 \times 10^{-6} \text{ mol} = \frac{\text{massa}}{394,33 \text{ gram/mol}}$$

$$\text{Massa} = 6,25 \times 10^{-6} \text{ mol} \times 394,33 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Massa} = 0,00246 \text{ gram}$$

2) Pembuatan Larutan Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe

- Pembuatan Larutan Induk Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe 80 ppm

$$V = 0,05 \text{ L}$$

$$\text{ppm} = 80 \text{ ppm}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{massa (mg)}}{L}$$

$$80 \text{ ppm} = \frac{\text{massa (mg)}}{0,05 \text{ L}}$$

$$\text{Massa} = 80 \text{ ppm} \times 0,05 \text{ L}$$

$$\text{Massa} = 4 \text{ mg}$$

- Pembuatan Larutan Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe
64 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$80 \text{ ppm} \times V_1 = 64 \text{ ppm} \times 0,01 \text{ L}$$

$$V_1 = \frac{64 \text{ ppm} \times 0,01 \text{ mL}}{80 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,008 \text{ L} = 8 \text{ mL}$$

- Pembuatan Larutan Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe
48 ppm

$$V_1 = \frac{48 \text{ ppm} \times 0,01 \text{ mL}}{80 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,006 \text{ L} = 6 \text{ mL}$$

- Pembuatan Larutan Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe
32 ppm

$$V_1 = \frac{32 \text{ ppm} \times 0,01 \text{ mL}}{80 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,004 \text{ L} = 4 \text{ mL}$$

- Pembuatan Larutan Minyak Atsiri dan Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe
16 ppm

$$V_1 = \frac{16 \text{ ppm} \times 0,01 \text{ mL}}{80 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,002 \text{ L} = 2 \text{ mL}$$

3) Pembuatan Larutan Vitamin C

- Pembuatan Larutan Induk Vitamin C 15 ppm

$$V = 0,050 \text{ L}$$

$$\text{ppm} = 15 \text{ ppm}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{massa (mg)}}{\text{L}}$$

$$15 \text{ ppm} = \frac{\text{massa (mg)}}{0,050 \text{ L}}$$

$$\text{Massa} = 15 \text{ ppm} \times 0,050 \text{ L}$$

$$\text{Massa} = 0,75 \text{ mg}$$

- Pembuatan Larutan Vitamin C 12 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$15 \text{ ppm} \times V_1 = 12 \text{ ppm} \times 0,01 \text{ L}$$

$$V_1 = \frac{12 \text{ ppm} \times 0,01 \text{ mL}}{15 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,008 \text{ L} = 8 \text{ mL}$$

- Pembuatan Larutan Vitamin C 9 ppm

$$V_1 = \frac{9 \text{ ppm} \times 0,01 \text{ mL}}{15 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,006 \text{ L} = 6 \text{ mL}$$

- Pembuatan Larutan Vitamin C 6 ppm

$$V_1 = \frac{6 \text{ ppm} \times 0,01 \text{ mL}}{15 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,004 \text{ L} = 4 \text{ mL}$$

- Pembuatan Larutan Vitamin C 3 ppm

$$V_1 = \frac{3 \text{ ppm} \times 0,01 \text{ mL}}{15 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,002 \text{ L} = 2 \text{ mL}$$

b. Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri, Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe, dan Vitamin C

1) Perhitungan Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri Jahe Emprit

Konsentrasi	Absorbansi			%Peredaman (%)			IC ₅₀ (ppm)			IC ₅₀ Rata- rata	Standar Deviasi	Standar Deviasi Relatif
	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
0 ppm	0,918	0,909	0,902	0,00	0,00	0,00						
16 ppm	0,872	0,814	0,881	5,01	10,4	2,33						
32 ppm	0,750	0,734	0,720	18,3	19,2	20,2						
48 ppm	0,642	0,659	0,631	30,1	27,5	30,0	68,2	63,1	63,1	64,8 ppm	2,96	0,0457
64 ppm	0,446	0,405	0,420	51,4	55,4	53,4						
80 ppm	0,371	0,291	0,282	59,6	68,0	68,7						

- Perhitungan %Peredaman

$$\%Peredaman = 1 - \frac{\text{Absorbansi larutan uji}}{\text{Absorbansi DPPH}} \times 100\%$$

- Perhitungan %Peredaman Minyak Atsiri Jahe Emprit Pengulangan 1

$$1. \%Peredaman 0 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,918}{0,918} \times 100\% = 0,00\%$$

$$2. \%Peredaman 16 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,872}{0,918} \times 100\% = 5,01\%$$

$$3. \%Peredaman 32 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,750}{0,918} \times 100\% = 18,3\%$$

$$4. \%Peredaman 48 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,642}{0,918} \times 100\% = 30,1\%$$

$$5. \% \text{Peredaman } 64 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,446}{0,918} \times 100\% = 51,4\%$$

$$6. \% \text{Peredaman } 80 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,371}{0,918} \times 100\% = 59,6\%$$

Perhitungan %Peredaman Minyak Atsiri Jahe Emprit Pengulangan 2

$$1. \% \text{Peredaman } 0 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,909}{0,909} \times 100\% = 0,00\%$$

$$2. \% \text{Peredaman } 16 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,814}{0,909} \times 100\% = 10,4\%$$

$$3. \% \text{Peredaman } 32 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,734}{0,909} \times 100\% = 19,3\%$$

$$4. \% \text{Peredaman } 48 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,659}{0,909} \times 100\% = 27,5\%$$

$$5. \% \text{Peredaman } 64 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,405}{0,909} \times 100\% = 55,4\%$$

$$6. \% \text{Peredaman } 80 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,291}{0,909} \times 100\% = 68,0\%$$

Perhitungan %Peredaman Minyak Atsiri Jahe Emprit Pengulangan 3

$$1. \% \text{Peredaman } 0 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,902}{0,902} \times 100\% = 0,00\%$$

$$2. \% \text{Peredaman } 16 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,881}{0,902} \times 100\% = 2,33\%$$

$$3. \% \text{Peredaman } 32 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,720}{0,902} \times 100\% = 20,2\%$$

$$4. \% \text{Peredaman } 48 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,631}{0,902} \times 100\% = 30,0\%$$

$$5. \% \text{Peredaman } 64 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,420}{0,902} \times 100\% = 53,4\%$$

$$6. \% \text{Peredaman } 80 \text{ ppm} = 1,00 - \frac{0,282}{0,902} \times 100\% = 68,7\%$$

