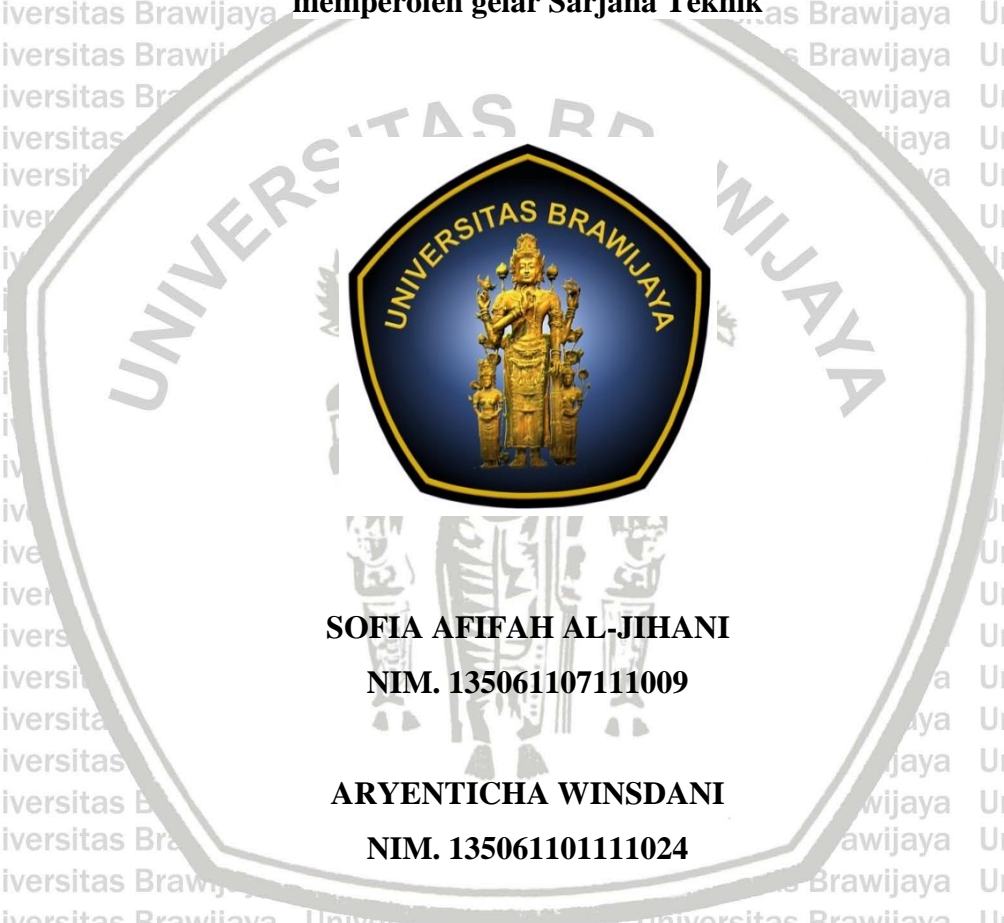


**PENGARUH KEMURNIAN ETANOL DAN KECEPATAN
PENGADUKAN PADA AKTIVITAS ANTIOKSIDAN OLEORESIN
JAHE MERAH (*Zingiber officinale var. rubrum*)**

**SKRIPSI
TEKNIK KIMIA**

**Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



SOFIA AFIFAH AL-JIHANI

NIM. 135061107111009

ARYENTICHA WINSDANI

NIM. 135061101111024

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2017

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH KEMURNIAN ETANOL DAN KECEPATAN PENGADUKAN
TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN OLEORESIN JAHE MERAH (*Zingiber
officinale var. rubrum*)**

SKRIPSI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



SOFIA AFIFAH AL-JIHANI
NIM. 135061107111009

ARYENTICHA WINDANI
NIM. 135061101111024

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 15 Desember 2017

Dosen Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Chandrawati Cahyani, MS

NIP. 19520504 198002 2 001

Dosen Pembimbing II

Vivi Nurhadianty, ST., MT

NIP. 201304 860815 2 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Ir. Bambang Poerwadi, MS

NIP. 19600126 198603 1 001

IDENTITAS TIM PENGUJI

JUDUL SKRIPSI:

PENGARUH KEMURNIAN ETANOL DAN KECEPATAN PENGADUKAN PADA AKTIVITAS ANTIOKSIDAN OLEORESIN JAHE MERAH (*Zingiber officinale var.rubrum*)

Nama Mahasiswa / NIM : 1. Sofia Afifah Al-Jihani/135061107111009
2. Aryenticha Winsdani/135061101111024

Program Studi S1 : Teknik Kimia

TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Chandrawati Cahyani, MS.

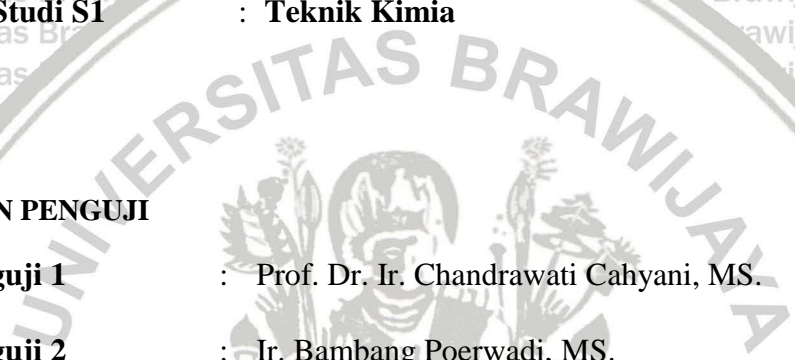
Dosen Penguji 2 : Ir. Bambang Poerwadi, MS.

Dosen Penguji 3 : Juliananda, ST., M.Sc.

Dosen Penguji 4 : Ir. Bambang Ismuyanto, MS.

Tanggal Ujian : **Senin, 4 Desember 2017**

SK Penguji : **1591/UN10.F07/SK/2017**



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70)

Malang, 21 Desember 2017

Mahasiswa 1,



Sofia Affah Al-Jihani

NIM. 135061107111009

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70)

Malang, 21 Desember 2017

Mahasiswa 2,



Aryenticha Winsdani
NIM. 135061101111024

RIWAYAT HIDUP**MAHASISWA 1**

Sofia Afifah Al-Jihani, Sidoarjo 25 Februari 1995, anak dari ayah Ach. Zainuri dan ibu Isnani Azizah. Lulus dari SDN Kenongo 1, SMPN 01 Tulangan, Sidoarjo dan SMA 01 Mojosari, Mojokerto. Lulus program sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun 2017. Pengalaman kerja pada Praktek Kerja Lapang di PT. Energi Agro Nusantara tahun 2016. Lolos sebagai finalis lomba karya tulis spesifik profesi tingkat nasional, PKM 2015 (Pesta Karya Mahasiswa 2015) Bekulu. Best Race dalam ICECC 2015 (Indonesia Chem-E-Car Competition 2015). Finalis APCChe 2015 (Chemical Engineering in the Asia-Pacific Century – Growth and Innovation 2015) Melbourn, Australia. Finalis 11th Malaysian Chem-E-Car Competition 2016, Malaysia. Bronze Medal dalam AYIE 2016 (27th International Invention, Innovation and Technology Exhibition 2016) Malaysia, dengan judul “Azala Hand and Body Lotion”. Gold Medal dalam WICC 2016 (World Invention Creativity Contest 2016) Seoul, Korea Selatan, dengan judul “Azala Antioxidant Skin Care”. Gold Medal dalam IYIA 2016 (3th International Young Inventors Award 2016) Surabaya, dengan judul “Zuvier Purify Oil Filter”. Gold Medal dalam WYIE 2017 (28th International Invention, Innovation and Technology Exhibition 2017) Malaysia, dengan judul “Zuvier Purify Oil Filter 2nd Generation Appliance for Used Cooking Oil Filtration”.

MAHASISWA 2

Aryenticha Winsdani, Payakumbuh 10 Januari 1996, anak dari ayah Arijas dan ibu Meri

Elfiati Amd.Farm. Lulus dari Tk Kemala Bayangkari 09 Payakumbuh, SDN 11

Payakumbuh, SMP Yayasan Pendidikan Bernas, Kab.Pelalawan Riau, SMAN 2

Payakumbuh. Lulus program sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

tahun 2017. Pengalaman kerja pada Praktek Kerja Lapang di Asahimass Chemical Cilegon

unit NaOH tahun 2016





Teriring Puji Syukur dan Ucapan Terimakasih kepada:
Allah SWT, Rasul-Nya, Ayahanda, Ibunda Tercinta dan Semua yang telah
mendukung kami



RINGKASAN

Sofia Afifah AL-Jihani dan Aryenticha Winsdani, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, November 2017, *Pengaruh Kemurnian Etanol dan Kecepatan Pengaduk pada Aktivitas Antioksidan Oleoresin Jahe Merah (Zingiber officinale var. rubrum)*, Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Chandrawati Cahyani, MS dan Vivi Nurhadianty, ST., MT.

Tanaman jahe (*Zingiber officinale Rosc*) merupakan salah satu tanaman yang digunakan sebagai obat tradisional. Secara umum jahe dijual dalam bentuk jahe segar dan jahe kering. Namun jahe segar lebih mudah mengalami pembusukan karena adanya kandungan air. Sedangkan jahe kering, khususnya dalam kemasan siap jual memiliki kelemahan senyawa aktifnya rendah. Sehingga lebih baik dijual dalam bentuk olahan, salah satunya adalah produk olahan oleoresin. Oleoresin merupakan campuran resin dan minyak atsiri. Oleoresin ini didalamnya terkandung senyawa gingerol yang tergolong senyawa fenolik berperan sebagai senyawa antioksidan. Komponen fenol banyak terdapat dalam oleoresin jahe merah adalah [*6-gingerol*] dan *3R,5S-[6]-gingerdiol*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan dari oleoresin jahe merah dengan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*). Pengolahan jahe merah menjadi oleoresin dilakukan dengan menggunakan metode maserasi. Maserasi merupakan metode yang efisien karena tidak memerlukan suhu yang tinggi, sehingga komponen aktif (gingerol) dalam jahe merah tidak akan terdegradasi. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jahe merah dan etanol. Jahe merah yang digunakan dalam penelitian ini telah mengalami penyimpanan selama beberapa minggu sebelum sampai ke tangan konsumen. Jahe merah dihancurkan kemudian dilarutkan dalam etanol dengan variasi kemurnian 70%, 80% dan 90%, perbandingan antara jahe:pelarut adalah 1:5. Kemudian dimaserasi dalam reaktor pada suhu 40°C lalu diaduk dengan variasi pengadukan 30 rpm, 60 rpm dan 90 rpm. Setelah itu dimurnikan dengan menggunakan rotary evaporator pada kondisi operasi $T = 40^{\circ}\text{C}$, $P = 23 \text{ mBar}$, dan $r = 30 \text{ rpm}$.

Penelitian menunjukkan kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan yang optimum adalah 90% etanol dan 90 rpm. Diperoleh hasil aktivitas antioksidan dalam IC_{50} , rendemen serta densitas sebesar 0,67 mg/ml, 5,43%, 0,833 g/ml. Sedangkan, dibandingkan dengan vitamin C sebesar 0,0274 mg/ml, antioksidan oleoresin jahe merah tergolong sangat lemah karena kurang dari 0,5 mg/ml.

Kata Kunci : Antioksidan, DPPH, Etanol, Jahe Merah, Oleoresin

SUMMARY

Sofia Afifah AL-Jihani and Aryenticha Winsdani, Chemical Engineering Department, Faculty of Engineering Universitas Brawijaya, November 2017, *The Effect of Ethanol Purity and The Speed of Stirring on Antioxidant Activity of Oleoresin of Red Ginger (*Zingiber officinale* var. *rubrum*)*, Supervisor: Prof. Dr. Ir. Chandrawati Cahyani, MS and Vivi Nurhadianty, ST., MT.

Ginger (*Zingiber officinale* Rose) is one of the plants that are widely used as a traditional medicine. In general, ginger is sold in the form of fresh ginger and dried ginger. However fresh ginger is very easy to decompose because of the water content. While dried ginger, especially in ready to sell packaging has weakness of low active compound. It is better to be sold in processed form, one of which is processed oleoresin product. Oleoresin is a mixture of resin and essential oil bearer of aroma and spicy ginger flavor. In oleoresins there is a specific group of phenolic compounds and terpenes that act as antioxidant compounds. The phenol component present in red ginger oleoresin is [6-gingerol].

This research determine the antioxidant activity of red ginger oleoresin by DPPH method (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Red ginger processing into oleoresin using maceration process. The maceration process is a fairly efficient method because it is quite easy and does not require high temperatures because the active component (gingerol) in red ginger will be degraded at a temperature of 55°C. The red ginger that we use has been storing for several weeks before reaching the consumers. Red ginger is crushed and then dissolved in ethanol with variations of purity 70%, 80% and 90%, and the ratio of ginger: solvent is 1: 5. Then macerated in reactor at 40°C and stirred with stirring variation of 30 rpm, 60 rpm and 90 rpm. After that it was purified by using rotary evaporator with operating conditions T = 40°C, P = 23mBar, and r=30 rpm.

The experimental results show the purity of ethanol and optimum stirring rate is 90% ethanol and 90 rpm. Obtained antioxidant activity results in IC_{50} , yield and density of 0.67 mg/ml, 5.43%, 0.833 g/ml. Meanwhile, compared with vitamin C of 0.0274 mg/ml, red ginger oleoresin antioxidant classified as very weak because less than 0.5 mg/ml.

Keywords : Antioxidant, DPPH, Ethanol, Red Ginger, Oleoresin

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala karunianya sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Pengaruh**

Kemurnian Etanol dan Kecepatan Pengadukan pada Aktivitas Antioksidan Oleoresin Jahe Merah (*Zingiber officinale var. rubrum*)”.

Skripsi merupakan salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Brawijaya. Kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu kami sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Secara khusus kami mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof.Dr.Ir.Chandrawati Cahyani, MS selaku Dosen Pembimbing I atas bantuan dan sarannya dalam mengerjakan skripsi ini.
2. Ibu Vivi Nurhadianty, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II atas bantuan dan sarannya dalam mengerjakan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Bambang Poerwadi, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FT-UB.
4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia FT-UB yang telah memberikan ilmunya kepada penulis
5. Karyawan dan Staff Jurusa Teknik Kimia FT-UB yang turut membantu.
6. Orang tua,kakak/adik dan keluarga kami atas semua dukungan dan doa selama ini.
7. Teman-teman yang sudah ikut membantu dan mendukung dalam bentuk apapun selama pengerjaan skripsi ini.

Penyusun menyadari keterbatasan ilmu yang kami miliki, skripsi ini tentu masih belum sempurna. Untuk itu kami mengharapkan saran serta kritik yang bersifat membangun.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Malang, Desember 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR **i**

DAFTAR ISI **ii**

DAFTAR TABEL **iiiv**

DAFTAR GAMBAR **v**

DAFTAR LAMPIRAN Error! Bookmark not defined.

DAFTAR SIMBOL Error! Bookmark not defined.

BAB I PENDAHULUAN Error! Bookmark not defined.

 1.1. Latar Belakang **Error! Bookmark not defined.**

 1.2. Rumusan Masalah **Error! Bookmark not defined.**

 1.3. Batasan Masalah **Error! Bookmark not defined.**

 1.4. Tujuan Penelitian **Error! Bookmark not defined.**

 1.5. Manfaat atau Kegunaan **Error! Bookmark not defined.**

BAB II TINJAUAN PUSTAKA Error! Bookmark not defined.

 2.1. Jahe **Error! Bookmark not defined.**

 2.1.1. Macam-Macam Jahe **Error! Bookmark not defined.**

 2.1.2. Manfaat Jahe **Error! Bookmark not defined.**

 2.2. Komponen Kimia Jahe **Error! Bookmark not defined.**

 2.2.1. Oleoresin **Error! Bookmark not defined.**

 2.2.2. Gingerol **Error! Bookmark not defined.**

 2.2.3. Antioksidan **Error! Bookmark not defined.**

 2.3. Ekstraksi **Error! Bookmark not defined.**

 2.3.1. Pelarut (*Solvent*) **Error! Bookmark not defined.**

 2.3.2. Rotary Evaporator **Error! Bookmark not defined.**

BAB III METODE PENELITIAN Error! Bookmark not defined.

