

# PROSES EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI BUNGA MAWAR dengan PERLAKUAN PENDAHULUAN PEF(*Pulsed Electric Field*) MENGGUNAKAN METODE PELARUT Menguap

(Kajian Frekuensi PEF(*Pulsed Electric Field*) dan Waktu Ekstraksi)

## The Extraction Process of Rose Volatile Oil with PEF (*Pulsed Electric Field*) Pretreatment using Evaporative Solvent Method (Review of PEF (*Pulsed Electric Field*) Frequencies and Extraction Times)

- Sukardi 1\*), Fakta Malyana Pulung Sari 2\*), Maimunah Hindun Pulungan 1), Arie Febrianto Mulyadi 1)
- 1) Staff Pengajar Jurusan Teknologi Industri Pertanian- Fakultas Teknologi Industri Pertanian- Universitas Brawijaya
  - 2) Alumni Jurusan Teknologi Industri Pertanian – Fakultas Teknologi Industri Pertanian- Universitas Brawijaya Malang

### Abstrak

Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui kombinasi frekuensi PEF (*Pulsed electric field*) pada perlakuan pendahuluan dan waktu ekstraksi yang tepat untuk menghasilkan minyak atsiri bunga mawar yang berkualitas baik. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok dengan 2 faktor, yaitu frekuensi PEF (1000 dan 1500 Hz) dan waktu ekstraksi (2, 4, 6 jam). Hasil perlakuan terbaik diperoleh dari kombinasi frekuensi PEF 1500 Hz dengan waktu ekstraksi 6 jam. Perlakuan terbaik tersebut menghasilkan rendemen sebesar 0,703%, nilai indeks bias 1,537, warna L 28,400; a 6,867; b 9,567, kandungan *phenethylalcohol* 46,41%, *pentacosane* 25,34%, *dodecane* 1,83%.

**Kata kunci :** Ekstraksi, Mawar, Minyak atsiri, PEF (*Pulsed Electric Field*), Pelarut Menguap

### Abstract

The objective of research is to understand the combination of PEF (*Pulsed Electric Field*) frequency during pretreatment and the appropriate extraction time to produce favorable quality volatile oil of rose. Research design is Group Random Planning with 2 factors, which are PEF frequencies (1000 and 1500 Hz) and extraction times (2, 4, 6 hours). The best treatment is shown by the combination of PEF frequency of 1500 Hz and maceration time of 6 hours. The best treatment also has rendement of 0.703 %, bias index rate of 1.537, color L of 28.400, a of 6.867, b of 9.567, phenethyl alcohol content of 46.41 %, pentacosane of 25.34 %, and dodecane of 1.83 %.

**Keywords:** Extraction, Rose, Volatile Oil, PEF (*Pulsed Electric Field*), Evaporative Solvent

### Pendahuluan

*Rosa* spp., termasuk famili *Rosaceae* di Indonesia dikenal dengan nama bunga mawar. Famili *Rosaceae* meliputi berbagai macam mawar yang memiliki bentuk, warna bunga, dan bau wangi khas. mawar sering diusahakan secara besar-besaran, untuk

dimanfaatkan bunganya sebagai bunga tabur, bunga potong, atau diambil minyak atsirinya sebagai bahan baku pewangi untuk produk obat-obatan, makanan-minuman, dan kosmetika. Wangi bunga mawar disebabkan karena adanya kandungan minyak atsiri didalamnya. Minyak mawar dapat diproduksi dengan

menggunakan metode ekstraksi penguapan pelarut diantaranya adalah pelarut menguap dengan pelarut N-heksan. Pelarut menguap merupakan cara ekstraksi sederhana yang dilakukan dengan cara merendam bahan dalam pelarut dalam waktu tertentu pada suhu kamar dan terlindungi dari cahaya. Proses ini digunakan untuk mengekstraksi minyak bunga mawar yang menghasilkan rendemen minyak yang rendah. Keuntungan dari metode ini adalah peralatan yang digunakan sederhana.