- Perhitungan IC_{50}

$$IC_{50} = x$$

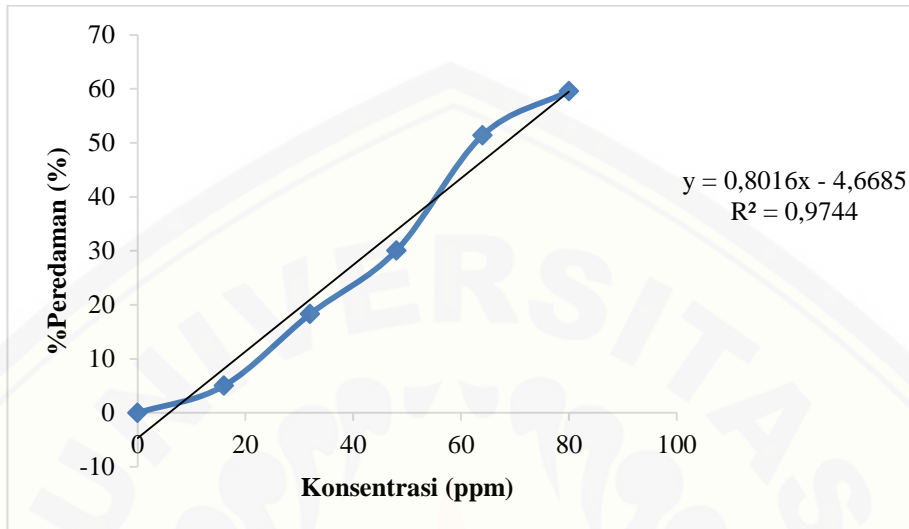
$$y = bx + C$$

$$50 = bx + C$$

$$x = \frac{50 - C}{b}$$

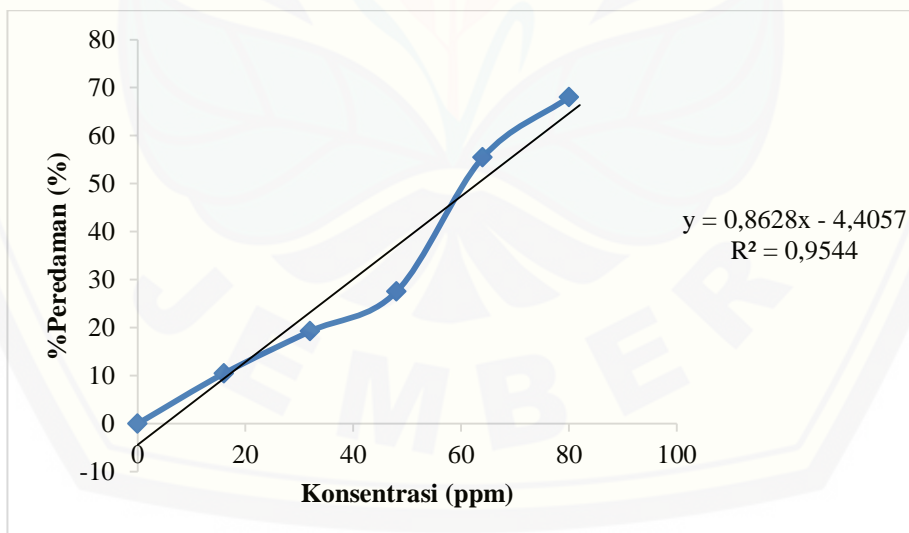
$$IC_{50} = \frac{50 - C}{b}$$

- Perhitungan IC_{50} Minyak Atsiri Jahe Emprit Pengulangan 1

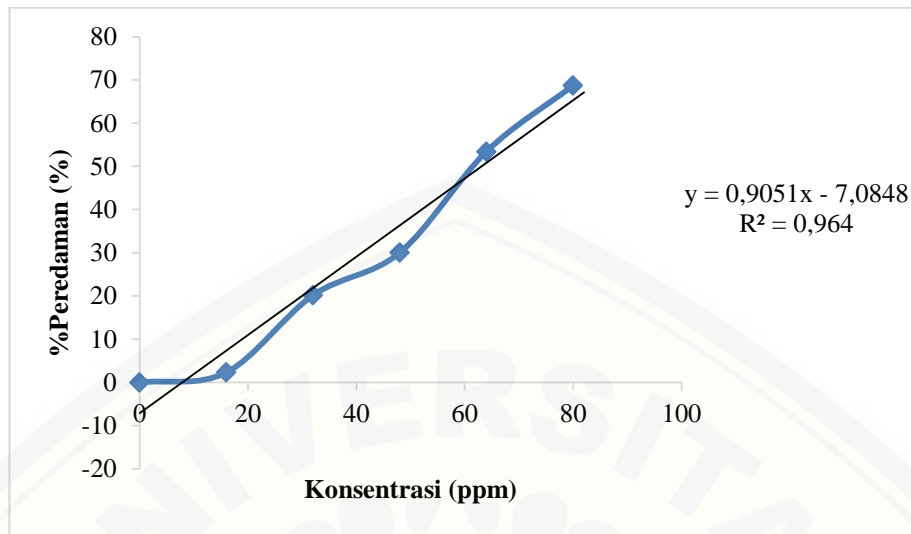


$$IC_{50} = \frac{50,0 - (-4,6685)}{0,8016} = 68,2 \text{ ppm}$$

- Perhitungan IC_{50} Minyak Atsiri Jahe Emprit Pengulangan 2



$$IC_{50} = \frac{50,0 - (-4,4057)}{0,8628} = 63,1 \text{ ppm}$$

Perhitungan IC₅₀ Minyak Atsiri Jahe Emprit Pengulangan 3

$$IC_{50} = \frac{50,0 - (-7,0848)}{0,9051} = 63,1 \text{ ppm}$$

$$IC_{50} \text{ rata-rata} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{n}$$

$$= \frac{68,2 + 63,1 + 63,1}{3,00} = 64,8 \text{ ppm}$$

$$\text{Standar Deviasi (SD)} = \sqrt{\frac{(n)(\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{(3,00)(68,2^2 + 63,1^2 + 63,1^2) - (68,2 + 63,1 + 63,1)^2}{3,00(3,00-1,00)}}$$

$$= 2,96$$

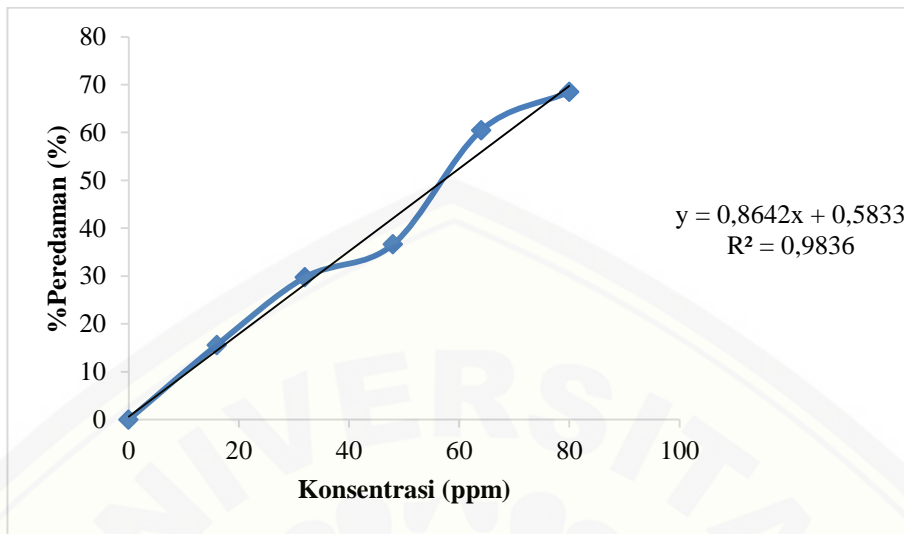
$$\text{Standar Deviasi Relatif (RSD)} = \frac{\text{Standar Deviasi}}{\bar{x}} = \frac{2,96}{64,8} = 0,0457$$