 3.1. Jenis Penelitian **Error! Bookmark not defined.**

 3.2. Variabel Penelitian **Error! Bookmark not defined.**

 3.2.1 Variabel Terikat **Error! Bookmark not defined.**

 3.2.2 Variabel Bebas **Error! Bookmark not defined.**

 3.2.3 Variabel Terkontrol **Error! Bookmark not defined.**

 3.3. Alat dan Bahan **Error! Bookmark not defined.**

 3.3.1. Alat **Error! Bookmark not defined.**

 3.3.2. Bahan **Error! Bookmark not defined.**

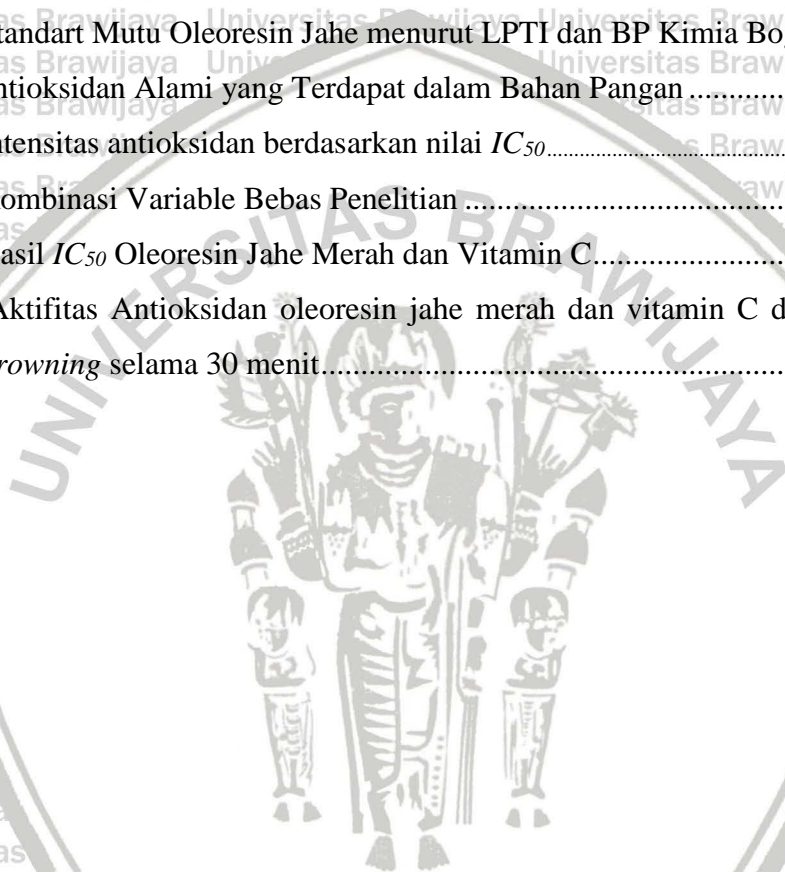
 3.4. Rangkaian Alat **Error! Bookmark not defined.**



3.4.1. Rangkaian alat ekstraksi.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.2. Rangkaian alat pemisahan pelarut (rotary evaporator).	Error! Bookmark not defined.
3.6. Prosedur Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.1. Pre-Treatment Bahan Baku Jahe Merah.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.2. Proses Maserasi jahe merah.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.3. Pemisahan pelarut pada <i>crude</i> ekstrak jahe merah.....	Error! Bookmark not defined.
3.7. Uji Hasil Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.6.1. Uji Aktivitas Antioksidan.....	Error! Bookmark not defined.
3.6.3. Uji Berat Jenis	Error! Bookmark not defined.
3.6.4. Uji Rendemen.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
4.1. Aktivitas Antioksidan Oleoresin Jahe Merah.....	Error! Bookmark not defined.
4.2. Uji Organoleptik Vitamin C dan Oleoresin Jahe Merah dalam Menghambat <i>Browning</i>	Error! Bookmark not defined.
4.3. Rendemen Oleoresin Jahe Merah.....	Error! Bookmark not defined.
4.4. Berat Jenis Oleoresin.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP	Error! Bookmark not defined.
5.1. Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2. Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komponen kimia jahe.....	7
Tabel 2.2	Kelebihan dan kekurangan berbagai benuk rempah Jahe.....	8
Tabel 2.3	Standart Mutu berdasarkan <i>Indian Standard : Spesification for Ginger Oleoresin</i>	9
Tabel 2.4	Standart Mutu Oleoresin Jahe menurut <i>The Essential Oil Association of America (EOA)</i>	10
Tabel 2.5	Standart Mutu Oleoresin Jahe menurut LPTI dan BP Kimia Bogor.....	10
Tabel 2.6	Antioksidan Alami yang Terdapat dalam Bahan Pangan.....	14
Tabel 2.7	Intensitas antioksidan berdasarkan nilai IC_{50}	17
Tabel 3.1	Kombinasi Variable Bebas Penelitian.....	27
Tabel 4.1	Hasil IC_{50} Oleoresin Jahe Merah dan Vitamin C.....	35
Tabel 4.2	Aktifitas Antioksidan oleoresin jahe merah dan vitamin C dalam Pencegahan <i>Browning</i> selama 30 menit.....	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rimpang Jahe	5
Gambar 2.2 Struktur Kimia <i>Gingerol</i>	11
Gambar 2.3 Reaksi enzimatis polifenol oksidase	17
Gambar 2.4 Reaksi DPPH dengan Antioksidan	18
Gambar 2.5 Struktur Kimia Vitamin C	19
Gambar 2.6 Reaksi DPPH terhadap Vitamin C	19
Gambar 2.7 Rotary evaporator	25
Gambar 3.1 Rangkaian Alat Ekstraksi	28
Gambar 3.2 Rangkaian Alat Pemisahan Pelarut	28
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.4 Diagram Alir Pre-Treatment Bahan Baku Jahe Merah	29
Gambar 3.5 Diagram Alir Ekstraksi Jahe Merah	30
Gambar 3.6 Diagram Alir Pemurnian Oleoresin Jahe Merah	31
Gambar 3.7 Diagram Alir Prosedur uji antioksidan dengan DPPH	31
Gambar 4.1 Grafik pengaruh kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan dengan aktivitas antioksidan	36
Gambar 4.2 Persentase Uji Organolaptik Vitamin C dan Oleoresin Jahe Merah dalam Menghambat <i>Browning</i>	39
Gambar 4.3 Grafik pengaruh kemurnian etanol serta kecepatan pengadukan terhadap jumlah rendemen	40
Gambar 4.4 Grafik pengaruh kemurnian etanol serta kecepatan pengadukan terhadap berat jenis	41

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Rimpang jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) merupakan salah satu tanaman yang digunakan sebagai obat tradisional. Komponen utama dari jahe merah adalah *6-gingerol* dan *3R,5S-[6]-gingerdiol* yang memberikan rasa pedas dan warna merah (Hernani dan Hayani, 2001).

Pada umumnya jahe merah dijual dalam bentuk segar dan kering. Jika jahe merah dijual dalam bentuk segar maka akan mudah mengalami pembusukan karena adanya kandungan air. Sedangkan jahe kering, khususnya dalam kemasan siap jual memiliki kelemahan senyawa aktifnya rendah. Untuk meminimalisasi hal tersebut, maka jahe merah dapat dijual dalam bentuk olahan, salah satunya adalah oleoresin.

Oleoresin merupakan campuran resin dan minyak atsiri. Oleoresin diperoleh dari ekstraksi menggunakan pelarut organik. Keuntungan oleoresin antara lain lebih higienis, mengandung citarasa seperti komponen aslinya, bebas dari bakteri, dan memiliki waktu penyimpanan yang relatif lebih lama dibandingkan dengan jahe segar. Kandungan oleoresin jahe merah adalah *gingerol*, *shogaols*, protein, zat tepung, vitamin dan beberapa jenis mineral (Winarni, 2005). *Gingerol* pada oleoresin merupakan senyawa antioksidan kelompok fenolik. Salah satu manfaat senyawa antioksidan adalah dapat mencegah terjadinya reaksi pencoklatan (*browning*) pada buah. Dimana, reaksi *browning* sering terjadi pada buah pisang, pear dan apel (Weller dkk., 2007).

Oleoresin diperoleh dengan cara ekstraksi maserasi karena antioksidan (*gingerol*) merupakan senyawa yang sangat mudah untuk terdegradasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi jahe merah antara lain penyimpanan bahan sebelum ekstraksi, jenis pelarut yang digunakan, dan kondisi operasi yang digunakan selama proses ekstraksi berlangsung (Lentera, 2002).

Hasil penelitian yang telah dilakukan Daryono (2008) menunjukkan, jahe emprit yang dikeringkan dengan ukuran 40 mesh diekstraksi menggunakan etanol 70% pada suhu 40°C selama tiga jam dan kecepatan pengadukan 60 rpm merupakan hasil terbaik dengan menghasilkan berat jenis 0,9012 g/cm³, indeks bias 1,4769, rendemen 9,98% dan *gingerol* 33,23%. Penelitian yang dilakukan oleh (Bustan dkk., 2008) mengekstraksi bubuk jahe 125 µm menggunakan pelarut metanol 160 ml dan bubuk jahe 20 gram dengan waktu ekstraksi 3 jam diperoleh hasil terbaik yakni oleoresin

sebesar 1,9188 gram. Penelitian (Prasetyo dkk., 2015) menunjukkan oleoresin terbesar dihasilkan sebesar 7,77% dengan perlakuan rasio dan pelarut 1 : 20 dengan 8 kali sirkulasi.

Untuk mengetahui aktivitas antioksidan oleoresin jahe merah, maka dilakukan penelitian Pengaruh Kemurnian Etanol dan Kecepatan Pengadukan pada Aktivitas Antioksidan Oleoresin Jahe Merah (*Zingiber officinale var.rubrum*).

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan pada aktivitas antioksidan oleoresin jahe merah dengan metode DPPH dan proses penghambatan *browning* pada buah apel ?
2. Bagaimana pengaruh kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan terhadap rendemen dan berat jenis oleoresin jahe merah ?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian yang dilakukan untuk memfokuskan penelitian, yaitu:

1. Jenis jahe yang digunakan adalah *Zingiber officinale var.rubrum* yang diperoleh di Pasar di Desa Munggon Kecamatan Tarik Kabupaten Sidoarjo.
2. Jahe yang digunakan telah mengalami penyimpanan selama beberapa minggu sebelum sampai ke tangan konsumen.
3. Pelarut yang digunakan adalah etanol teknis 96%.
4. Proses ekstraksi oleoresin jahe merah dilakukan dengan metode maserasi.
5. Maserasi dilakukan dengan pemanasan dan pengadukan.
6. Apel yang digunakan untuk uji *browning* adalah apel Malang yang dijual di Istana Buah, Belimbing, Malang.
7. Vitamin C yang digunakan merek IPI.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan pada aktivitas antioksidan oleoresin jahe merah dengan metode DPPH dan proses penghambatan *browning* pada buah apel.
2. Mengetahui pengaruh kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan terhadap rendemen dan berat jenis oleoresin jahe merah.

1.5. Manfaat atau Kegunaan

1.5.1. Bagi Peneliti

1. Penelitian yang telah dilakukan diharapkan dapat menambah wawasan dan ilmu pengetahuan bagi peneliti.
2. Dapat mengembangkan potensi dan meningkatkan nilai tambah pada tanaman jahe khususnya jahe merah.
3. Dapat memaksimalkan potensi tanaman jahe khususnya jahe merah.
4. Dapat mengaplikasikan ilmu pengetahuan dan teori yang telah dipelajari dibangku kuliah.

1.5.2. Bagi Pembaca

1. Dari penelitian yang telah dilakukan diharapkan dapat memberikan tambahan informasi dan wawasan bagi para pembaca.
2. Dapat memotivasi untuk meningkatkan potensi kekayaan hayati yang dimiliki.
3. Memberikan informasi mengenai manfaat dan kandungan yang terdapat pada jahe merah.

1.5.3. Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan

1. Memberikan informasi mengenai faktor faktor yang memengaruhi ekstraksi jahe khususnya jahe merah.
2. Memberikan informasi mengenai kandungan antioksidan yang ada pada jahe merah.

Memberikan informasi untuk memaksimalkan potensi jahe merah agar dapat dimanfaatkan secara maksimal.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jahe

Tanaman jahe (*Zingiber officinale*) telah lama dikenal baik di negara kita. Jahe merupakan salah satu rempah-rempah penting. Tanaman jahe berasal dari Asia Tenggara yang dikenal sebagai rimpang berbau harum dan terasa pedas. Bentuk dari rimpang jahe dapat dilihat pada gambar 2.1.

Adapun klasifikasi tanaman jahe adalah sebagai berikut: (Kurniasari, 2008)

Divisi	: Spermatophyta
Sub-divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Zingiberales
Famili	: Zingiberaceae
Genus	: Zingiber
Species	: Zingiber officinale



Gambar 2.1 Rimpang Jahe

(Sumber : Setyaningrum, 2013)

Jahe tergolong tanaman herbal, tegak, dapat mencapai ketinggian 40 – 100 cm dan dapat berumur tahunan. Batangnya berupa batang semu yang tersusun dari helaian daun yang pipih memanjang dengan ujung lancip. Bunganya terdiri dari tandan bunga yang berbentuk kerucut dengan kelopak berwarna putih kekuningan. Akarnya sering disebut rimpang jahe berbau harum dan berasa pedas. Rimpang bercabang tak teratur, berserat kasar, menjangar mendatar. Bagian dalam berwarna kuning pucat (Kurniasari, 2008).

Tanaman jahe di Indonesia rata-rata berbentuk batang lebih tinggi dari 1 meter.

Seluruh batangnya tertutup oleh kelopak daun yang memanjang dan melingkari batang.

Daunnya berbentuk langsung. Bunga jahe berbentuk malai, bertangkai panjang dan tampak sebagai susunan kelopak bunga. Disetiap kelopak bunga yang hijau warnanya tumbuh bunga berwarna kuning bertitik ungu (Rismunandar, 1996).

Rimpang induk tanaman jahe membentuk cabang-cabang ke semua arah dan dapat membentuk dua lapis bertumpang tindih. Ranting-ranting rimpang yang berada di bagian atas dapat tumbuh membentuk batang baru. Bentuk rimpang pada umumnya gemuk agak pipih dan berkulit mudah dikelupas (Rismunandar, 1996).

2.1.1. Macam-Macam Jahe

Jahe dibedakan menjadi 3 jenis berdasarkan ukuran, bentuk dan warna rimpangnya. Umumnya dikenal 3 varietas jahe, yaitu : (Kurniasari, 2008)

1) Jahe putih/kuning besar atau disebut juga jahe gajah atau jahe badak

Rimpangnya lebih besar dan gemuk, ruas rimpangnya lebih menggembung dari kedua varietas lainnya. Jenis jahe ini bisa dikonsumsi baik saat berumur muda maupun berumur tua, baik sebagai jahe segar maupun jahe olahan. Jahe gajah biasanya memiliki diameter 8,47 – 8,50 cm, aroma kurang tajam, tinggi dan panjang rimpang 6,20 – 11,30 dan 15,83 – 32,75 cm, warna daun hijau muda, batang hijau muda dengan kadar minyak atsiri didalam rimpang 0,82 – 2,8%.

2) Jahe putih/kuning kecil atau disebut juga jahe sunti atau jahe emprit

Ruasnya kecil, agak rata sampai agak sedikit menggembung. Jahe ini selalu dipanen setelah berumur tua. Kandungan minyak atsirinya lebih besar dari pada jahe gajah, sehingga rasanya lebih pedas, disamping seratnya tinggi.