Namun, kelemahan dari teknologi ekstraksi dengan metode pelarut menguap yaitu rendemen (*yield*) masih rendah. Ekstraksi menggunakan metode pelarut menguap dapat dipengaruhi beberapa hal seperti jenis pelarut, konsentrasi pelarut, dan lama ekstraksi (Cowan, 1999). Salah satu faktor berpengaruh penting dalam ekstraksi adalah lama ekstraksi. Lama ekstraksi menunjukkan jumlah dan mutu ekstrak yang dihasilkan. Waktu ekstraksi yang pendek akan memberikan hasil yang rendah sebab tidak semua komponen dapat diharapkan untuk terekstrak, sedangkan semakin lama waktu ekstraksi maka kesempatan untuk bersentuhan semakin besar sehingga hasilnya juga bertambah (Suryandari, 1998). Pada proses ekstraksi minyak mawar dengan menggunakan pelarut N-heksan dilakukan perendaman selama 12 jam (Amiarsi, 2006). Menurut Suryandari (1998), penggunaan suhu tinggi dan waktu yang terlalu lama akan menyebabkan minyak atsiri menguap dan mengalami oksidasi, sehingga menimbulkan perubahan bau. Berdasarkan masalah ini, diperlukan inovasi proses pada proses pelarut menguap dengan metode baru yaitu kejutan listrik (*Pulsed Electric Field*) sebagai *pre-treatment*.

*Pulsed Electric Field* (PEF) umumnya dipahami sebagai metode yang cepat, non-termal, dan sangat efektif untuk

ekstraksi senyawa intraseluler. Perlakuan ini melibatkan penggunaan listrik tegangan tinggi dari beberapa mikrodetik kedalam produk pangan yang ditempatkan atau lewat di antara dua elektroda (Zderic, 2013). Menurut Kulshrestha (2002) menyatakan bahwa PEF tergantung pada besar frekuensi. Semakin tinggi frekuensi semakin cepat proses pemecahan membran sel. Sehingga faktor frekuensi sangat penting dalam proses PEF yang dapat merusak jaringan sel pada bunga. Sehingga pada penelitian ini akan diuji pengaruh frekuensi PEF dan waktu ekstraksi terhadap bunga mawar pada proses ekstraksi terhadap mutu minyak atsiri yang dihasilkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui kombinasi frekuensi PEF (*pulsed electric field*) pada perlakuan pendahuluan dan waktu ekstraksi yang tepat untuk meningkatkan rendemen dan menghasilkan minyak atsiri bunga mawar yang berkualitas.

## **Bahan Dan Metode**

Alat yang digunakan dalam penelitian ekstraksi bunga mawar ini yaitu perangkat peralatan generator PEF (*Pulsed Electric Field*) DC/pulsa, *vacuum rotary evaporator* merk ikrV10 digital, *erlenmeyer*, *beaker glass*, gelas ukur, penggaris, spatula, pipet, timbangan digital model EK5035, kain saring kasar, prisma refraktometer, tisu, pipet tetes, dan GC-MS (*Gas Chromatography - Mass Spectrometry*). Bahan yang digunakan dalam penelitian ekstraksi minyak atsiri bunga mawar ini adalah bunga mawar segar yang diperoleh dari Malang, Jawa Timur dan pelarut n-Heksan teknis.

## **Rancangan Percobaan Pembuatan Minyak Atsiri Bunga Mawar**

Bunga mawar dipisahkan dari kelopak, benang sari dan mahkota bunga

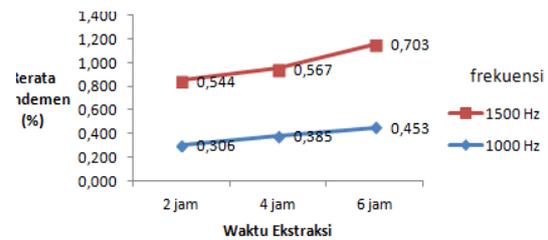
mawar. Mahkota bunga mawar yang telah dipisahkan kemudian ditimbang masing-masing seberat 250 gram. Setelah ditimbang selanjutnya dilakukan penerapan PEF sesuai dengan perlakuan frekuensi sebesar (1000 Hz dan 1500 Hz) dengan menggunakan waktu PEF 10 detik, voltase 1100 v, dan jarak Anoda Katoda 18 cm. Masing-masing mahkota bunga mawar yang telah dilakukan penerapan PEF sesuai perlakuan, selanjutnya dilakukan proses ekstraksi menggunakan metode pelarut menguap dengan larutan n-Heksan teknis yang disimpan didalam *erlenmeyer* dan ditutup dengan aluminum foil agar terhindar dari cahaya. Kemudian digunakan perbandingan sebesar 1:2,5, selanjutnya dilakukan proses ekstraksi selama (2 jam, 4 jam, 6 jam) menggunakan suhu kamar. Setelah diekstraksi, mahkota bunga mawar disaring dan diperas menggunakan kain saring kasar dilipat menjadi 2 untuk mendapatkan larutan minyak-heksan. Lalu dilakukan proses pemisahan filtrat menggunakan vacuum evaporator dengan merk ikrV10 digital dengan menggunakan kecepatan putaran 70 Rpm, tekanan 550 mmHg, suhu 35OC selama kurang lebih 30 menit, sehingga diperoleh concrete berupa cairan kental berwarna kuning bening. Concrete yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisa rendemen, warna, indeks bias dan GC-MS.