2) Perhitungan Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri Jahe Gajah

Konsentrasi	Absorbansi			%Peredaman (%)			IC ₅₀ (ppm)			IC ₅₀ Rata-rata	Standar Deviasi	Standar Deviasi Relatif
	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
0 ppm	0,898	0,912	0,910	0,00	0,00	0,00						
16 ppm	0,758	0,874	0,884	15,6	4,17	2,86						
32 ppm	0,631	0,772	0,721	29,7	15,4	20,8						
48 ppm	0,569	0,508	0,534	36,6	44,3	41,3	57,2	62,3	57,4	59,0 ppm	2,89	0,0489
64 ppm	0,355	0,459	0,320	60,5	49,7	64,8						
80 ppm	0,283	0,301	0,290	68,5	67,0	68,1						

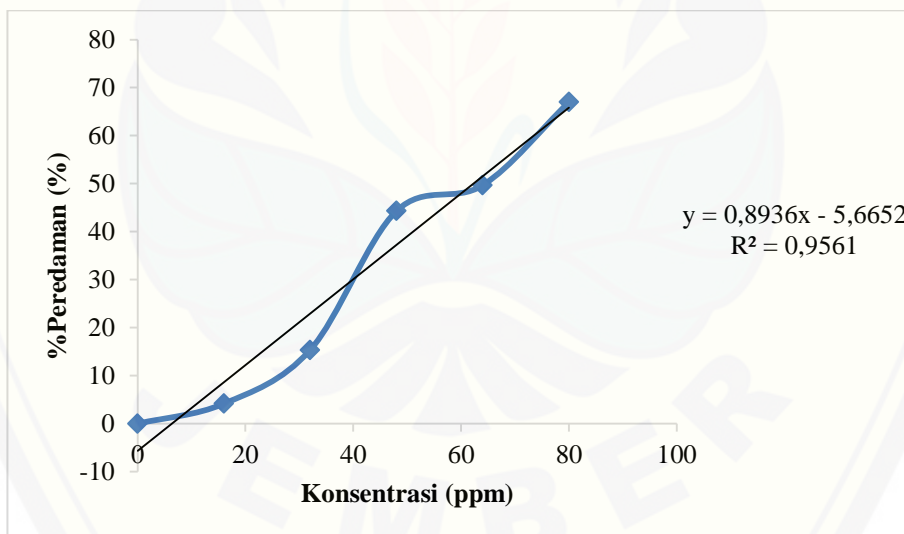
- Perhitungan %peredaman minyak atsiri jahe gajah sama seperti minyak atsiri jahe emprit

- Perhitungan IC₅₀ Minyak Atsiri Jahe Gajah Pengulangan 1

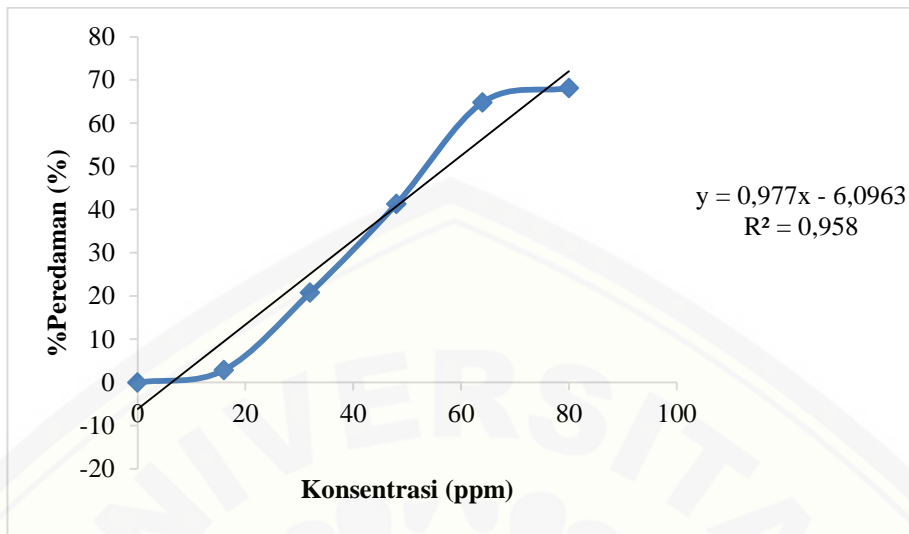


$$IC_{50} = \frac{50,0 - 0,5833}{0,8642} = 57,2 \text{ ppm}$$

Perhitungan IC₅₀ Minyak Atsiri Jahe Gajah Pengulangan 2



$$IC_{50} = \frac{50,0 - (-5,6652)}{0,8936} = 62,3 \text{ ppm}$$

Perhitungan IC₅₀ Minyak Atsiri Jahe Gajah Pengulangan 3

$$IC_{50} = \frac{50,0 - (-6,0963)}{0,977} = 57,4 \text{ ppm}$$

$$IC_{50} \text{ rata-rata} = \frac{57,2 + 62,3 + 57,4}{3,00} = 59,0 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (SD)} &= \sqrt{\frac{(3,00)(57,2^2 + 62,3^2 + 57,4^2) - (57,2 + 62,3 + 57,4)^2}{3,00(3,00 - 1,00)}} \\ &= 2,89 \end{aligned}$$

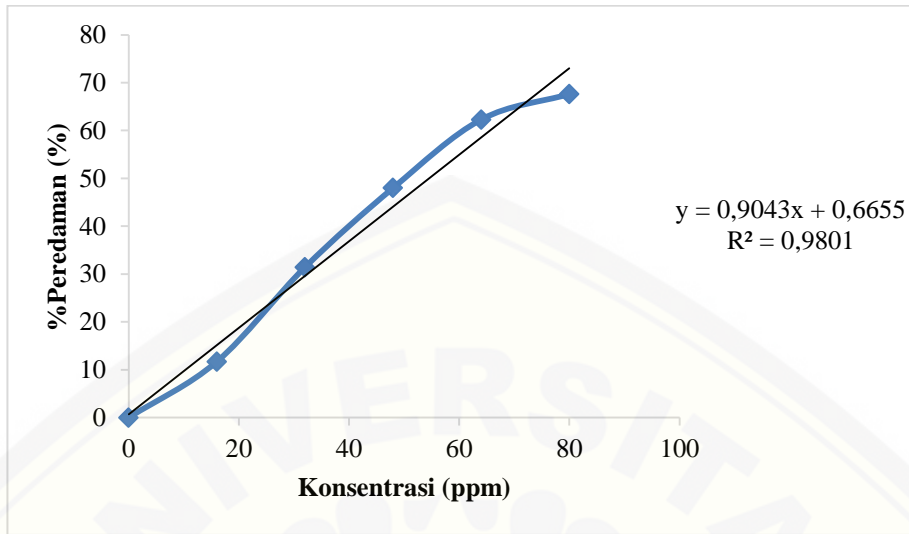
$$\text{Standar Deviasi Relatif (RSD)} = \frac{2,89}{59,0} = 0,0489$$