Jahe ini cocok untuk ramuan obat-obatan, atau untuk diekstrak oleoresin dan minyak atsirinya. Jahe putih kecil (*Z. officinale* var. *amarum*) mempunyai rimpang kecil berlapis-lapis, aroma tajam, berwarna putih kekuningan dengan diameter 3,27 – 4,05 cm, tinggi dan panjang rimpang 6,38 – 11,10 dan 6,13 – 31,70 cm, warna daun hijau muda, batang hijau muda dengan kadar minyak atsiri 1,50 – 3,50%.

3) Jahe merah

Rimpangnya berwarna merah dan lebih kecil dari pada jahe putih kecil. sama seperti jahe kecil, jahe merah selalu dipanen setelah tua, dan juga memiliki kandungan minyak atsiri yang sama dengan jahe kecil, sehingga cocok untuk ramuan obat-obatan. Jahe merah (*Z. officinale* var. *rubrum*)

mempunyai rimpang kecil berlapis, aroma sangat tajam, berwarna jingga muda sampai merah dengan diameter 4,20 – 4,26 cm, tinggi dan panjang rimpang 5,26 – 10,40 cm dan 12,33 – 12,60 cm, warna daun hijau muda, batang hijau kemerahan dengan kadar minyak atsiri 2,58 – 3,90%.

2.1.2. Manfaat Jahe

Secara umum jahe banyak dimanfaatkan sebagai bumbu masak, pemberi aroma dan rasa pada makanan seperti roti, kue, biscuit, kembang gula dan berbagai minuman. Jahe juga digunakan dalam industri obat, minyak wangi dan jamu tradisional. Jahe muda dimakan sebagai lalapan, diolah menjadi asinan dan acar (Kurniasari, 2008). Produk olahan jahe seperti oleoresin dan minyak atsiri secara khusus diperlukan dalam peningkatan aroma hasil-hasil kosmetika, sabun detergen, parfum, dan sebagainya. Pengembangan teknologi jahe dan penggunaan hasil olahannya (minyak dan oleoresin jahe) tetap akan berkembang (Rismunandar, 1996).

2.2. Komponen Kimia Jahe

Komponen kimia rimpang jahe menentukan aroma dan tingkat kepedasan jahe. Beberapa faktor yang mempengaruhi komponen kimia jahe antara lain ; jenis jahe, tanah sewaktu jahe ditanam, umur rimpang jahe saat dipanen, pengolahan rimpang jahe dan ekosistem tempat jahe berada (Rismunandar, 1996). Komponen kimia jahe ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komponen Kimia Jahe

Kompoenen kimia Jahe	Persentase
Minyak esensial	1-2,7 %
Ekstrak aseton	3,9 – 9,3%
Serat Kasar	4,8 – 9,8 %
Pati	40,4 – 59 %

(Sumber : Natarajam dkk., 1972)

Rimpang jahe juga mengandung senyawa fenolik. Beberapa komponen bioaktif dalam ekstrak jahe antara lain *gingerol*, *shogaol*, *diarilheptanoid* dan *curcumin*. Adanya kandungan *gingerol* dan *shogaol* menyebabkan adanya rasa pedas pada jahe. Yang membedakan jahe merah dengan jahe lainnya adalah adanya komponen fenol [*6-gingerol*] dan *3R,5S-[6]-gingerdiol* yang memberikan warna

merah dan rasa pedas pada jahe. Pada produk olahan jahe salah satunya adalah oleoresin mengandung 33% *gingerol*. (Winarni,2005).

2.2.1. Oleoresin

Jahe dapat dikembangkan menjadi olahan salah satunya adalah oleoresin.

Putri dan Febrianto (2006) menyatakan, Oleoresin merupakan campuran minyak atsiri dan resin pembawa aroma dan rasa. Oleoresin memiliki bentuk pasta. Oleoresin dapat diperoleh dari beberapa jenis rempah-rempah misalnya seledri, lombok rawit, cengkeh, jahe, merica, kuyit dan sebagainya.

Terdapat beberapa jenis rempah yang lainnya dengan komponen warna dan karakteristi kelarutan serta kestabilan yang berbeda. Intesnsitas warna yang dihasilkan rempah dapat diatur dengan mempertimbangkan beberapa kondisi sebagai berikut :

(Putri dan Febrianto, 2006)

- a) Jenis pelarut. Karena terdapatnya komponen atsiri pada rempah yang bersifat larut dalam air atau larut dalam minyak, maka diperlukan pemilihan pelarut yang sesuai.
- b) pH,
- c) Keberadaan ion logam
- d) Pengaturan suhu pemanasan
- e) Keberadaan oksigen dan sinar ultraviolet

Rempah kering yang diproses lebih lanjut menggunakan pelarut, akan menghasilkan produk yang disebut ekstrak rempah. Ekstrak rempah terdiri dari minyak yang volatile dan non-volatile. Dimana perbandingan konsentrasi keduanya akan menentukan karakteristik *flavor* rempah tersebut.

Bagian yang bersifat volatile dari rempah adalah minyak atsiri yang merupakan komponen dominan penghasil aroma. Sedangkan komponen non volatilnya adalah minyak tidak volatile, gum, resin, antioksidan dan senyawa hidrofilik, yang berkontribusi terhadap rasa rempah.

Kelebihan dan kekurangan berbagai benuk rempah ditampilkan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Kelebihan dan kekurangan berbagai benuk rempah

Bentuk Rempah	Kelebihan	Kekurangan
---------------	-----------	------------



Rempah segar	Flavor lebih segar Melepaskan flavor secara perlahan pada suhu tinggi Aman	Variasi flavor dan warna dalam penggunaan Umur simpan pendek Tidak stabil pada suhu tinggi
Bentuk Rempah	Kelebihan	Kekurangan Ketersediaan terbatas Intensitas aroma kurang Membutuhkan <i>space</i> ruang penyimpanan
Rempah Kering	Proses mudah Umur simpan lebih panjang Mudah penanganan Intensitas rasa lebih tinggi dibanding segar	Kurang beraroma Flavor dan rasa sedikit berubah Hilangnya senyawa volatile pada suhu tinggi
Ekstrak rempah	Flavor dan rasa terstandarisasi Kenampakan yang seragam Konsentrasi Penggunaan rendah Terjamin kesediaanya	Harga mahal

(Sumber : Putri dan Febrianto, 2006)

Beberapa standar mutu dari oleoresin jahe dapat dilihat pada tabel 2.3 sampai dengan tabel 2.5

Tabel 2.3 Standart Mutu berdasarkan *Indian Standard : Spesification for Ginger*

<i>Oleoresin</i>	
Karakteristik	Standar Mutu
Minyak atsiri (%)	16 – 35 (v/m)
Specific gravity at 30oC	0,8640 – 0,9759
Putaran Optik	30 – 60°
Kandungan gingerol (% massa)	15
Penampakan dan bau	Coklat tua atau coklat kemerahan, aroma jahe kering

(Sumber : Bureau of Indian Standards, 1984)

Tabel 2.4 Standart Mutu Oleoresin Jahe menurut *The Essential Oil Association of America (EOA)*

Karakteristik	Standar Mutu
Penampakan dan bau	Coklat tua, kental sekali dengan aroma khas jahe
Kadar minyak atsiri	18-35 ml/100 g
Indeks bias	1,4880-1,4970
Putaran optil	(-30°)-(60°)
Kelarutan	Alkohol : larut dengan ada endapan Benzyl benzoal : larut dalam semua perbandingan Fixed oil : agak larut dalam <i>fixed oil</i> Glyserin : tidak larut Minyak mineral : tidak larut Propilen glikol : tidak larut

(Sumber : Lentera, 2002)

Tabel 2.5 Standart Mutu Oleoresin Jahe menurut LPTI dan BP Kimia Bogor

Karakteristik	Standar Mutu
Minyak atsiri (%)	1,5-3,2
Berat jenis (gr/ml)	0,8910-0,9160
Indeks bias	1,4679-14901
Penampakan dan bau	Coklat tua, kental sekali dengan aroma jahe

(Sumber : Daryono, 2008)

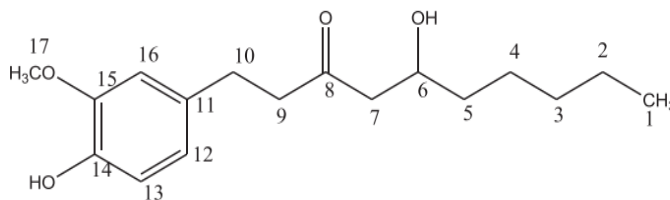
Oleoresin jahe umumnya diekstraksi menggunakan pelarut alkohol, karena didalam oleoresin jahe mengandung komponen aktif yang bersifat polar salah satunya adalah *gingerol* dan alkohol merupakan senyawa polar. Karena memiliki sifat yang sama-sama polar akan memudahkan komponen aktif tersebut untuk larut dalam alkohol. Alkohol juga tidak beracun dan tidak berbahaya (Lentera, 2002). Menurut Pamungkas dkk (2007) kandungan senyawa fenol (*gingerol*) pada oleoresin jahe segar sebesar 6,9%.

Sedangkan komponen fenol oleoresin jahe yang telah disimpan 15 hari mengalami penurunan menjadi 5,5%, sedangkan 30 hari menjadi 4,4%. Komponen fenol pada oleoresin jahe merah sebesar 30%, dimana didalam komponen fenol tersebut terdapat

95% senyawa *6-gingerol* (Monteiro, 1997). Komponen fenol pada jahe merah mulai stabil pada usia 8 bulan. Pada usia dibawah 8 bulan, kandungan fenol pada jahe akan terus mengalami peningkatan (Setyo dkk., 2009)

2.2.2. Gingerol

Senyawa aktif yang terdapat pada oleoresin jahe adalah *gingerol*. *Gingerol* sangat rentan terhadap dekomposisi termal, sehingga ekstraksi gingerol dari rimpang jahe segar dilakukan pada suhu rendah. *Gingerol* merupakan senyawa volatil dan tidak dapat larut dalam air. Rumus kimia *gingerol* yakni $C_{17}H_{26}O_4$. Memiliki fase padat (*crystalline solid*), larut dalam etanol, kelarutan dalam etanol sebesar 30 mg/ml, merupakan senyawa yang stabil (Anonim, 2014). *Gingerol* lebih banyak terkandung dalam jahe segar dibandingkan pada jahe kering, karena *gingerol* merupakan senyawa yang labil terhadap panas, baik selama penyimpanan maupun selama pemrosesan (Chrubasik, 2005). Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Puengphian dan Sirichote (2008) menunjukkan adanya penurunan kadar *gingerol* setelah dilakukan pemanasan pada suhu $55 \pm 2^\circ C$ selama 11 jam. *6-gingerol* yang terkandung pada jahe segar sebesar 21,15 mg/ml namun setelah dilakukan pemanasan kandungan *6-gingerol* yang terkandung pada jahe kering sebesar 18,81 mg/ml. Struktur kimia dari *gingerol* ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur Kimia Gingerol

(Sumber : Gan dkk., 2005)

Manfaat dari *gingerol* antara lain dapat digunakan untuk modifikasi pati. Pati yang dimodifikasi dengan menggunakan *gingerol* menghasilkan *cooss-lonking* yakni mengikat silangkan rantai karbon pati yang dapat memperkuat ikatan hidrogen dalam molekul pati. Manfaat lain dalam bidang pengobatan antara lain sebagai obat penyembuh kanker, meredakan sakit kepala sebelah (*migrain*), mengurangi mual-mual, dan dapat menghilangkan bercak putih pada kulit (Yavuz, 2003).

2.2.3. Antioksidan

2.2.3.1. Pengertian Antioksidan

Gingerol pada oleoresin merupakan salah satu komponen antioksidan yang terkandung dalam oleoresin jahe merah. Pengertian antioksidan adalah suatu senyawa yang pada konsentrasi rendah secara signifikan dapat menghambat atau mencegah oksidasi substrat dalam reaksi rantai (Halliwell dan Whitemann, 2004; Leong dan Shui, 2002). Antioksidan dapat melindungi sel-sel dari kerusakan yang disebabkan oleh molekul tidak stabil yang dikenal sebagai radikal bebas. Antioksidan dapat mendonorkan elektronnya kepada molekul radikal bebas, sehingga dapat menstabilkan radikal bebas dan menghentikan reaksi berantai. Contoh antioksidan antara lain β -karoten, likopen, vitamin C, vitamin E (Sies, 1997).

Beberapa bentuk radikal bebas yang berbahaya adalah asap rokok, polusi udara, pestisida, obat-obatan dan radiasi UV. Kemampuan menahan sinar ultraviolet dari tabir surya dinilai dalam faktor proteksi sinar (*Sun Protecting Factor/SPF*) yaitu perbandingan antara waktu yang diperlukan untuk menimbulkan eritema pada kulit yang diolesi oleh tabir surya dengan yang tidak diolesi (Wasitaatmadja, 1997). Pada penelitian Wungkara (2013), antioksidan bongol jagung sebesar 73,65 mg/ml dengan konsentrasi 0,5 mg/ml, dapat menghasilkan nilai SPF sebesar 33,80.

Antioksidan dikelompokkan menjadi antioksidan enzim dan vitamin. Antioksidan enzim meliputi *superoksida dismutase* (SOD), katalase dan *glutathion peroxidases* (GSH.Prx). Antioksidan vitamin meliputi *alfa tokoferol* (vitamin E), beta karoten dan *asam askorbat* (vitamin C). Antioksidan vitamin lebih populer sebagai antioksidan dibandingkan enzim. Antioksidan yang termasuk ke dalam vitamin dan fitokimia disebut flavonoid. Flavonoid memiliki kemampuan untuk meredam molekul tidak stabil yang disebut radikal bebas. Para peneliti di *the U.S. Department of Agriculture's* (USDA's) *Arkansas Children's Nutrition Center in Little Rock* melakukan studi perbandingan antara buah kiwi, anggur merah dan stroberi, hasil menunjukkan antioksidan dalam buah kiwi adalah yang paling mudah dimetabolisme dan diserap ke dalam aliran darah.

2.2.3.2. Klasifikasi Antioksidan

Berdasarkan sumbernya antioksidan dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetik.

a. Antioksidan Alami

Antioksidan adalah zat yang dapat mencegah atau menghambat proses oksidasi sehingga membentuk senyawa yang lebih stabil. Antioksidan golongan polifenol adalah kelompok yang paling banyak terdapat dalam buah-buahan, sayuran, tanaman polongan, biji-bijian, teh, rempah-rempah dan anggur (Horubała, 1999; Borowska, 2003). Berikut adalah pengelompokan antioksidan primer (Hurrell, 2003):

1. Antioksidan mineral adalah kofaktor antioksidan enzim. Keberadaannya mempengaruhi metabolisme makromolekul kompleks seperti karbohidrat.
Contoh : selenium, tembaga, besi, seng dan mangan.
2. Antioksidan vitamin , dibutuhkan untuk fungsi metabolisme tubuh. Contoh: vitamin C, vitamin E, vitamin B.
3. Fitokimia adalah senyawa fenolik, yang bukan vitamin maupun mineral. Senyawa yang termasuk ke dalam golongan fitokimia adalah senyawa flavonoid. Flavonoid adalah senyawa fenolik yang memberi warna pada buah, biji-bijian, daun, bunga dan kulit. Sebagai contoh katekin adalah senyawa antioksidan paling aktif pada teh hijau dan hitam, karotenoid adalah zat warna dalam buah-buahan dan sayuran, β -karoten terdapat pada wortel dapat dikonversi menjadi vitamin A, likopen banyak terdapat dalam tomat dan zeaxantin banyak pada bayam.

b. Antioksidan Sintetik

Senyawa antioksidan sintetik memiliki fungsi menangkap radikal bebas dan menghentikan reaksi berantai (Hurrell, 2003), berikut adalah contoh antioksidan sintetik: *Butylated hydroxyl anisole* (BHA), *Butylated hydroxyrotoluene* (BHT), *Propyl gallate* (PG) dan *metal chelating agent* (EDTA), *Tertiary butyl hydroquinone* (TBHQ), *Nordihydro guaretic acid* (NDGA). Antioksidan utamapada saat ini digunakan dalam produk makanan adalah monohidroksi atau polihidroksi senyawa fenol dengan berbagai substituen pada cincin (Hamid dkk., 2010)

2.2.3.3. Karakteristik Antioksidan Rempah

Komponen dalam rempah yang berperan sebagai antioksidan adalah kelompok senyawa fenolik dan terpen yang spesifik pada beberapa jenis

rempah. Jenis rempah yang memiliki fungsi sebagai antioksidan adalah rosemary, kunyit, cengkeh, oregano, sage, pala, minyak wijen dan jahe dengan intensitas penghambatan yang berbeda. Beberapa jenis rempah dan komponen yang berperan sebagai antioksidan didalamnya dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Antioksidan Alami yang Terdapat dalam Bahan Pangan

No	Komponen Antioksidan	Bahan Pangan
1	Amin biogen	Antioksidan berdasarkan fungsi amin dan fenol
2	Fenol : Tirosol, Hidroksitirosol Vanilin, Asam panilat, Timol, Kalpakrol, Gingerol, Zingeron	Olive oil, Panili, Minyak atsiri tyme, Minyak jahe, Jahe
3	Polivenol : Flavonoid, Flavon, Flavanol, Heterosida, flavonoat, Kalkon auron, Boflavonoid	- Efektifitas sebagai antioksidan tergantung pada derajat dan posisi OH - Pigmen sayuran terdapat dalam kultukul poliar dan epidermik daun
4	Tamin : Asam galat, asam elagat, Proatosianidol	- Digunakan dalam industri atau fitoterapi - Minuman anggur

(Sumber : Putri dan Febrianto, 2006)

2.2.3.4. Mekanisme Antioksidan

Secara umum mekanisme antioksidan dalam menghambat oksidasi atau menghentikan reaksi berantai pada radikal bebas dari lemak yang teroksidasi, dapat disebabkan oleh empat macam mekanisme reaksi (Ketoren, 1986) :

1. Pelepasan hidrogen dari antioksidan
2. Pelepasan elektron dari antioksidan
3. Adisi lemak kedalam cincin aromatik pada antioksidan
4. Pembentukan senyawa kompleks antara lemak dan cincin aromatik dari antioksidan.

Berdasarkan mekanismenya antioksidan digolongkan menjadi dua yakni antioksidan primer dan sekunder. Mekanisme antioksidan primer adalah sebagai pemberi atom hidrogen. Antioksidan (AH) yang memiliki fungsi utama disebut antioksidan primer. Senyawa ini memberikan atom hidrogen secara cepat ke radikal lipida (R^* , ROO^*) atau mengubahnya dalam bentuk yang lebih stabil, sementara radikal antioksidan (A^*) tersebut memiliki keadaan lebih stabil dibanding radikal lipida (Gordon, 1990). Sedangkan mekanisme antioksidan sekunder adalah dengan memotong reaksi oksidasi (Winarsi, 2007). Antioksidan sekunder bekerja dengan menghambat *reactive oxygen species* (ROS), seperti enzim katalase, peroksidase, superoksida dismutase dan transferin. (Ou Huang dkk., 2002). Contoh antioksidan sekunder antara lain, vitamin A, vitamin C, karoten, flavoboid, Asam urat, bilirubin dan albumin (Winarsi, 2007)

Penambahan antioksidan (AH) primer konsentrasi rendah pada lipida dapat menghambat atau mencegah reaksi autooksidasi lemak dan minyak dengan menghalangi reaksi oksidasi pada tahap inisiasi maupun propagasi. Radikal antioksidan (A^*) yang terbentuk pada reaksi tersebut relatif stabil dan tidak mempunyai cukup energi untuk dapat bereaksi dengan molekul lipida lain membentuk radikal lipida baru (Gordon, 1990). Radikal antioksidan dapat saling beraksi membentuk produk nonradikal (Hamilton, 1983).



Radikal lipida



(Sumber : Gordon, 1990)

Besar antioksidan yang ditambahkan berpengaruh pada laju oksidasi. Pada konsentrasi tinggi, maka aktivitas antioksidan dalam grup fenolik akan berkurang bahkan menjadi prooksidan. Pengaruh jumlah konsentrasi pada laju oksidasi tersebut juga bergantung pada struktur antioksidan, kondisi dan sampel yang dikaji. Reaksi tersebut sebagai berikut :



(Sumber : Gordon, 1990)

Faktor yang mempengaruhi penurunan kualitas antioksidan antara salah satunya adalah sampel yang kurang murni. Wikanta dkk (2005) yang menyatakan bahwa, rendahnya aktifitas antioksidan dapat dikarenakan adanya zat pengotor dalam ekstrak tersebut.

2.2.3.5. Uji Antioksidan

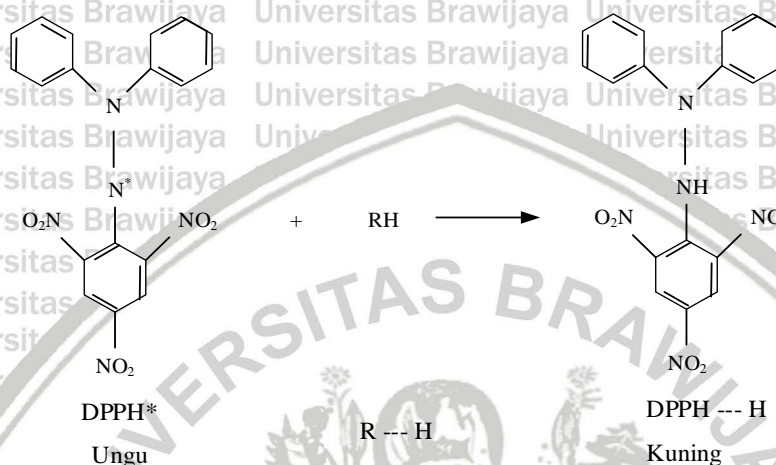
Aktivitas antioksidan yang terkandung dalam oleoresin jahe dapat di uji dengan berbagai metode. Beberapa metode uji aktivitas antioksidan adalah tiosianat, penentuan nilai peroksida, DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*). Metode tiosianat merupakan pengukuran aktivitas antioksidan berdasarkan daya penghambat terbentuknya senyawa-senyawa radikal yang bersifat reaktif. Metode penentuan nilai peroksida suatu ekstrak tumbuhan menunjukkan kemampuan ekstrak untuk menghambat laju oksidasi lemak, kemampuan suatu ekstrak untuk menghambat laju oksidasi yang diindikasikan dengan nilai peroksida suatu ekstrak kemungkinan dapat dimanfaatkan sebagai suatu bahan yang dapat bersifat antioksidan. Metode DPPH merupakan metode untuk menganalisis senyawa antioksidan yang larut dalam pelarut organik khususnya alkohol. (Hanani dkk., 2007).

Metode DPPH merupakan metode yang cepat, sederhana, dan tidak membutuhkan biaya tinggi dalam menentukan kemampuan antioksidan mengungkana radikal bebas DPPH. Metode ini sering digunakan untuk menguji senyawa yang berperan sebagai *free radical scavengers* atau donor hidrogen dan mengevaluasi aktivitas antioksidannya, serta mengkuantifikasi jumlah kompleks radikal-antioksidan yang terbentuk. Metode DPPH dapat digunakan untuk sampel yang berupa padatan maupun cairan (Prakash dkk., 2001).

Evaluasi aktivitas antioksidan dengan metode metode DPPH bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu senyawa dalam menangkap senyawa radikal bebas atau kemampuannya sebagai senyawa antioksidan. Prinsip reaksi metode ini adalah DPPH akan tereduksi oleh proses donasi hidrogen atau elektron sehingga terjadi perubahan warna dari ungu menjadi kuning. Perubahan warna tersebut ditunjukkan dengan adanya penurunan absorbansi DPPH. Semakin besar penurunan absorbansi DPPH maka semakin kuat pula aktivitas antioksidan yang terkandung didalam sampel (Dris dan Jain, 2004). Proses perubahan warna larutan DPPH akibat reaksi dengan antioksidan dapat dilihat pada gambar 2.3.

Parameter yang digunakan untuk mengetahui besarnya kemampuan antioksidan suatu senyawa adalah IC_{50} . Nilai IC_{50} merupakan konsentrasi senyawa antioksidan yang dibutuhkan untuk mengurangi radikal DPPH sebesar 50%.

Semakin kecil nilai IC_{50} maka semakin reaktif *gingerol* sebagai senyawa penangkap radikal DPPH. Reaksi DPPH dengan senyawa antioksidan adalah sebagai berikut (Pisoschi dkk., 2009) :



Gambar 2.3 Reaksi DPPH dengan Antioksidan

(Sumber : Schwarz dkk., 2009)

Intensitas antioksidan berdasarkan nilai IC_{50} yang dihasilkan dapat digolongkan sesuai kekuatan yang dimiliki dapat dilihat pada tabel 2.7

Tabel 2.7 Intensitas antioksidan berdasarkan nilai IC_{50}

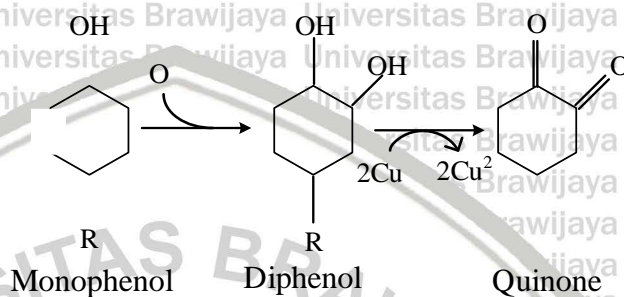
Intensitas Antioksidan	Nilai IC_{50} (mg/ml)
Sangat kuat	< 0,05
Kuat	0,05 – 0,1
Sedang	0,1 – 0,25
Lemah	0,25 – 0,5
Sangat Lemah	>0,5

(Sumber : Praditasari, 2015)

2.2.3.6. Browning

Browning merupakan proses oksidasi yang sering terjadi pada buah pisang, pear dan apel. Dampak merugikan yang timbulkan akibat *browning* pada buah yakni dapat mengurangi kualitas produk bahan pangan segar sehingga menurunkan nilai ekonomisnya. Pencoklatan (*browning*) pada buah terjadi akibat proses

enzimatik oleh *polifenol oksidase*. Enzim polifenol tersebut akan mudah teroksidasi dengan adanya oksigen membentuk senyawa radikal *orto-quinon*. Karena enzim *polifenol oksidase* memiliki gugus Cu sebagai kofaktor sehingga dapat mengkatalisis pengikatan molekul oksigen dalam posisi *orto*, membentuk gugus hidroksil pada cincin aromatik yang diikuti oleh proses oksidasi diphenol menjadi *quinone* (Kaviya, 2012). Reaksi enzimatik *polifenol oksidase* ditunjukkan pada gambar 2.4:



Gambar 2.4 Reaksi enzimatik polifenol oksidase

(Sumber : Queiroz dkk., 2008)

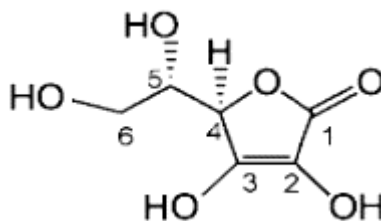
Pencegahan browning salah satunya dapat dilakukan dengan cara pengurangan oksigen atau penggunaan antioksidan, misalnya penggunaan vitamin C ataupun senyawa sulfid. Antioksidan dapat mencegah oksidasi komponen-komponen *quinon* berwarna gelap. Sulfid dan vitamin C dapat menghambat enzim fenolase pada konsentrasi 1 ppm secara langsung. Mekanisme penghentian rantai reaksi oksidatif menurut Hernani (2005) adalah sebagai berikut :

- Dengan adanya elektron pada radikal peroksi.
- Dengan donasi atau hydrogen pada radikal peroksi.
- Dengan adisi pada radikal peroksi sebelum atau sesudah terjadi oksidasi parsial.
- Berkaitan dengan radikal hydrogen, bukan radikal peroksi.

2.2.3.7. Vitamin C

Vitamin C atau Ascorbic acid memiliki rumus kimia $C_6H_8O_6$, memiliki fase solid (*crystals solid*), berat molekul vitamin C sebesar 176,13 g/mole, memiliki warna putih hingga kuning, dan bersifat larut dalam air, dalam keadaan kering vitamin C bersifat cukup stabil, namun apabila dalam keadaan larut, vitamin C

mudah rusak karena bersentuhan dengan udara (oksidasi) terutama apabila terkena panas (Anonim, 2013). Struktur kimia vitamin C ditunjukkan pada gambar 2.5.

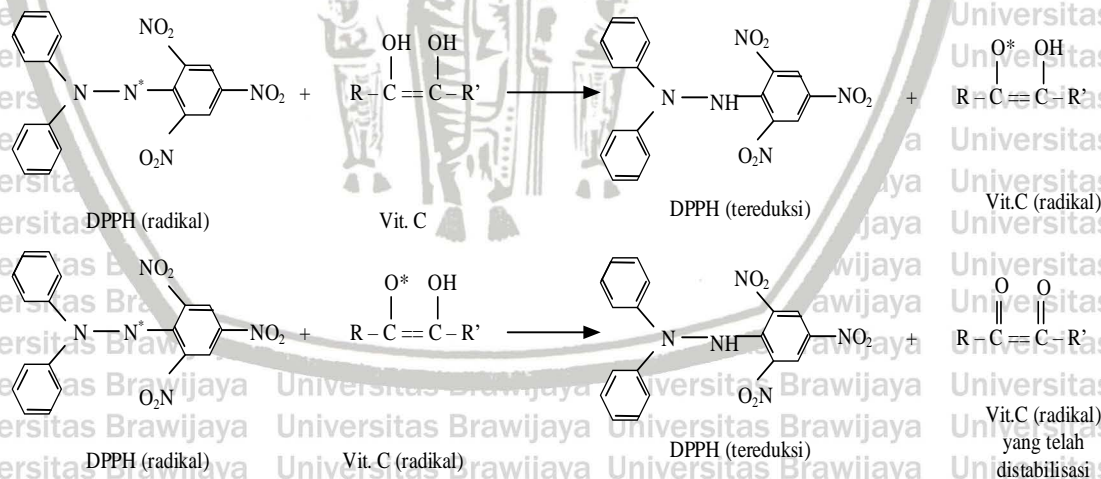


(1) L-Ascorbic acid

Gambar 2.5 Struktur Kimia Vitamin C

(Sumber : Kirk Oth,er, Encylopedia of Chemical Technology)

Vitamin C dalam tubuh berfungsi sebagai antioksidan yang membantu menjaga kolagen protein jaringan ikat, melindungi dari infeksi dan membantu menyerap zat besi. Vitamin C merupakan salah satu antioksidan sekunder yang memiliki kemampuan menangkap radikal bebas dan mencegah terjadinya reaksi berantai. Berbagai penelitian aktivitas antioksidan telah dilakukan salah satunya adalah kemampuan vitamin C dalam meredam radikal bebas dengan menggunakan metode DPPH. Berikut adalah reaksi antara DPPH dengan Vitamin C yang ditunjukkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Reaksi DPPH terhadap Vitamin C

(Sumber : Nishizawa dkk., 2005)

2.3. Ekstraksi

Ekstraksi adalah pemisahan satu atau beberapa bahan dari suatu padatan atau cairan. Pemilihan metode ekstraksi tergantung pada sifat bahan dan senyawa yang

akan diisolasi. Metode ekstraksi yang sering dilakukan dengan kualitas hasil yang cukup baik adalah ekstraksi menggunakan pelarut. Setelah bahan yang diekstrak telah kontak dengan pelarut, pelarut akan menembus kapiler-kapiler dalam bahan padat dan melarutkan ekstrak. Dengan cara difusi akan terjadi keseimbangan konsentrasi larutan didalam dan luar bahan (Putri dan Febrianto, 2006).