3) Perhitungan Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri Jahe Merah

Konsentrasi	Absorbansi			%Peredaman (%)			IC ₅₀ (ppm)			IC ₅₀ Rata-rata	Standar Deviasi	Standar Deviasi Relatif
	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
0 ppm	0,923	0,912	0,949	0,00	0,00	0,00						
16 ppm	0,815	0,780	0,800	11,7	14,5	15,7						
32 ppm	0,633	0,613	0,609	31,4	32,8	35,8						
48 ppm	0,480	0,566	0,475	48,0	37,9	50,0	54,6	53,8	52,4	53,6 ppm	1,08	0,0201
64 ppm	0,348	0,364	0,398	62,3	60,1	58,1						
80 ppm	0,299	0,211	0,256	67,6	76,9	73,0						

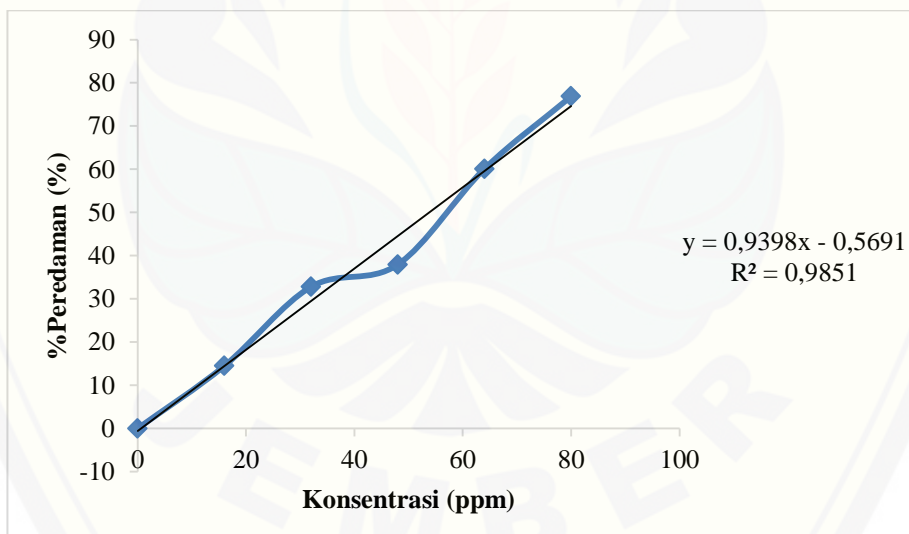
- Perhitungan %peredaman minyak atsiri jahe merah sama seperti minyak atsiri jahe emprit

- Perhitungan IC₅₀ Minyak Atsiri Jahe Merah Pengulangan 1

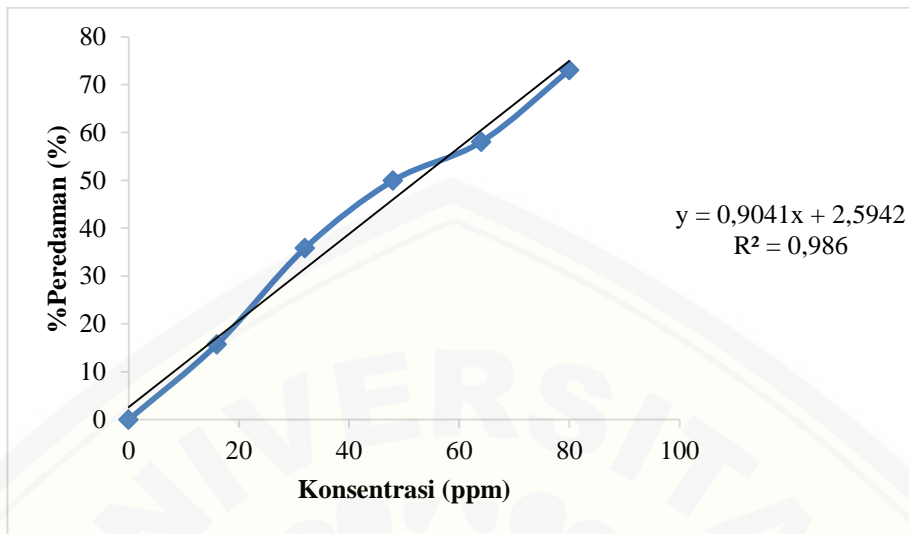


$$IC_{50} = \frac{50,0 - 0,6655}{0,9043} = 54,6 \text{ ppm}$$

Perhitungan IC₅₀ Minyak Atsiri Jahe Merah Pengulangan 2



$$IC_{50} = \frac{50,0 - (-0,5691)}{0,9398} = 53,8 \text{ ppm}$$

Perhitungan IC₅₀ Minyak Atsiri Jahe Merah Pengulangan 3

$$IC_{50} = \frac{50,0 - 2,5942}{0,9041} = 52,4 \text{ ppm}$$

$$IC_{50} \text{ rata-rata} = \frac{54,6 + 53,8 + 52,4}{3,00} = 53,6 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (SD)} &= \sqrt{\frac{(3,00)(54,6^2 + 53,8^2 + 52,4^2) - (54,6 + 53,8 + 52,4)^2}{3,00(3,00 - 1,00)}} \\ &= 1,08 \end{aligned}$$

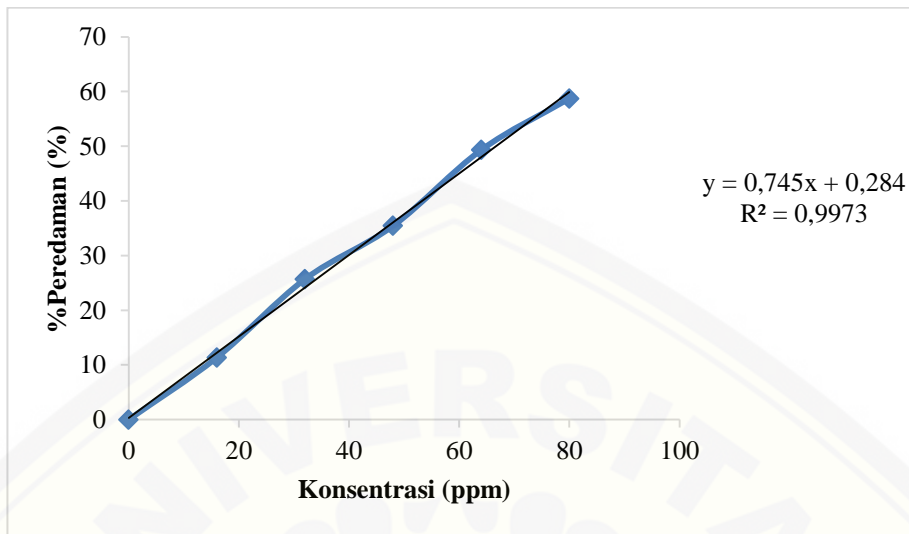
$$\text{Standar Deviasi Relatif (RSD)} = \frac{1,08}{53,6} = 0,0201$$