Ekstraksi terdiri dari beberapa tahapan, yaitu penyiapan bahan sebelum diekstraksi, pemilihan pelarut maupun penentuan kondisi proses ekstraksi serta proses pemisahan pelarut dari ekstrak. Dari tahapan tersebut yang berperan dalam penentuan kualitas ekstrak yang dihasilkan adalah pemilihan pelarut maupun penentuan kondisi selama pelarutan. (Putri dan Febrianto, 2006)

Proses ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut (Lentera, 2002):

1. Penyimpanan bahan sebelum ekstraksi.
2. Jenis pelarut yang digunakan.
3. Metode yang digunakan dan kondisi selama proses ekstraksi berlangsung.
4. Proses pemisahan pelarut dari hasil ekstraksi.

Selain itu menurut Putri dan Febrianto (2006) faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi antara lain :

1. Ukuran Bahan

Ukuran bahan sangat mempengaruhi proses ekstraksi karena akan menentukan tingkat kemudahan bahan untuk kontak dengan pelarutnya. Tingkat kehalusan bahan yang sesuai akan dapat menghasilkan proses ekstraksi yang lebih cepat dan sempurna. Proses pengecilan ukuran yang terlalu halus malah akan mempersulit proses penyulingan minyak atsiri karena akan menimbulkan stagnasi/pemampatan sehingga minyak atsiri tidak dapat keluar secara maksimal dan oleoresin sulit turun (Putri dan Febrianto, 2006).

2. Jenis dan Konsentrasi Pelarut

Menurut Somaatmadja (1981), ada dua pertimbangan utama dalam memilih jenis pelarut, yaitu pelarut harus mempunyai daya melarutkan yang tinggi dan pelarut tidak berbahaya dan tidak beracun. Pelarut yang sering digunakan dalam proses ekstraksi adalah aseton, etil diklorida, etanol, heksan, isopropil alkohol dan metanol (Perry, 1984). Dari pelarut tersebut Somaatmadja (2006), menyatakan bahwa etilen diklorida merupakan pelarut yang banyak digunakan. Tetapi etanol merupakan pelarut yang paling aman. Hal ini juga didukung oleh Putri dan Febrianto (2006)

menyatakan bahwa etanol merupakan pelarut yang lebih baik untuk mengekstrak oleoresin jahe dibandingkan aseton.

Konsentrasi pelarut juga akan mempengaruhi sifat-sifat oleoresin yang diperoleh. Menurut Putri dan Febrianto (2006) menggunakan pelarut alkohol dengan kadar dibawah 35% akan menyebabkan terekstraknya gum, sehingga akan mempersulit perklorasi dan penyaringan pada tahap selanjutnya. Sedangkan menggunakan alkohol dengan kadar diatas 70% akan menghasilkan ekstrak dengan kandungan *fixed oil* yang tinggi, yang akan mengendap pada bagian ekstrak dan tidak akan larut jika diencerkan pada konsentrasi normal. Selain konsentrasidan kepekatan pelarut, perbandingan pelarut dengan bahan juga berpengaruh pada oleoresin yang dihasilkan.

Menurut Putri dan Febrianto (2006) semakin besar perbandingan pelarut dengan bahan, pelarut akan semakin baik. Karena kontak antar partikel dalam bahan pelarut semakin sering. Hasil penelitian Koswara (1995), menunjukkan bahwa perbandingan jahe dan etanol, yang terbaik untuk ekstraksi adalah 1 : 5-6.

Menurut Yuliani (2012) faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi, salah satunya adalah *solvent* atau pelarut, sehingga pelarut yang digunakan harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Pelarut harus dapat melarutkan senyawa volatil dengan cepat dan sempurna, serta dapat melarutkan sedikit zat warna, albumin dan lilin.
- b. Pelarut bersifat inert atau tidak dapat bereaksi dengan komponen bahan yang diekstrak.
- c. Pelarut harus memiliki titik didih yang rendah serta mudah diuapkan tanpa menggunakan suhu yang tinggi.
- d. Pelarut harus mempunyai titik didih yang seragam, jika diuapkan tidak akan tertinggal dalam minyak.
- e. Mudah diperoleh dan harganya murah.
- f. Tidak mudah terbakar.

3. Suhu dan Lama Ekstraksi

Oleoresin yang diperoleh dalam ekstrak juga akan dipengaruhi oleh lama ekstraksi dan suhu proses ekstraksi. Rokhsandi (1999) dalam Putri dan Febrianto (2006), dalam penelitiannya yang menggunakan kisaran suhu 40-60°C, mengemukakan bahwa semakin tinggi suhu ekstraksi akan meningkatkan kadar gula reduksi oleoresin, dan semakin rendah suhu akan meningkatkan rendemen oleoresin.

Menurut Lusianawati (1999), pengaruh yang serupa dengan suhu ditunjukkan pula oleh perlakuan lama waktu ekstraksi. Ekstraksi dengan kisaran waktu 1-3 jam tidak mempengaruhi kadar vanilin tetapi berpengaruh pada rendemennya. Rendemen tertinggi diperoleh dari ekstraksi dengan lama waktu 3 jam. Anam (2000) dalam Putri dan Febrianto (2006), menyatakan bahwa proses ekstraksi 3 jam pada suhu 40°C memberikan perlakuan terbaik dibandingkan dengan lama ekstraksi 1 dan 5 jam, serta 60°C terhadap parameter rendemen, kadar minyak atsiri, indeks bias, dan sisa pelarut.

Ekstrak atau sari adalah material hasil penarikan oleh pelarut air atau pelarut organik dari bahan kering (dikeringkan). Hasil pengekstrakan tersebut kemudian pelarutnya dihilangkan dengan cara penguapan dengan alat evaporator sehingga diperoleh ekstrak kental, jika pelarutnya pelarut organik. Jika digunakan pelarut air maka dilakukan *liofilisasi* dengan *freeze dryer*. Hasil *liofilisasi* adalah serbuk. (Saifudin, 2012).

Jenis-jenis metode ekstraksi yang dapat digunakan antara lain (Seidel, 2006):

1. Perkolasi

Pada metode perkolasi, serbuk sampel dibasahi secara perlahan dalam sebuah perkolator (wadah silinder yang dilengkapi dengan kran pada bagian bawahnya). Pelarut ditambahkan pada bagian atas serbuk sampel dan dibiarkan menetes perlahan pada bagian bawah. Kelebihan dari metode ini adalah sampel senantiasa dialiri oleh pelarut baru. Sedangkan kerugiannya adalah jika sampel dalam perkolator tidak homogen maka pelarut akan sulit menjangkau seluruh area. Selain itu, metode ini juga membutuhkan banyak pelarut dan memakan banyak waktu.

2. Soxhlet

Metode ini dilakukan dengan menempatkan serbuk sampel dalam sarung selulosa (dapat digunakan kertas saring) dalam klonsong yang ditempatkan di atas labu dan di bawah kondensor. Pelarut yang sesuai dimasukkan ke dalam labu dan suhu penangas diatur di bawah suhu *reflux*. Keuntungan dari metode ini adalah proses ekstraksi yang kontinyu, sampel terekstrak oleh pelarut murni hasil kondensasi sehingga tidak membutuhkan banyak pelarut dan tidak memakan banyak waktu.

Kerugiannya adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi karena ekstrak yang diperoleh terus menerus berada pada titik didih.

3. Reflux dan Distilasi Uap

Pada metode reflux, sampel dimasukkan bersama ke pelarut ke dalam labu yang dihubungkan dengan kondensor. Pelarut dipanaskan hingga mencapai titik didih. Uap terkondensasi dan kembali ke dalam labu.

Distilasi uap memiliki proses yang sama dan biasanya digunakan untuk mengekstraksi minyak esensial (campuran berbagai senyawa menguap). Selama pemanasan, uap terkondensasi dan destilat (terpisah sebagai 2 bagian yang tidak saling bercampur) ditampung dalam wadah yang terhubung dengan kondensor. Kerugian dari kedua metode ini adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi.

4. Maserasi

Maserasi adalah proses ekstraksi dengan prinsip pencapaian konsentrasi pada keseimbangan (dengan perendaman). Maserasi merupakan metode sederhana yang paling banyak digunakan. Cara ini sesuai, baik untuk skala kecil maupun skala industri (Agoes, 2007). Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Kerugian utama dari metode maserasi ini adalah memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak, dan besar kemungkinan beberapa senyawa hilang. Selain itu, beberapa senyawa mungkin saja sulit diekstraksi pada suhu kamar. Namun di sisi lain, metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang mudah untuk terdegradasi.

Pengadukan merupakan salah satu alternatif dalam mempercepat proses maserasi. Karena banyaknya waktu yang diperlukan untuk metode ini salah satunya kekurangan dalam metode ini. Kenaikan kecepatan pengadukan akan meningkatkan turbulensi dalam larutan sehingga akan mengakibatkan menipisnya lapisan *film* yang mengelilingi padatan. Dengan menipisnya lapisan *film* tersebut menyebabkan berkurangnya batas lapisan difusi antara solute (zat terlarut) dengan *solvent* (pelarut). Sehingga *solute* yang tertransfer dari permukaan padatan ke *solvent* bertambah besar (Geankoplis, 2003). Semakin besar kecepatan pengadukan maka persentase rendemen yang dihasilkan juga semakin besar (Yuniawati, 2002).

2.3.1. Pelarut (*Solvent*)

Proses maserasi oleoresin jahe merah digunakan pelarut untuk melarutkan senyawa aktif yang ada didalamnya. Pelarut adalah benda cair atau gas yang

melarutkan benda padat, cair atau gas, yang menghasilkan sebuah larutan. Pelarut biasanya memiliki titik didih rendah dan lebih mudah menguap. Untuk membedakan antara pelarut dengan zat yang dilarutkan, pelarut biasanya terdapat dalam jumlah yang lebih besar (Yuliani, 2012).

Pelarut yang digunakan dalam proses maserasi oleoresin jahe merah adalah etanol. Pemilihan pelarut berdasarkan pada sifat polar atau nonpolar bahan aktif yang akan diisolasi. Karena komponen aktif dalam oleoresin jahe merah (*gingerol*) merupakan senyawa polar sehingga digunakan pelarut polar. Salah satunya adalah etanol. Etanol atau ethil alkohol adalah sejenis cairan yang memiliki karakteristik mudah menguap, mudah terbakar, tidak berwarna, memiliki bau yang khas dan mengandung gugus hidroksil dan sering digunakan sebagai pelarut. Etanol memiliki rumus kimia $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$. Memiliki berat molekul 46,07 g/mol, titik didih $78,5^\circ\text{C}$, titik leleh -114°C dan densitas 1,59 g/ml. Larut dalam air dingin atau panas, metanol, dietil eter dan aseton dan bersifat stabil (Anonim, 2013). Putri dan Febrianto (2006), menyatakan bahwa etanol merupakan pelarut yang lebih baik untuk mengekstrak oleoresin jahe dibandingkan aseton.

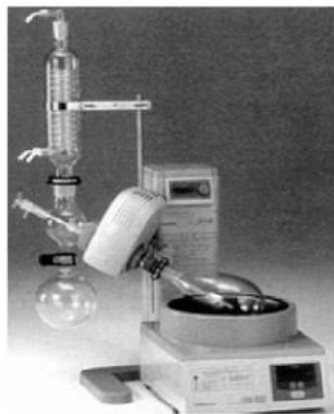
2.3.2. Rotary Evaporator

Rotary Evaporator merupakan alat yang berfungsi sebagai pemisah antara solvent dan hasil ekstrak dengan kandungan kimia tertentu. Liquid yang ingin diuapkan ditempatkan dalam suatu labu yang kemudian dipanaskan oleh bantuan pemanas dan diputar. Uap cairan (*solvent*) yang dihasilkan didinginkan dengan pendingin (kondensor) dan ditampung pada suatu tempat (*receiver flask*). Setelah pelarutnya diuapkan, akan dihasilkan ekstrak yang dapat berbentuk padatan atau cairan (Putra, 2014).

Disisi lain campuran organik, seperti laurtan yang mengandung solvent eter, metilen klorida, etil asetat atau pelarut organik lainnya dapat dipisahkan dengan menggunakan rotary evaporator. Pada prinsipnya rotary evaporator memiliki panas utilitas yang rendah dan tekanan vacum yang tinggi untuk menghilangkan solvent.

Dengan menggunakan rotary evaporator solvent dapat mengalir lebih cepat selama proses pemisahan. Panas yang rendah selama proses pemisahan, dapat memisahkan pelarut dengan produk yang sensitif terhadap panas tanpa terjadi dekomposisi (Ledgard, 2006).

Kelebihan rotary evaporator adalah dapat memperoleh kembali *solvent* atau pelarut yang telah diuapkan. Selain itu juga dapat meningkatkan persentase pelarut yang terevaporasi dibandingkan dengan menggunakan waterbath (Mutairi dan Jasser, 2012). Bentuk rotary evaporator ditunjukkan pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Rotary evaporator

(Sumber : Ledgard, 2006)



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian terapan (*Applied Research*) menggunakan teknik eksperimen. Penelitian ini akan menguji aktivitas antioksidan oleoresin jahe merah dengan metode DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*) dan penghambatan *browning* pada buah apel. Oleoresin jahe didapatkan dari proses maserasi dengan variasi kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Bioproses Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya dan Laboratorium Hasil Pangan Fakultas Teknologi Pangan, Universitas Brawijaya untuk uji antioksidan dengan metode DPPH.

3.2. Variabel Penelitian

3.2.1 Variabel Terikat

- a. Waktu yang digunakan untuk maserasi selama 3 jam.
- b. Perbandingan pelarut dengan bahan adalah 5 : 1.

3.2.2 Variabel Bebas

- a. Kemurnian yang digunakan adalah 70%, 80%, 90%.
- b. Kecepatan pengadukan yang digunakan adalah 30 rpm, 60 rpm, 90 rpm.

3.2.3 Variabel Terkontrol

- a. Suhu yang digunakan selama proses maserasi adalah $40 \pm 1^\circ\text{C}$

Tabel 3.1 Kombinasi Variable Bebas Penelitian

Kecepatan Pengadukan (P)	Kemurnian Etanol (K)		
	70%	80%	90%
30 rpm	P ₁ K ₁	P ₁ K ₂	P ₁ K ₃
60 rpm	P ₂ K ₁	P ₂ K ₂	P ₂ K ₃
90 rpm	P ₃ K ₁	P ₃ K ₂	P ₃ K ₃

3.3. Alat dan Bahan

3.3.1. Alat

- a. Reaktor *double walled vessel*
- b. Blender
- c. Termocople dan Termocontrol
- d. *Cooling Circulator*
- e. Pompa
- f. *Vacum Pump Ejector*
- g. Corong *buchner*
- h. *Erlenmeyer flask*
- i. *Rotary Evaporator*



j. Alkoholmeter

k. Saringan

l. Kain saring

m. Neraca analitik

n. Botol kaca

3.3.2. Bahan

a. Jahe merah

b. Etanol teknis

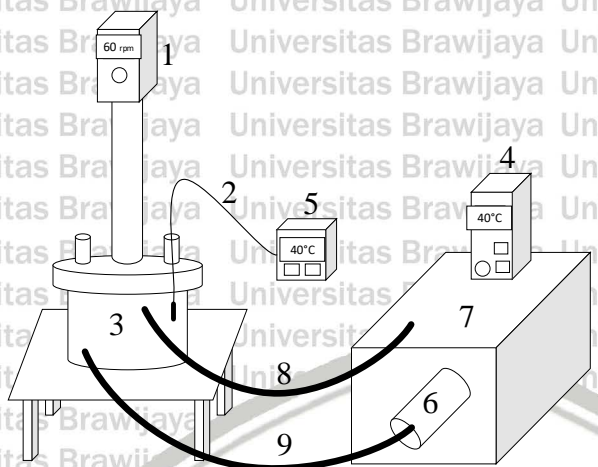
c. Aquades

d. Kertas saring



3.4. Rangkaian Alat

3.4.1. Rangkaian alat ekstraksi

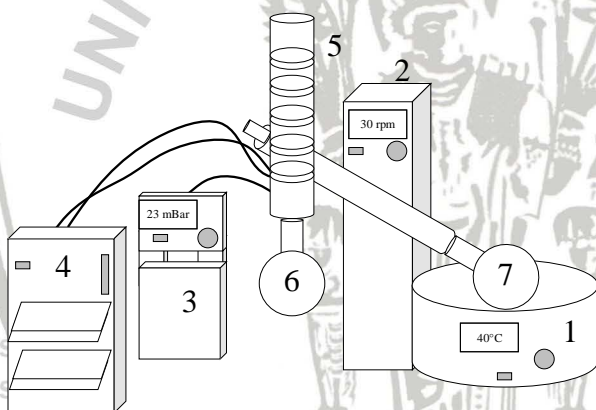


Keterangan :