4) Perhitungan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Hidrosol Jahe Emprit

Konsentrasi	Absorbansi			%Peredaman (%)			IC ₅₀ (ppm)			IC ₅₀ Rata- rata	Standar Deviasi	Standar Deviasi Relatif
	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
0 ppm	0,872	0,892	0,908	0,00	0,00	0,00						
16 ppm	0,773	0,804	0,859	11,4	9,86	5,40						
32 ppm	0,648	0,697	0,654	25,7	21,9	28,0	66,7	66,5	70,2	67,8	2,06	0,0304
48 ppm	0,563	0,602	0,540	35,4	32,5	40,5				ppm		
64 ppm	0,442	0,421	0,519	49,3	52,8	42,8						
80 ppm	0,360	0,363	0,412	58,7	59,3	54,6						

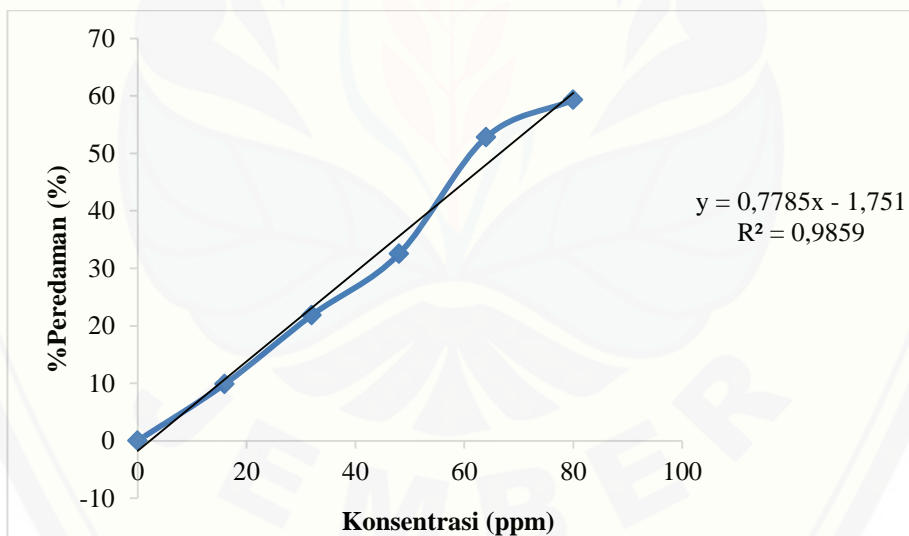
- Perhitungan %peredaman ekstrak hidrosol jahe emprit sama seperti minyak atsiri jahe emprit

- Perhitungan IC₅₀ Ekstrak Hidrosol Jahe Emprit Pengulangan 1

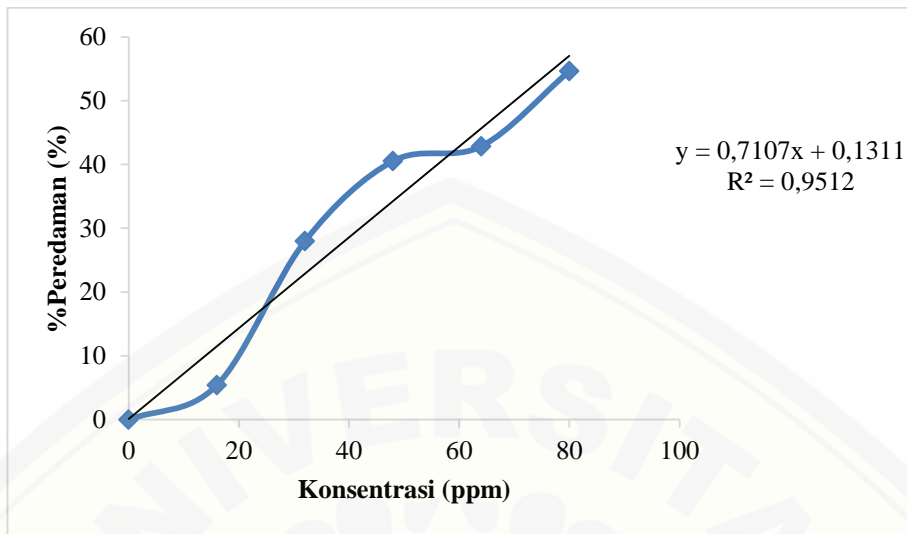


$$IC_{50} = \frac{50,0 - 0,284}{0,745} = 66,7 \text{ ppm}$$

- Perhitungan IC₅₀ Ekstrak Hidrosol Jahe Emprit Pengulangan 2



$$IC_{50} = \frac{50,0 - (-1,751)}{0,7785} = 66,5 \text{ ppm}$$

Perhitungan IC₅₀ Ekstrak Hidrosol Jahe Emprit Pengulangan 3

$$IC_{50} = \frac{50,0 - 0,1311}{0,7107} = 70,2 \text{ ppm}$$

$$IC_{50} \text{ rata-rata} = \frac{66,7 + 66,5 + 70,2}{3,00} = 67,8 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (SD)} &= \sqrt{\frac{(3,00)(66,7^2 + 66,5^2 + 70,2^2) - (66,7 + 66,5 + 70,2)^2}{3,00(3,00 - 1,00)}} \\ &= 2,06 \end{aligned}$$

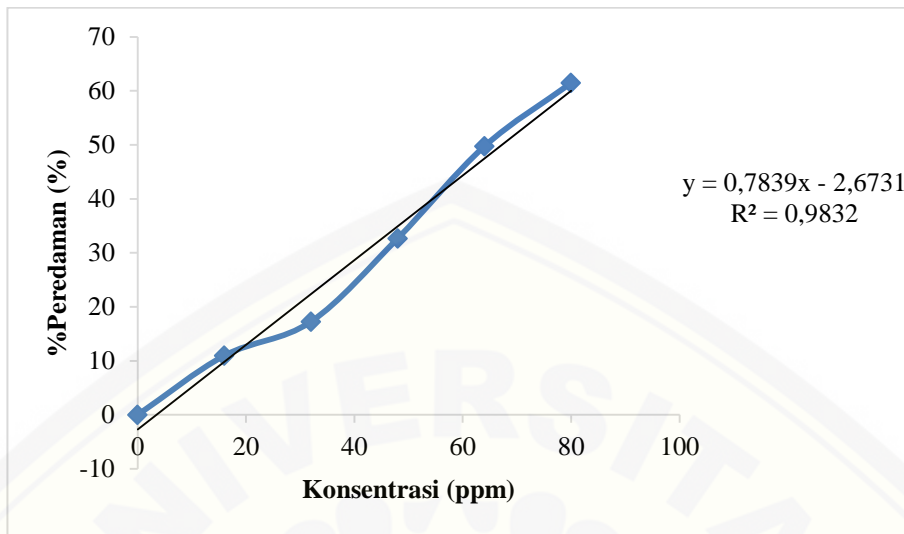
$$\text{Standar Deviasi Relatif (RSD)} = \frac{2,06}{67,8} = 0,0304$$