1. Control rotation reactor
2. Termocople
3. Double walled reactor vessel
4. Kontrol suhu cooling circulator
5. Termocontrol
6. Pompa
7. Cooling sirkulator
8. Selang out
9. Selang in

Gambar 3.1 Rangkaian Alat Ekstraksi

3.4.2. Rangkaian alat pemisahan pelarut (rotary evaporator)

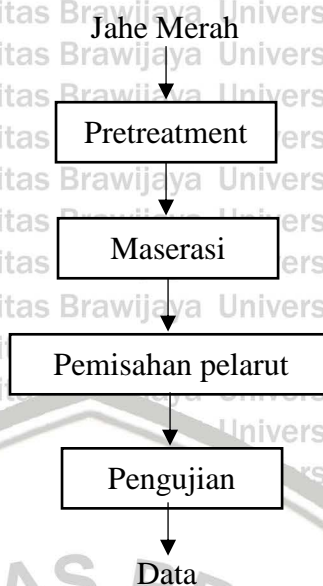


Keterangan :

1. Heating Bath
2. Rotation
3. Vacum Pump
4. Recirculating Chiller
5. Kondensor
6. Labu penampung
7. Labu sampel

Gambar 3.2 Rangkaian Alat Pemisahan pelarut

3.5. Diagram Alir Penelitian

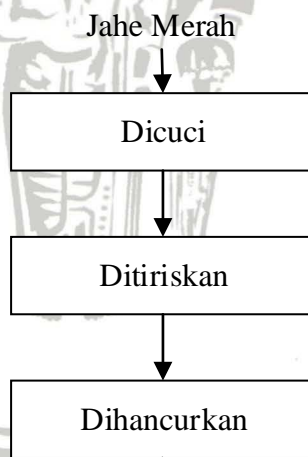


Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

3.6. Prosedur Penelitian

3.5.1. Pre-Treatment Bahan Baku Jahe Merah

Jahe merah dicuci kemudian ditiriskan untuk mengurangi kadar air. Setelah itu, dihancurkan untuk memperluas permukaan jahe merah.



Jahe Merah
hasil pretreatment

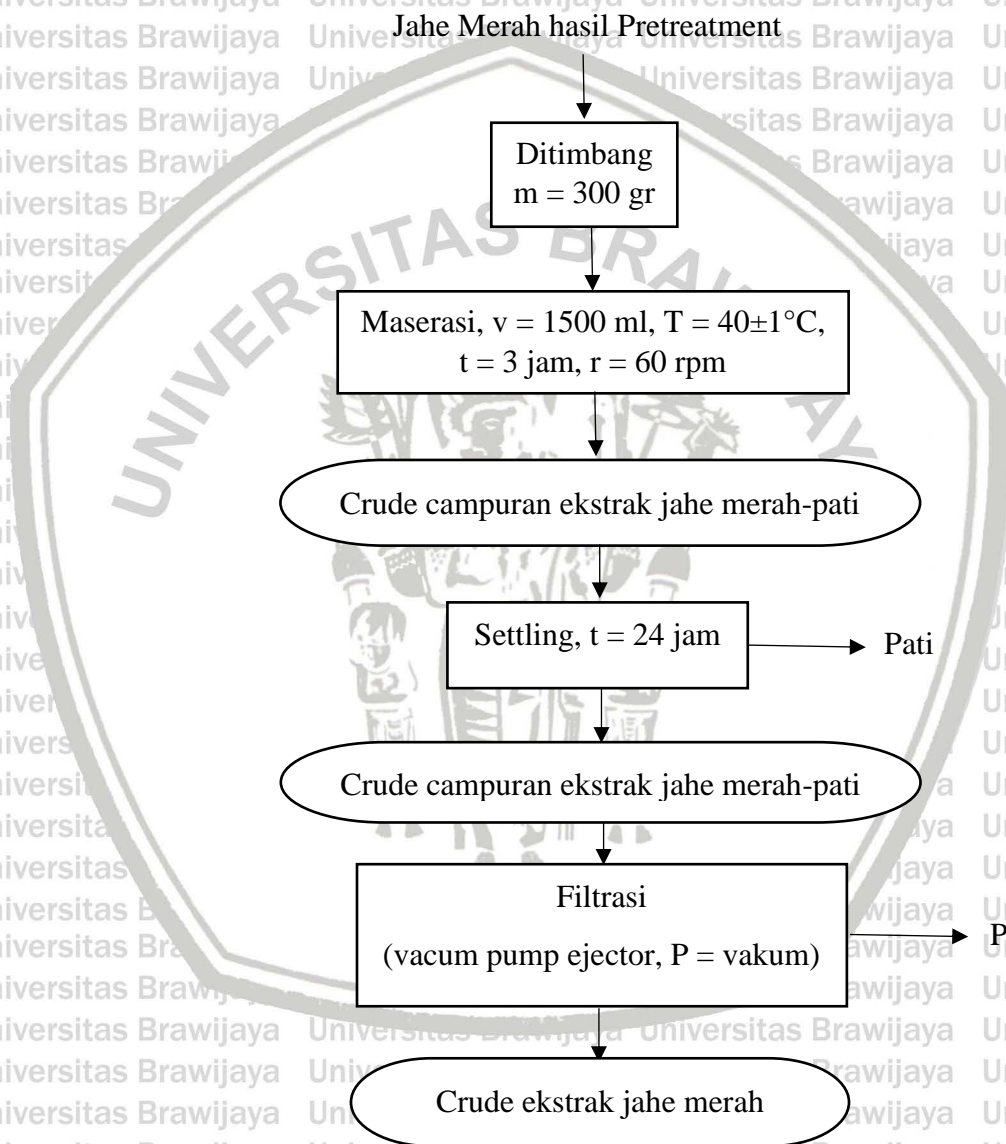
Gambar 3.4 Diagram Alir Pre-Treatment Bahan Baku Jahe Merah

3.5.2. Proses Maserasi jahe merah

Jahe merah yang telah didihancurkan, lalu ditimbang dengan neraca analitik sebanyak 300 gr. Kemudian dimasukkan kedalam *double walled reactor vessel*, dan ditambahkan pelarut sebanyak 1500 ml. Setelah itu dialirkan air pemanas dari



cooling circulator dengan bantuan pompa. Kecepatan pengadukan pada reaktor diset sesuai kombinasi variable penelitian. Suhu dikontrol $40 \pm 1^\circ\text{C}$ oleh termocople dan termocontrol selama 3 jam. Lalu didapatkan campuran *crude* campuran ekstrak jahe merah-pati. Setelah itu dilakukan settling selama 24 jam untuk memisahkan ekstrak dengan pati, dan diikuti dengan proses filtrasi dengan tekanan vacum untuk memisahkan pati yang berukuran lebih kecil sehingga didapatkan *crude* ekstrak jahe.

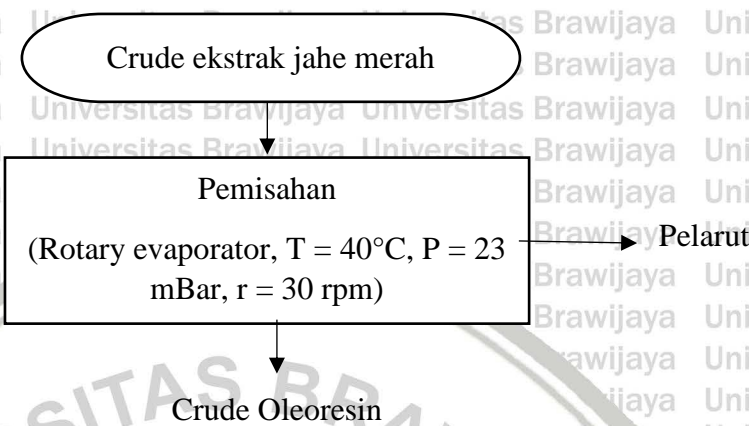


Gambar 3.5 Diagram Alir Ekstraksi Jahe Merah

Catatan : Prosedur diulang untuk setiap kombinasi variable bebas penelitian

3.5.3. Pemisahan pelarut pada crude ekstrak jahe merah

Crude ekstrak jahe merah hasil maserasi dipisahkan pelarutnya menggunakan rotary evaporator. Kondisi operasi adalah tekanan pada pompa vacuum sebesar 23 mBar, suhu 40°C, dan putaran sebesar 30 rpm. Setelah itu didapat crude oleoresin jahe merah.



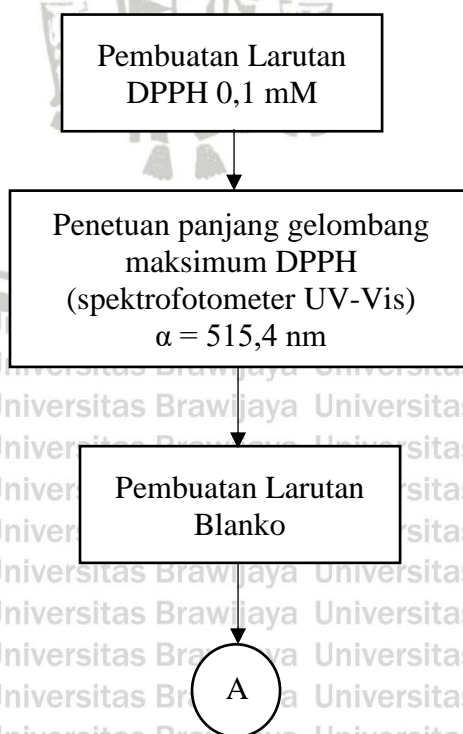
Gambar 3.6 Diagram Alir Pemisahan pelarut pada crude ekstrak jahe merah

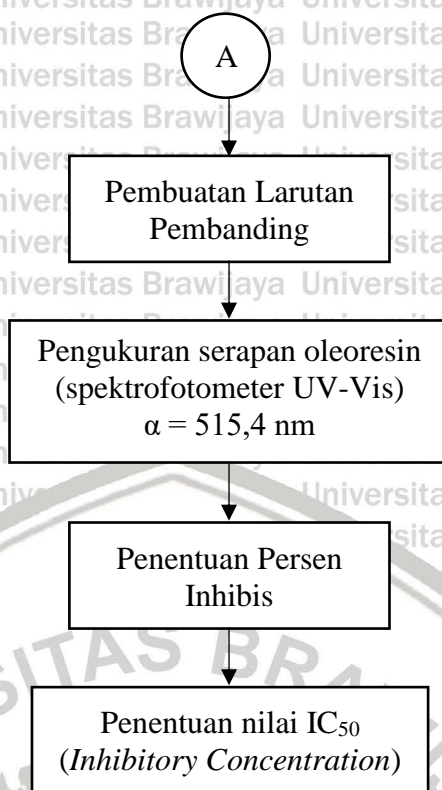
Catatan : Prosedur diulang untuk setiap kombinasi variable bebas penelitian

3.7. Uji Hasil Penelitian

3.6.1. Uji Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*). Berikut prosedur uji antioksidan dengan DPPH : (Molyneux, 2004 dalam Ikhlas, 2013)





Gambar 3.7 Diagram Alir Prosedur uji antioksidan dengan DPPH

3.6.2. Uji Organoleptik

Uji organoleptik digunakan untuk melihat kemampuan antioksidan dalam menghambat *browning* salah satunya pada buah apel dengan menggunakan sensor sensorik indra manusia. Pada uji ini, kadar antioksidan diuji dengan uji fisik buah apel. Dengan 4 perbandingan yaitu larutan vitamin C, larutan oleoresin setiap sampel, aquades, dan tanpa perendaman. Larutan vitamin C dan oleoresin dilarutkan dengan konsentrasi larutan 1 ppm. Digunakan konsentrasi larutan 1 ppm karena menurut Hernani (2005) vitamin C dapat menghambat *browning* secara langsung pada konsentrasi 1 ppm. Buah apel yang masih segar dipotong, lalu direndam pada setiap larutan, kemudian dilihat seberapa lama terjadi proses oksidasi (*browning*) setelah 30 menit. Terjadinya *browning* ditandai dengan perubahan warna menjadi kecoklatan pada permukaan daging apel. Pengujian organoleptik, dilakukan pengisian angket kepada 30 orang untuk melihat hasil dari uji yang dilakukan (Fischer dan Yates, 1942).

3.6.3. Uji Berat Jenis

Berat jenis oleoresin merupakan perbandingan berat oleoresin dengan volume pada suhu yang sama (Guenther, 1948 dalam Fakhruddin, 2008). 1 gr

oleoresin ditimbang didalam gelas ukur. Lalu ditambahkan 5 ml aquades, dilihat pertambahan volume. Volume oleoresin adalah volume yang didapat dikurangi dengan 5 ml aquades. Berat jenis oleoresin tersebut adalah hasil bagi dari berat oleoresin dengan volume oleoresin yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

(Fakhrudin, 2008)

$$\text{Berat jenis (gr)} = \frac{\text{berat sampel pada } T^{\circ}\text{C}}{\text{volume sampel pada } T^{\circ}\text{C}}$$

3.6.4. Uji Rendemen

Randemen didefinisikan sebagai jumlah kandungan oleoresin di dalam rimpang jahe yang dinyatakan dengan persen. Rendemen ekstrak dihitung dengan rumus : (Riadini dkk., 2015)

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{berat ekstrak yang diperoleh (gr)}}{\text{berat bahan yang diekstrak (gr)}} \times 100\%$$



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Aktivitas Antioksidan Oleoresin Jahe Merah

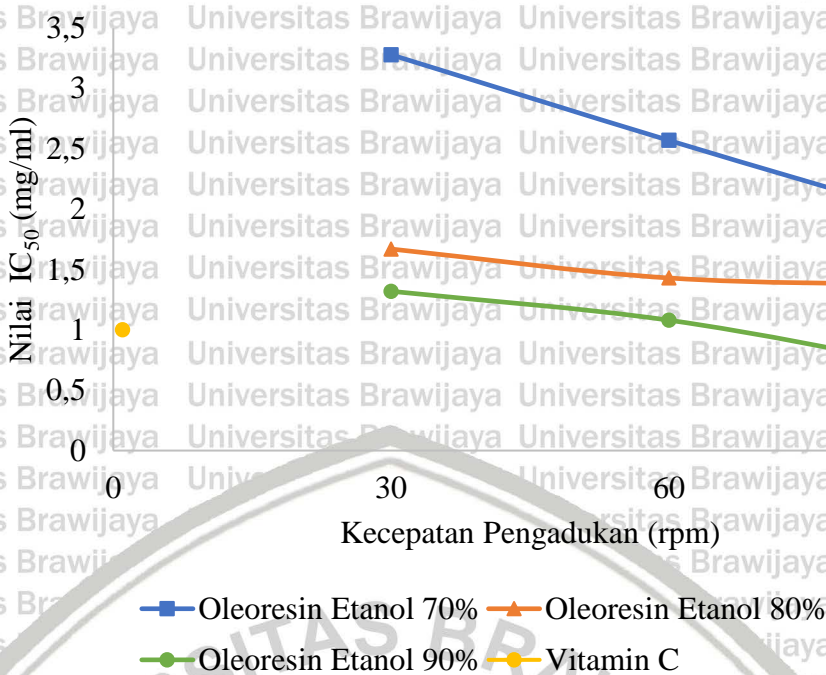
Aktivitas antioksidan dalam oleoresin jahe diketahui dengan uji menggunakan metode DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*). Parameter metode ini adalah dengan mengukur nilai IC_{50} . Semakin kecil nilai IC_{50} maka semakin reaktif *gingerol* sebagai senyawa penangkap radikal DPPH. Data IC_{50} pada berbagai variasi kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil IC_{50} Oleoresin Jahe Merah dan Vitamin C

No	Sampel	Nilai IC_{50} (mg/ml)
1	Oleoresin etanol 70 % - pengadukan 30 rpm	3,28
2	Oleoresin etanol 70 % - pengadukan 60 rpm	2,57
3	Oleoresin etanol 70 % - pengadukan 90 rpm	1,89
4	Oleoresin etanol 80 % - pengadukan 30 rpm	1,67
5	Oleoresin etanol 80 % - pengadukan 60 rpm	1,43
6	Oleoresin etanol 80 % - pengadukan 90 rpm	1,37
7	Oleoresin etanol 90 % - pengadukan 30 rpm	1,32
8	Oleoresin etanol 90 % - pengadukan 60 rpm	1,08
9	Oleoresin etanol 90 % - pengadukan 90 rpm	0,67
10	Vitamin C	0,0274

Tabel 4.1 menunjukkan nilai IC_{50} oleoresin jahe merah pada berbagai variasi kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan serta nilai IC_{50} vitamin C. Nilai IC_{50} oleoresin jahe merah lebih besar dibandingkan dengan vitamin C. Nilai IC_{50} oleoresin jahe merah berkisar antara 3,28 mg/ml hingga 0,67 mg/ml. Sedangkan nilai IC_{50} pada vitamin C adalah 0,0274 mg/ml. Sehingga dapat dikatakan bahwa aktivitas antioksidan oleoresin jahe merah lebih rendah dibandingkan dengan vitamin C.

Nilai IC_{50} oleoresin jahe merah dan vitamin C dipengaruhi oleh kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan yang ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik pengaruh kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan terhadap aktivitas antioksidan

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa semakin tinggi kemurnian etanol maka nilai IC_{50} yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini ditunjukkan dengan nilai IC_{50} yang semakin menurun dari kemurnian etanol 70% - 90%, dimana nilai paling rendah antioksidan paling tinggi dihasilkan oleh oleoresin dengan kemurnian etanol 90%. Penurunan nilai IC_{50} disebabkan adanya proses donor elektron antara antioksidan dan elektron radikal bebas DPPH. Semakin kecil nilai IC_{50} suatu senyawa menunjukkan semakin kuat aktivitas antioksidan senyawa tersebut.

Selain dipengaruhi oleh kemurnian etanol, nilai IC_{50} juga dipengaruhi oleh kecepatan pengadukan. Semakin besar kecepatan pengadukan, maka nilai IC_{50} yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini ditunjukkan dengan nilai IC_{50} yang semakin menurun dari pengadukan 30 – 90 rpm, dimana nilai paling rendah dihasilkan oleh oleoresin dengan kemurnian etanol 90 rpm. Nilai IC_{50} yang semakin kecil, menunjukkan semakin banyaknya *gingerol* yang terekstrak. Hal tersebut sesuai dengan Geankoplis (2003), dimana kecepatan pengadukan yang semakin besar akan meningkatkan turbulensi dalam larutan sehingga mengakibatkan menipisnya lapisan *film* yang mengelilingi padatan jahe merah. Menipisnya lapisan *film* tersebut menyebabkan berkurangnya batas lapisan difusi antara padatan dan pelarut, sehingga semakin banyak *gingerol* yang tertransfer dari permukaan padatan ke

solvent. Jahe dalam penelitian ini telah mengalami penyimpanan sebelum sampai ketangan konsumen, oleh karena itu jahe yang digunakan memiliki senyawa aktif yang lebih rendah bila dibandingkan dengan jahe segar.

Aktivitas antioksidan pada penelitian ini termasuk antioksidan sangat lemah karena nilai IC_{50} nya lebih dari 0,5 mg/ml, sedangkan pada vitamin C termasuk antioksidan sangat kuat karena nilai IC_{50} nya kurang dari 0,05 mg/ml (Praditasari, 2015). Vitamin C merupakan antioksidan yang sangat kuat karena kandungan dari vitamin C itu sendiri merupakan senyawa antioksidan yang memiliki kemampuan menangkap radikal bebas dan mencegah terjadinya reaksi berantai. Lemahnya antioksidan pada jahe merah karena antioksidan tersebut dalam bentuk *crude oleoresin*, dimana didalam oleoresin tersebut belum murni senyawa antioksidan. Rendahnya antioksidan pada oleoresin diduga karena jahe yang digunakan telah mengalami penyimpanan sebelum sampai ketangan konsumen. Menurut Pamungkas dkk (2007) kandungan senyawa fenol (*gingerol*) pada oleoresin jahe segar sebesar 6,9%. Sedangkan komponen fenol oleoresin jahe yang telah disimpan 15 hari mengalami penurunan menjadi 5,5%, sedangkan 30 hari menjadi 4,4%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama oleoresin jahe disimpan maka komponen fenol yang bertindak sebagai antioksidan mengalami penurunan. Menurut Monteiro dkk (1997) menyatakan komponen fenol pada oleoresin jahe merah sebesar 30%, dimana didalam komponen fenol tersebut terdapat 95% senyawa *6-gingerol*. Selain itu diasumsikan usia panen jahe merah kurang dari 8 bulan. Karena komponen fenol pada jahe merah mulai stabil pada usia 8 bulan. Pada usia dibawah 8 bulan, kandungan fenol pada jahe akan terus mengalami peningkatan (Setyo dkk., 2009).





Antioksidan pada oleoresin jahe dan vitamin C jika dibandingkan memang cukup rendah, namun antioksidan dalam oleoresin jahe merah tetap dapat dimanfaatkan, salah satunya adalah sebagai bahan tambahan kosmetik. Salah satu aplikasi antioksidan adalah untuk SPF (*Sun Protecting Factor*) pada produk tabir surya. SPF adalah perbandingan antara waktu yang diperlukan untuk menimbulkan eritema pada kulit yang diolesi oleh tabir surya dengan yang tidak diolesi tabir surya (Wasitaatmadja, 1997). Hasil penelitian Wungkara (2013) aktivitas antioksidan sebesar 73,65 mg/ml dengan konsentrasi 0,5 mg/ml, dapat menghasilkan nilai SPF sebesar 33,80. Artinya kulit mampu menahan radiasi sinar UV dari paparan sinar matahari selama 3380 menit (± 56 jam). Jadi, antioksidan yang lemah pun masih dapat menghasilkan nilai SPF. Sehingga jika dibandingkan dengan hasil aktivitas

antioxidan yang telah dilakukan kemungkinan menghasilkan nilai SPF yang lebih baik.

4.2. Uji Organoleptik Vitamin C dan Oleoresin Jahe Merah dalam Menghambat Browning

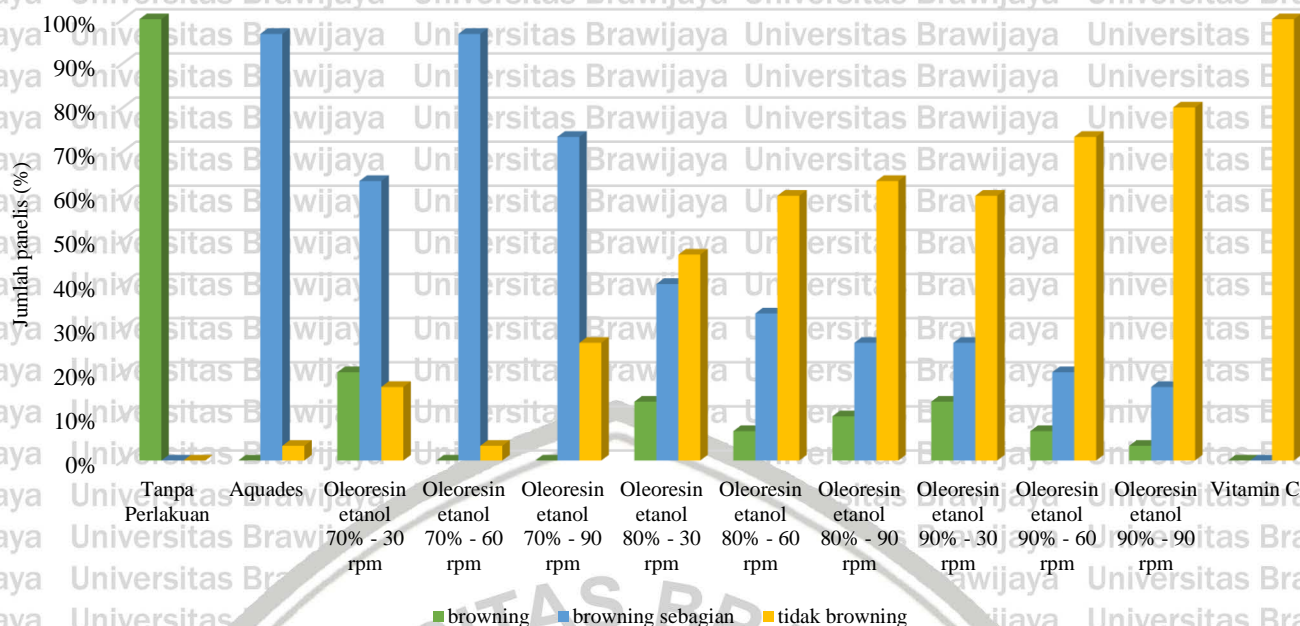
Ketampakan Hasil Uji *Browning* Apel setelah perendaman 30 menit dengan Oleoresin Jahe Merah dan Vitamin C pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Ketampakan Hasil Uji *Browning* Apel setelah perendaman 30 menit dengan Oleoresin Jahe Merah dan Vitamin C

Perendaman	Vitamin C	Oleoresin	Aquades	Tanpa Perlakuan
Hasil				

Pada tabel 4.2 dapat terlihat perubahan warna pada buah apel yang disebabkan karena adanya reaksi pencoklatan enzimatis (*browning*). Buah apel tanpa perendaman menunjukkan terjadinya *browning*. Hal ini dapat dilihat setelah 30 menit, buah apel tanpa perendaman memiliki warna paling coklat dibandingkan dengan buah apel lainnya. Sedangkan, pada buah apel yang direndam dengan vitamin C menunjukkan apel tidak terjadi *browning*, karena tidak terlihat perubahan warna menjadi coklat. Pada buah apel yang direndam dengan oleoresin juga tidak terjadi *browning*, akan tetapi masih terjadi sedikit perubahan. Hal ini menunjukkan kemampuan mencegah *browning* pada oleoresin dibawah vitamin C namun masih berada diatas aquades. Hal tersebut menunjukkan bahwa oleoresin jahe merah memiliki kemampuan menghambat reaksi *browning* yang hampir sama dengan vitamin C.

Kemudian, ketampakan perubahan warna pada buah apel tersebut diuji organoleptik kepada 30 orang panelis. Uji organoleptik adalah salah satu uji ketampakan menggunakan indera manusia. Hasil uji organoleptik tersebut ditunjukkan pada gambar 4.2.

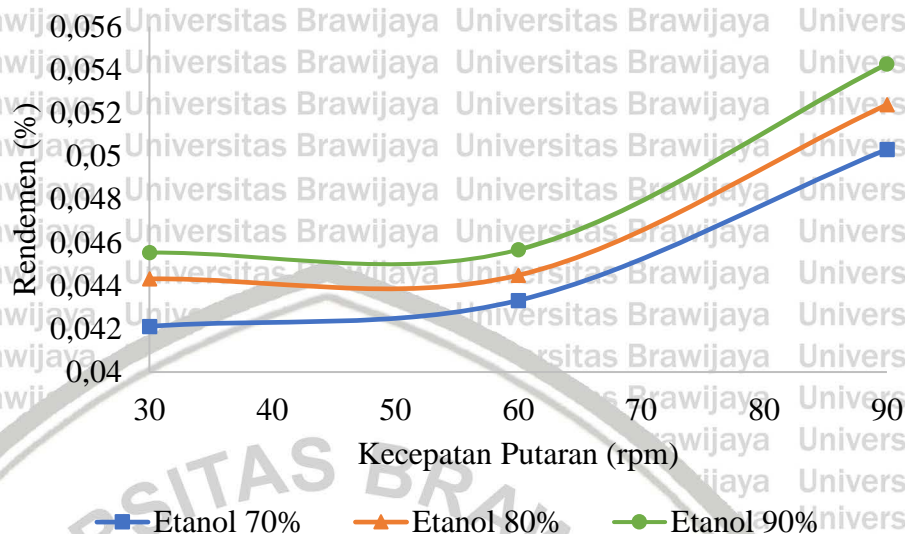


Gambar 4.2 Uji Organolaptik Vitamin C dan Oleoresin Jahe Merah dalam Menghambat *Browning*

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa panelis menilai semakin tinggi kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan, maka penghambatan *browning* pada buah apel semakin meningkat dan tingkat terjadinya *browning* semakin menurun. Hal ini dibuktikan, pada perendaman buah apel dalam oleoresin jahe merah dengan kemurnian etanol 90% dan pengadukan 90 rpm, 80% dari 30 panelis menyatakan tidak terjadi *browning* dan 3% dari 30 panelis menyatakan *browning*. Sedangkan pada perendaman dalam vitamin C 100% panelis menyatakan tidak terjadi *browning*, perendaman pada aquades 97% panelis menyatakan *browning* sebagian, dan tanpa perendaman 100% panelis menyatakan *browning* keseluruhan. Sehingga semakin tinggi kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan, maka kemampuan oleoresin hampir mendekati vitamin C. Hal tersebut terjadi karena semakin banyaknya *gingerol* yang terkandung dalam oleoresin jahe merah.

4.3. Rendemen Oleoresin Jahe Merah

Pengaruh kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan terhadap rendemen oleoresin jahe merah ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik pengaruh kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan terhadap jumlah rendemen

Gambar 4.3 menunjukkan grafik pengaruh kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan terhadap jumlah rendemen. Semakin tinggi kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan maka rendemen yang dihasilkan juga semakin meningkat. Rendemen paling tinggi dihasilkan oleh oleoresin dengan kemurnian etanol 90 % dan kecepatan pengadukan 90 rpm yaitu sebesar 4,21 %. Peningkatan kemurnian etanol dari 70% - 90% mampu meningkatkan rendemen sebesar 4,59%. Peningkatan kecepatan pengadukan dari 30 rpm – 90 rpm mampu meningkatkan rendemen sebesar 4,67%.

Oleoresin jahe merah mudah larut di dalam pelarut etanol. Kemurnian etanol yang semakin tinggi menyebabkan senyawa yang terekstrak di dalam pelarut semakin besar, sehingga rendemen yang dihasilkan juga semakin meningkat. Pada proses maserasi, proses pengadukan bertujuan untuk mempercepat kontak antara jahe merah (sumber oleoresin) dengan pelarut (etanol), sehingga oleoresin jahe merah akan lebih mudah terekstrak. Peningkatan kecepatan pengadukan akan meningkatkan turbulensi dalam larutan sehingga mengakibatkan menipisnya lapisan *film* yang menjadi batas antara pereaksi (pelarut dengan padatan). Sehingga *solute* (zat terlarut) yang tertransfer dari permukaan padatan ke *solvent* (pelarut) bertambah besar (Geankoplis, 2003). Sesuai dengan Yuniawati (2002), yang

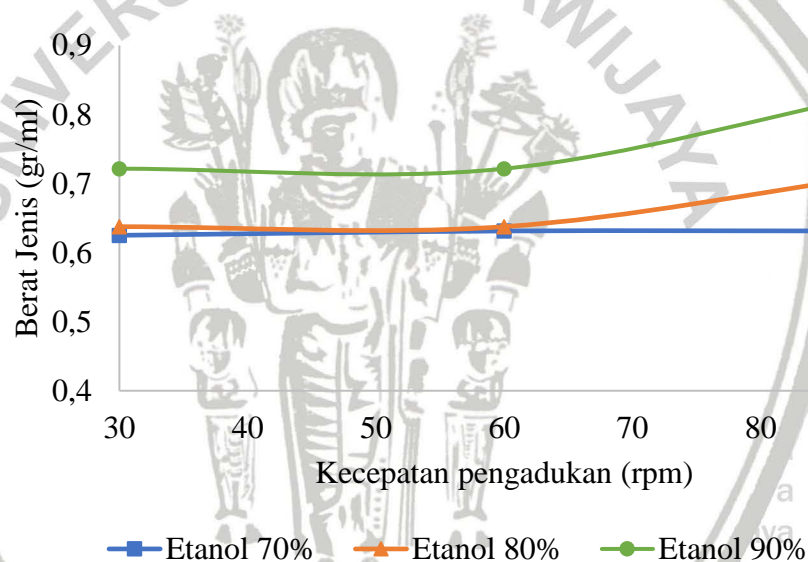


menyatakan semakin besar kecepatan pengadukan maka persentase oleoresin yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini dapat dilihat pada grafik diatas, rendemen dengan kecepatan 90 rpm lebih besar dibandingkan dengan kecepatan 60 rpm dan 30 rpm pada setiap variasi kemurnian etanol,

Grafik 4.1 dan 4.3 jika dikorelasikan, dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya rendemen yang dihasilkan maka aktivitas antioksidan oleoresin jahe juga semakin tinggi. Sehingga dengan meningkatnya rendemen oleoresin maka nilai IC_{50} oleoresin jahe semakin kecil. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya komponen fenol (*gingerol*) yang dapat terekstrak pada oleoresin jahe merah.