5) Perhitungan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Hidrosol Jahe Gajah

Konsentrasi	Absorbansi			%Peredaman (%)			IC ₅₀ (ppm)			IC ₅₀ Rata- rata	Standar Deviasi	Standar Deviasi Relatif
	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
0 ppm	0,921	0,924	0,875	0,00	0,00	0,00						
16 ppm	0,820	0,786	0,812	11,0	14,9	7,20						
32 ppm	0,762	0,662	0,701	17,3	28,4	19,9						
48 ppm	0,620	0,493	0,492	32,7	46,6	43,8	67,2	63,1	61,9	64,1 ppm	2,77	0,0432
64 ppm	0,463	0,479	0,463	49,7	48,2	47,1						
80 ppm	0,355	0,376	0,278	61,4	59,3	68,2						

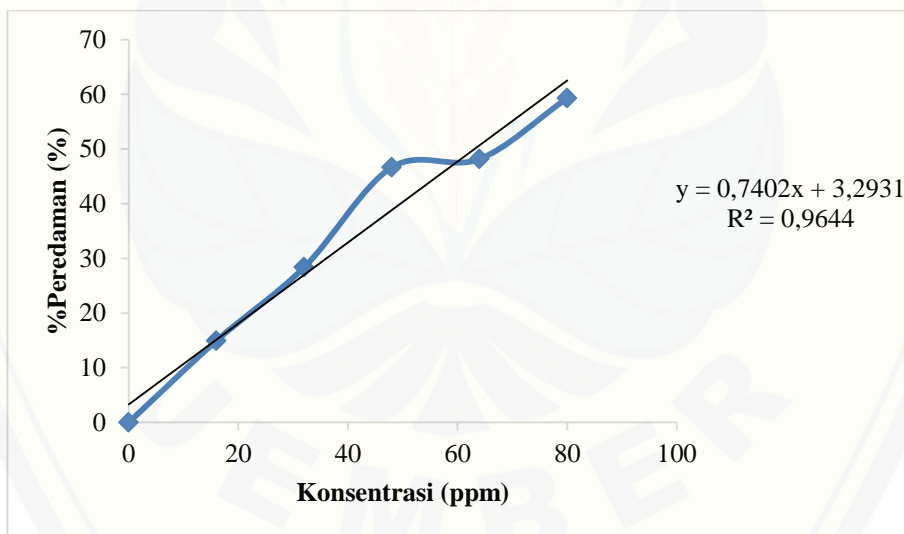
- Perhitungan %peredaman ekstrak hidrosol jahe gajah sama seperti minyak atsiri jahe emprit

- Perhitungan IC₅₀ Ekstrak Hidrosol Jahe Gajah Pengulangan 1

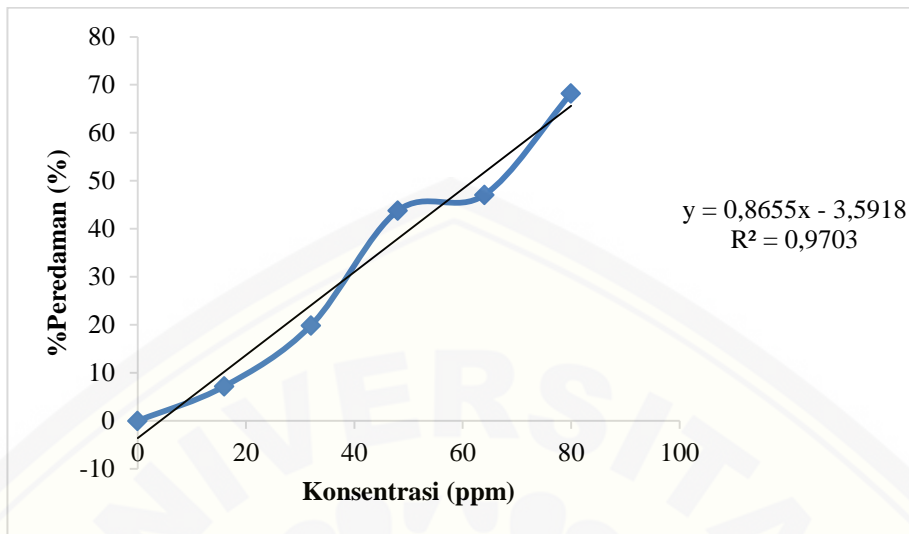


$$IC_{50} = \frac{50,0 - (-2,6731)}{0,7839} = 67,2 \text{ ppm}$$

- Perhitungan IC₅₀ Ekstrak Hidrosol Jahe Gajah Pengulangan 2



$$IC_{50} = \frac{50,0 - 3,2931}{0,7402} = 63,1 \text{ ppm}$$

Perhitungan IC₅₀ Ekstrak Hidrosol Jahe Gajah Pengulangan 3

$$IC_{50} = \frac{50,0 - (-3,5918)}{0,8655} = 61,9 \text{ ppm}$$

$$IC_{50} \text{ rata-rata} = \frac{67,2 + 63,1 + 61,9}{3,00} = 64,1 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (SD)} &= \sqrt{\frac{(3,00)(67,2^2 + 63,1^2 + 61,9^2) - (67,2 + 63,1 + 61,9)^2}{3,00(3,00 - 1,00)}} \\ &= 2,77 \end{aligned}$$

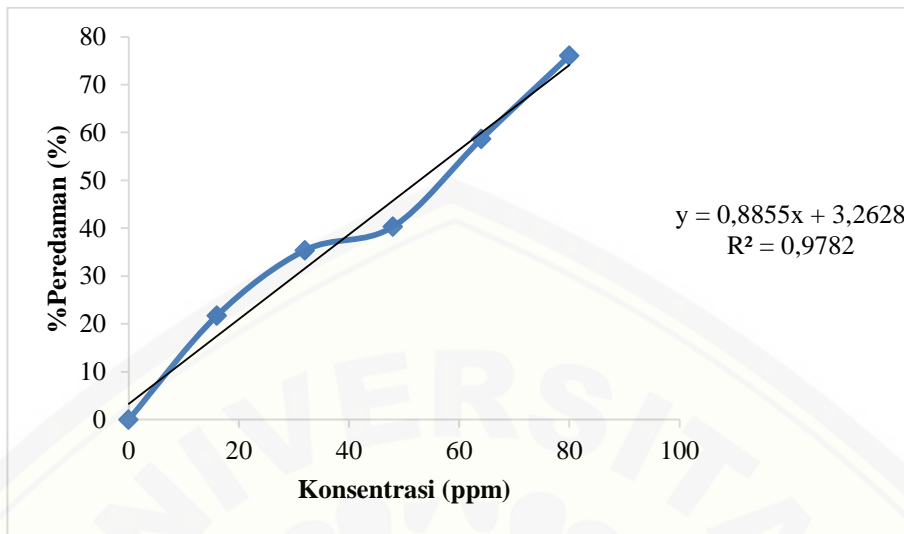
$$\text{Standar Deviasi Relatif (RSD)} = \frac{2,77}{64,1} = 0,0432$$

6) Perhitungan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Hidrosol Jahe Merah

Konsentrasi	Absorbansi			%Peredaman (%)			IC ₅₀ (ppm)			IC ₅₀ Rata-rata	Standar Deviasi	Standar Deviasi Relatif
	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
0 ppm	0,972	0,991	0,982	0,00	0,00	0,00						
16 ppm	0,761	0,752	0,755	21,7	24,1	23,1						
32 ppm	0,628	0,593	0,580	35,4	40,1	40,9						
48 ppm	0,580	0,522	0,462	40,3	47,3	53,0	52,8	48,4	48,6	49,9 ppm	2,48	0,0497
64 ppm	0,402	0,345	0,409	58,6	65,2	58,4						
80 ppm	0,233	0,229	0,216	76,0	76,9	78,0						

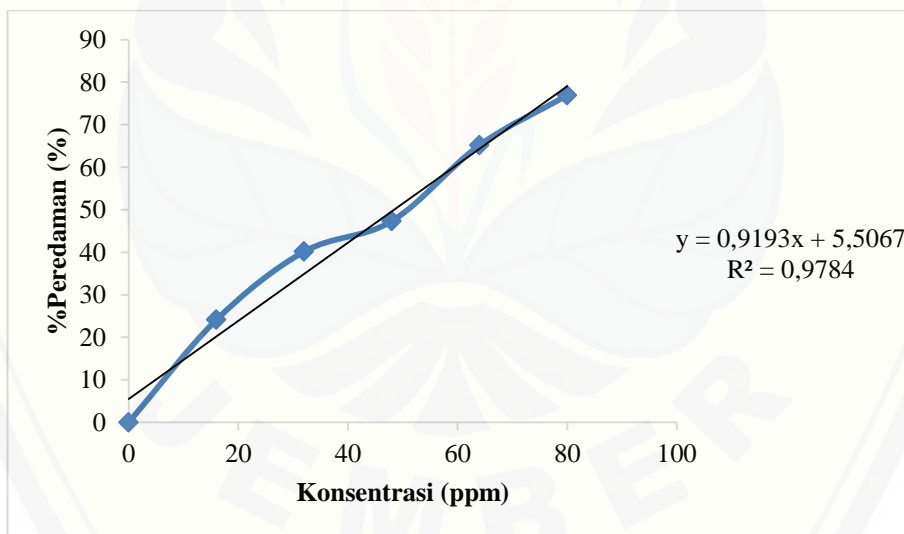
- Perhitungan %peredaman ekstrak hidrosol jahe merah sama seperti minyak atsiri jahe emprit

- Perhitungan IC₅₀ Ekstrak Hidrosol Jahe Merah Pengulangan 1

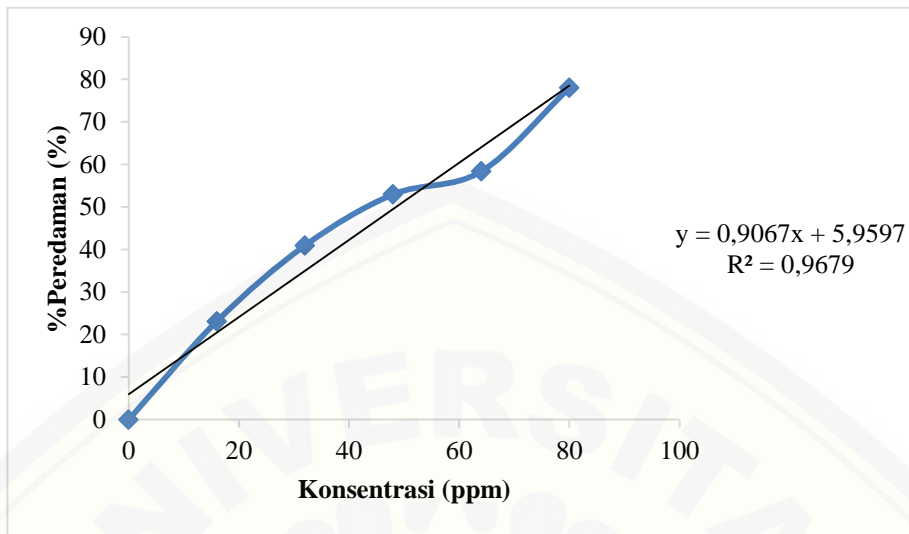


$$IC_{50} = \frac{50,0 - 3,2628}{0,8855} = 52,8 \text{ ppm}$$

- Perhitungan IC₅₀ Ekstrak Hidrosol Jahe Merah Pengulangan 2



$$IC_{50} = \frac{50,0 - 5,5067}{0,9193} = 48,4 \text{ ppm}$$

Perhitungan IC₅₀ Ekstrak Hidrosol Jahe Merah Pengulangan 3

$$IC_{50} = \frac{50,0 - 5,9597}{0,9067} = 48,6 \text{ ppm}$$

$$IC_{50} \text{ rata-rata} = \frac{52,8 + 48,4 + 48,6}{3,00} = 49,9 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (SD)} &= \sqrt{\frac{(3,00)(52,8^2 + 48,4^2 + 48,6^2) - (52,8 + 48,4 + 48,6)^2}{3,00(3,00 - 1,00)}} \\ &= 2,48 \end{aligned}$$

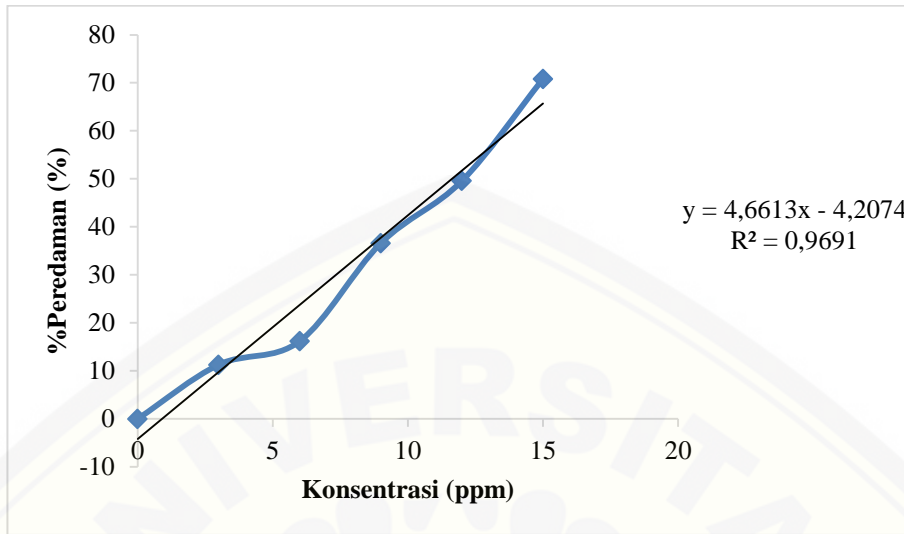
$$\text{Standar Deviasi Relatif (RSD)} = \frac{2,48}{49,9} = 0,0497$$