4.4. Berat Jenis Oleoresin

Pengaruh kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan terhadap berat jenis oleoresin jahe merah ditunjukkan pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik pengaruh kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan terhadap berat jenis

Gambar 4.4 menunjukkan semakin tinggi kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan maka berat jenis yang dihasilkan juga semakin meningkat. Berat jenis paling tinggi dihasilkan oleh oleoresin dengan kemurnian etanol 90 % dan kecepatan pengadukan 90 rpm yaitu sebesar 0,833 gr/ml. Dapat dilihat korelasi antara gambar 4.3 dan gambar 4.4. Berat jenis pada oleoresin berbanding lurus dengan jumlah rendemen yang dihasilkan. Semakin besar rendemen yang dihasilkan maka berat jenis juga semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena

banyaknya padatan yang tertransfer dari permukaan padatan ke pelarut, sehingga berat jenis juga semakin meningkat.

Berat jenis oleoresin jahe merah yang didapat berkisar antara 0,631 – 0,833 gr/ml. Sedangkan berdasarkan standar mutu LPTI dan BP Kimia Bogor (2008) berat jenis oleoresin jahe emprit berkisar antara 0,8910-0,9160 gr/ml. Hal ini menunjukkan berat jenis yang didapat lebih rendah tetapi hampir mendekati dari standar mutu tersebut. Hal ini diduga karena jenis jahe yang digunakan untuk pengujian berbeda dan terjadi penyimpanan sebelum digunakan yang menyebabkan penurunan bahan aktif pada jahe merah, sehingga berat jenis yang dididapat juga akan berbeda. Jika kemurnian etanol ditingkatkan, diasumsikan berat jenis oleoresin jahe dapat memenuhi standar mutu tersebut. Menurut *The Essential Oil Association of America* (EOA), standar mutu oleoresin jahe dapat dilihat dari penampakan, aroma, % minyak atsiri, kelarutan, indeks bias, dan putaran optik, sedangkan berat jenis belum memiliki nilai standar mutu untuk oleoresin jahe.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Semakin tinggi kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan maka semakin besar aktivitas antioksidan dalam oleoresin jahe merah. Aktivitas antioksidan tertinggi dihasilkan oleh kemurnian etanol 90% dengan kecepatan pengadukan 90 rpm sebesar yakni 0,67 mg/ml.
2. Antioksidan oleoresin jahe merah dalam menghambat browning buah apel, 80% panelis menilai tidak terjadi browning pada apel yang direndam oleoresin jahe merah.
3. Pada proses maserasi oleoresin jahe merah, semakin tinggi kemurnian etanol dan kecepatan pengadukan, maka rendemen dan berat jenis juga semakin besar. Rendemen dan berat jenis tertinggi dihasilkan oleh kemurnian etanol 90% dengan kecepatan pengadukan 90 rpm sebesar 5,43% dan 0,833 gr/ml.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam pembuatan oleoresin jahe merah dengan variasi jenis pelarut dan konsentrai, dengan metode ekstraksi lainnya seperti soxhletasi.
2. Untuk meningkatkan kemampuan aktivitas antioksidan oleoresin jahe merah perlu ditinjau beberapa hal seperti usia panen jahe, penambahan kecepatan pengadukan dan kemurnian etanol.
3. Perlu dilakukan penelitian lenih lanjut mengenai kemampuan oleoresin sebagai SPF dan kemampuan oleoresin sebagai pengawet.

DAFTAR PUSTAKA

- 6-gingerol, MSDS No 1272/2008, Cayman Chemical : Kanada, November 25, 2015.
- Agoes, G. 2007. *Teknologi Bahan Alam. Bandung* : ITB Press Bandung.
- Ascorbic Acid, MSDS No 9922972, Science Lab.Com : Texas, Mei 21, 2013
- Bastos, D. H. M., Saldanha, L. A., Cathario, R. R., Sawaya, A. S., Cunha, I. B. & Carvalho, P. O. 2007. *Phenolic Antioxidant Identified bt ESI-MS from Yerba Mate (Ilex Paraguariensis) and Green Tea (Camelia Sinesis) Extracts*, *Molecules*. 12(3). 423-432.
- Bustan, M. D., Febriyani, R. & Pakpahan, H. 2008. *Pengaruh Waktu Ekstraksi dan Ukuran Partikel Terhadap Berat Oleoresin Jahe yang Diperoleh dalam Berbagai Jumlah Pelarut Organik (Methanol)*. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*. Vol. 15. No. 4
- Bureau Of Indian Standards. *Indian Standard Specification For Turmeric Oleoresin*. 1984. New Delhi : BIS
- Borowska, E. J., Borowski, J., Szajdek, A., Ciska, E. & Zielinski, H. 2003. *Content of Selected Bioactive Components and Antioxidant Properties of Broccoli (Brassica oleracea L.)*. *eur Food Res Technol* 226 : 459 – 465.
- Brown, G.G. dkk. 1950. *Unit Operation 14th edition*. New York. John Wiley and Soms
- Chrubasik, S., Pitler, M. H. & Roufagalis, B. D. *Zingiberis rhizome: Comprehensive Review on The Ginger Effect and Efficiency Profiles, Phyromedine*. *International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology*.
- Daryono, E. D. 2008. *Oleoresin dari Jahe Menggunakan Proses Ekstraksi Dengan Pelarut Ethanol*. Malang : Institut Teknologi Nasional
- Ethil Alcohol, MSDS No 9923956, Science Lab.Com : Texas, Mei 21, 2013
- Fisher & Yates. 1942. *Dalam Pengujian Organolaptik (Evaluasi Sensori) Dalam Industri Pangan : 2006*. Ebookpangan.com
- Geankoplis, C.J. 2003. *Transport Process and Separation Process Principles, 4th edition*. New Jersey: Prentice-Hall
- Guenther, E. 1948. *The Essential Oils Volume I. D. van Nostrand Company Inc*
- Gordon, M. H. 1990. *The Mechanism of Antioxidants Action In Vitro. Di dalam Food Antioxidants*. London: Elseiver

- Halliwell, B. 2012. *Free Radicals and Antioxidant : Updating a Personal View*. Nutrition Review. 70: 257-265. New York : Oxford University Press
- Hamid dkk. 2010. *Antioxidants: Its medicinal and pharmacological Applications*. African Journal of Pure and Applied Chemistry Vol. 4(8), pp. 142-151
- Hamilton, R. J. 1983. *The Chemistry of Rancidity in Foods*. Di dalam : J.C. Allen dan R. J. Hamilton, editor. Rancidity in Food. London: Applied Science Publisher
- Hanani, A. M. & Sekarini, R. 2007. *Identifikasi Senyawa Antioksidan dalam Spoons Callyspongia sp dari Kepulauan Seribu*. Majalah Kefarmasian. Vol II, No.3 (127-133)
- Hernani & Hayani, E. 2001. *Identification of chemical components on red ginger (Zingiber officinale var. Rubrum) by GC-MS. Proc. International Seminar on natural products chemistry and utilization of natural resources*. UI-Unesco, Jakarta : 501-505
- Hernani & Raharjo, M. 2005. *Tanaman Berkhasiat Antioksidan*. Jakarta: Penerbit Swadaya
- Horubala, A. 1999. *Antioxidant Capacity and Their Changes in Fruit and Vegetable Processing*. Przemysl Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny. Vol.3: 30-31
- Hurrell, F. R. & Reddy, M. B. 2003. *Degradation of phytic acid in cereal porridges improves iron absorption by human subjects*. The American J. of Clinical Nutrition. 77(5): 1213-1219.
- Ikhlas, N. 2013. *Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Herba Kemangi (Ocimum americanum Linn) dengan Metode DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil)*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Kaviya, R. dan Tsuchiya. 2012. *Comperative Studies on The Inhibitor of Banana Peel Polyphenol Oxidase (PPO)*. Coimbatore: Departement of Biotechlogopy Karamaguru College of Technology
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia Press
- Kikuzaki, H. & Nakatani, N. 1993. *Antioxidant Effects of Some Ginger Constituents*, *Journal of Food Science*, Vol. 58, No. 6, pp. 1407-1410
- Koswara, S. 1995. *Jahe dan Hasil Olahannya*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan Kurniasari, L., Hartati, I. & Ratnani, R. D. 2008. *Kajian Ekstraksi Minyak Jahe Menggunakan Microwave Assisted Extraction (MAE)*. Vol 4. No.2 Semarang : UNDIP

- Lentera. 2002. *Jahe Merah*. Bogor: Agromedia
- Leong, L.P & Shui, G. 2002. *An Investigation of Antioxidant Capacity of Fruits in Singapore Markets*. Food Chemistry. 76. 69-75
- Monteiro, A. R., Meirelers, A. A., Marques, M.O.M. & Petenate, A.J 1997. *Extraction of the Soluble Material from the Shells of the Bacuri Fruits (Platonia insignis Mart) with Pressurized CO₂ and Other Solvents*. The Journal of Supercritical Fluids, vol. 11
- Mutairi & Jasser. 2012. *Effect of using Rotary Evaporator on Date Dibs Quality*. Journal of American Science; 8(11).
- Nishizawa, M dkk. 2005. *Non-reductive Scavenging of 1,1-Diphenyl 1-2-Picrylhydrazyl (DPPH) by Peroxyradical: a Useful Method for Quantitative Analysis of Peroxyradical*. Chemical & Pharmaceutical Bulletin. 53 (6) : 714-716
- Ou, B., Huang, D. J., Woodill, M. H., Flanagan, J. A. & Deemer, E. K. 2002. *Analysis of Antioxidant Activities of Common Vegetable Employing Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) Assays : Comparative Study*. J. Agric Food Chem ,. 50. 3122-3128
- Pamungkas, I. P. M., Puspitasari, D., Purnamayati, L., Fakhrudin, M. I. dan Rimayoga, T. 2007. *Kajian Total Fenol Oleoresin Jahe Serta Pemanfaatannya Sebagai Flavoring Agent dan Antioksidan Pada Virgin Coconut Oil*. Surakarta: Penelitian DIKTI Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Perry, R.H. 1984. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 6 ed*. Newyork: Mc. Graw Hill Book Company, Inc
- Praditasari, A. 2015. *Review Metode Uji Aktifitas Antioksidan Secara In Vitro pada Ekstrak Tanaman*. Bandung: Universitas Padjajaran
- Prasetyo, A. W. dkk. 2015. *Pengaruh Temperature, Rasio Bubuk Jahe Merah Kering dengan Etanol Terhadap Ekstraksi Oleoresin Jahe (Zingiber Officinale, Roscoe)*. Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. pp. 1411-4216
- Putra, A. P. I. 2014. *Rotary Evaporator dan prinsip kerjanya*. <http://research.fk.ui.ac.id/sisteminformasi/index.php/laboratorium-sintesis-kimia-organik/database-alat-laboratorium-sintesis-kimia-organik/item/624-rotary-evaporator> (Diakses : 16 Februari 2017)
- Putri, W. D. R. & Febrianto, K. 2006. *Rempah-rempah (Fungsi dan Pemanfaatannya)*. Malang : Universitas Brawijaya
- Queiroz, C., Lopes, M. L., Fialho, E. & Valente-Mesquita, V. L. 2008. *Polyphenol Oxidase: Characteristics and Mecanism of Browning Control Food Review International 24: 361-375*
- Riadini, R. K., Sidharta, B. R. B. & Pranata. 2015. *Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Sambung Nyawa (Gynura Procumbens (Lour.) Merr.) Berdasarkan Perbedaan Metode Ekstraksi dan Umur Panen*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya

- Rismunandar. 1996. *Rempah-rempah Komoditi Ekspor Indonesia*. Bandung : Sinar baru
- Saifudin, A. 2012. *Senyawa Alam Metabolit Sekunder: Teori, Konsep dan Teknik Pemurnian*. Yogyakarta: CV. Budi Utama.
- Schwartz, S. I. 1999. *Wound care and wound healing. Principles of Surgery Companion Handbook. 7th ed.* Singapore: McGraw-Hill Book Companies. p.112, 325-7
- Sies, H. 1997. *Oxidative Stress: Oxidants and Antioxidants*. Exp Physiol, Vol. 82, pp. 291-295.
- Setiyo, Y., Wayan, T. I. & Sumiyati. 2009. *Aplikasi Kompos Sebagai Pupuk Organik Untuk Meningkatkan Kandungan Fenol Pada Tanaman Jahe Merah*. Bali: Universitas Udayana
- Seidel, V. 2006. Initial and ulkextraction. In: Sarker SD, Latif Z & Gray AI, editors. *Natural product Isolation, 2nd edition*. Totowa (NJ) Jersey). Humana Press Inc. hal. 31-5 .
- Somaatmadja, D. 1981. *Pati Sebagai Bahan Industri. Seminar Pembuatan Gula Secara Enzimatik*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pangan
- UPT Materia Medica. 2017. *Determinasi Tanaman Jahe Merah*. Batu : UPT MM
- Wasitaadmatdja, S. M. 1997. *Penuntun Ilmu Kosmetik Medik*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Winarsi, W. P. 2007. *Tanaman Obat Indonesia Untuk Pengobat Herbal*. Jilid 1. Jakarta: Karyasari Herba Media
- Wikanta, T., Januar, H. D. & Nursed, M. 2005. *Uji Aktivitas Antioksidan, Toksisitas dan Sitotoksisitas Ekstrak Alga Merah Rhodymenia palmate*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Vol. 11(4): 12-25.
- Winarni. 2005. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia : Jakarta
- Wungkara, I., Suryanto, E. & Momuat, L. 2013. *Aktivitas Antioksidan dan Tabir Surya Fraksi Fenolik dari Limbah Tongkol Jagung (Zea mays L)*. Manado: UNSRAT
- Yavus, H. & Ceyhun, B. 2003. *Preparation and Biodegradation of Starch, Polycaprolactone Film*. Jurnal of Polymer and Enviroment.
- Yuliani, S. 2012. *Panduan Lengkap Minyak Atsiri*. Bogor: Penebar Swadaya.
- Yuniawati, M. & Purwanti, A. 2002. *Optimasi kondisi proses minyak biji pepaya*. Jurnal Teknologi Technoscientia.. Yogyakarta : IST Akprind. 1(1): 76
- Zakaria, F. R. & Tejasari. 2000. *Sifat Fungsional Jahe: Fraksi 1 dan 2 Senyawa Bioaktif Oleoresin Rimpang Jahe (Zingiberis officinale Roscoe) Menurunkan Peroxidasi Lipid Membran Sel Limfosit Secara In Vitro*. Bogor: Prosiding Seminar Nasional Industri Pangan, 2, PAPTI
- Zhiling, G. dkk. 2015. *Separation and preparation of 6-gingerol from molecular distillation residue of Yunnan ginger rhizomes by high-speed counter-current chromatography and the antioxidant activity of ginger oils in vitro*. China : Elseiver