7) Perhitungan Aktivitas Antioksidan Vitamin C

Konsentrasi	Absorbansi			%Peredaman (%)			IC ₅₀ (ppm)			IC ₅₀ Rata-rata	Standar Deviasi	Standar Deviasi Relatif
	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
0 ppm	0,833	0,871	0,812	0,00	0,00	0,00						
3 ppm	0,739	0,802	0,721	11,3	7,92	11,2						
6 ppm	0,698	0,701	0,660	16,2	19,5	18,7						
9 ppm	0,528	0,602	0,421	36,6	30,9	48,2	11,6	11,7	10,8	11,4 ppm	0,461	0,0405
12 ppm	0,420	0,459	0,400	49,6	47,3	50,7						
15 ppm	0,243	0,220	0,219	70,8	74,7	73,0						

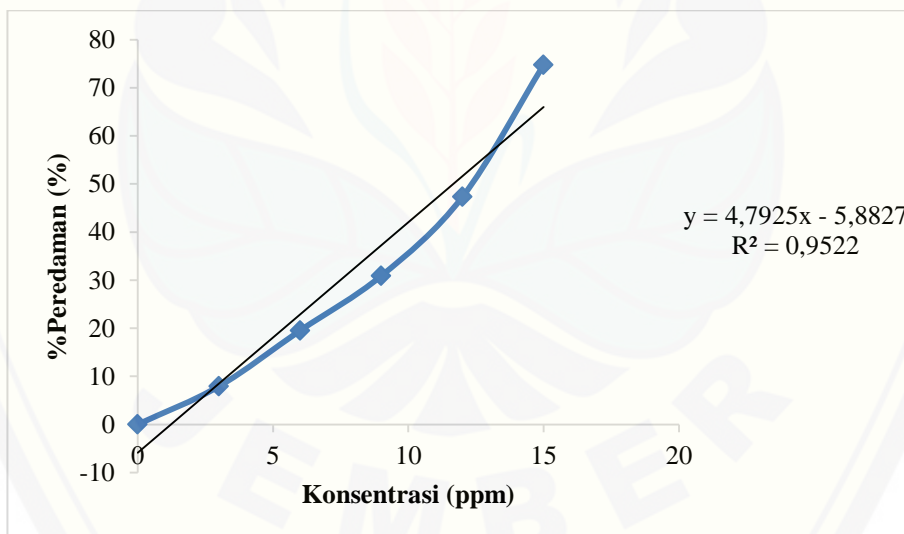
- Perhitungan %peredaman vitamin C sama seperti minyak atsiri jahe emprit

Perhitungan IC₅₀ Vitamin C Pengulangan 1

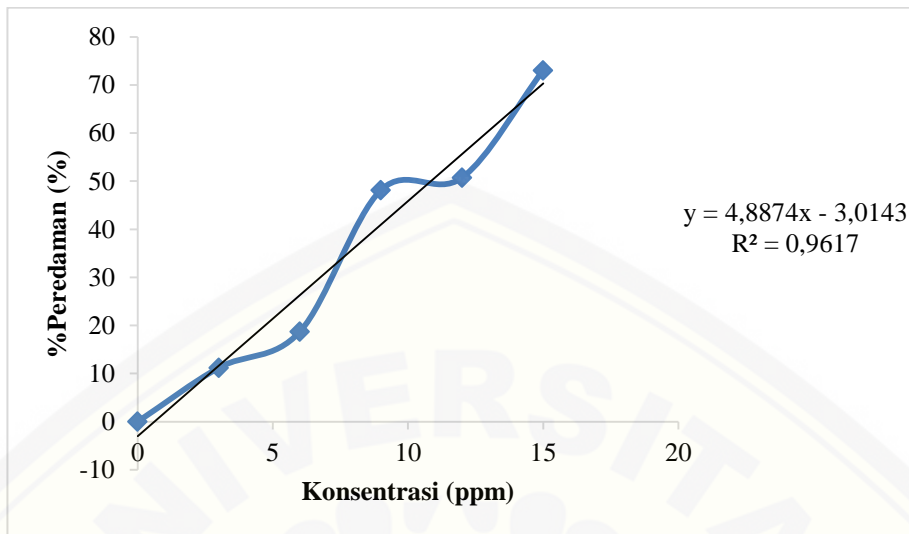


$$IC_{50} = \frac{50,0 - (-4,2074)}{4,6613} = 11,6 \text{ ppm}$$

Perhitungan IC₅₀ Vitamin C Pengulangan 2



$$IC_{50} = \frac{50,0 - (-5,8827)}{4,7925} = 11,7 \text{ ppm}$$

Perhitungan IC₅₀ Vitamin C Pengulangan 3

$$IC_{50} = \frac{50,0 - (-3,0143)}{4,8874} = 10,8 \text{ ppm}$$

$$IC_{50} \text{ rata-rata} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{n}$$

$$= \frac{11,6 + 11,7 + 10,8}{3} = 11,4 \text{ ppm}$$

$$\text{Standar Deviasi (SD)} = \sqrt{\frac{(n)(\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{(3,00)(11,6^2 + 11,7^2 + 10,8^2) - (11,6 + 11,7 + 10,8)^2}{3,00(3,00 - 1,00)}}$$

$$= 0,461$$

$$\text{Standar Deviasi Relatif (RSD)} = \frac{\text{Standar Deviasi}}{\bar{x}} = \frac{0,461}{11,4} = 0,0405$$

- c) Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri, Ekstrak Hidrosol Tiga Varietas Jahe, dan Vitamin C

Sampel	IC ₅₀ (ppm)			IC ₅₀ Rata-rata (ppm)	Standar Deviasi	Standar Deviasi Relatif
	1	2	3			
Minyak Atsiri Jahe Emprit	68,2	63,1	63,1	64,8	2,96	0,0457
Minyak Atsiri Jahe Gajah	57,2	62,3	57,4	59,0	2,89	0,0489
Minyak Atsiri Jahe Merah	54,6	53,8	52,4	53,6	1,08	0,0201
Ekstrak Hidrosol Jahe Emprit	66,7	66,5	70,2	67,8	2,06	0,0304
Ekstrak Hidrosol Jahe Gajah	67,2	63,1	61,9	64,1	2,77	0,0432
Ekstrak Hidrosol Jahe Merah	52,8	48,4	48,6	49,9	2,48	0,0497
Vitamin C	11,6	11,7	10,8	11,4	0,461	0,0405