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) menggunakan 2 faktor, faktor I mempunyai 2 level Frekuensi (1000 Hz dan 1500 Hz) dan faktor II mempunyai 3 level Waktu Ekstraksi (2 jam, 4 jam, 6 jam). Masing- masing diulang sebanyak 3 kali sehingga didapatkan total perlakuan sebanyak 18 satuan percobaan.

## Hasil Dan Pembahasan

### 1. Rendemen

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa rendemen akan meningkat seiring dengan semakin tinggi frekuensi PEF dan waktu ekstraksi yang diterapkan (Gambar 1).



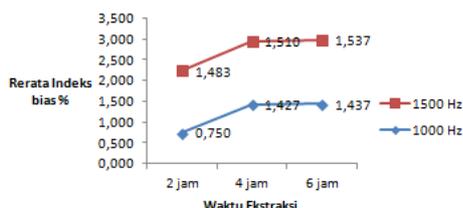
**Gambar 1.** Grafik Rerata Rendemen Minyak Concrete Atsiri Bunga Mawar Berdasarkan Faktor Frekuensi PEF Dan Waktu Ekstraksi

Peningkatan rendemen terjadi dikarenakan semakin tinggi frekuensi PEF maka semakin rapat gelombang tegangan listrik yang dihasilkan sehingga mengakibatkan adanya kerusakan sel di jaringan bunga, kerusakan sel terlihat adanya pembentukan pori-pori yang melebar sehingga mempermudah larutan untuk masuk kedalam sel maka mempermudah sel minyak atsiri pada bunga mawar untuk terekstrak. Pembentukan pori yang melebar disebabkan proses elektroporasi pada membran sel oleh muatan medan listrik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Khulshrestha (2002), bahwa semakin tinggi frekuensi dapat merusak jaringan sel pada tumbuhan. Seperti yang dijelaskan oleh Donsi *et al.* (2010), fase dari elektroporasi membran sel yaitu adanya penambahan muatan dan polarisasi membran sel. Fase selanjutnya yaitu pembentukan pori tergantung pada aplikasi medan listrik yang diterapkan. Jika nilai kekuatan medan listrik dilampaui maka potensi *transmembrane* yang kritis dapat dilakukan pembentukan pori untuk membran sel. Pembentukan pori pada

membran tersebut menyebabkan bentukan yang rusak dan formasi tidak dapat kembali pada bentuk semula. Begitu pula dengan waktu ekstraksi, semakin lama waktu ekstraksi yang diterapkan maka semakin besar rendemen yang dihasilkan. Hal ini disebabkan lama waktu ekstraksi pada proses ekstraksi menyebabkan kontak permukaan bahan baku dengan pelarut semakin luas dan lama sehingga kemampuan melarutkan komponen minyak atsiri lebih intense dan komponen minyak atsiri yang terekstrak semakin meningkat. Hal ini seperti yang dijelaskan oleh Suyanti dkk (2005), lama waktu ekstraksi terkait dengan kontak atau difusi antara larutan pengeksrak dengan bahan baku. Semakin lama kontak pelarut dan bahan tersebut akan diperoleh rendemen yang semakin banyak. Wibowo dan Sudi (2004) menegaskan bahwa lamanya waktu proses ekstraksi sangat berpengaruh terhadap minyak yang dihasilkan.

## 2. Indeks Bias

Berdasarkan pernyataan oleh Janositz (2010), bahwa perlakuan dengan PEF dapat meningkatkan produksi metabolit intraseluler yang berhubungan dengan pengaturan ketahanan hidup sel. Akibat medan listrik, akumulasi dan daya tarik menarik pada partikel bermuatan pada membran sel sehingga terjadi pengurangan ketebalan membran sel.



**Gambar 2.** Grafik Rerata Indeks Bias Minyak Concrete Atsiri Bunga Mawar Berdasarkan Faktor Frekuensi PEF dan Waktu Ekstraksi

Pada Gambar 2 menunjukkan peningkatan nilai indeks bias, seiring dengan semakin tinggi frekuensi PEF dan semakin lama waktu ekstraksi. Hal ini disebabkan dengan semakin bertambahnya frekuensi PEF sebagai perlakuan pendahuluan ekstraksi dengan kombinasi waktu ekstraksi maka meningkatkan komponen kimia penyusun minyak atsiri. Dengan peningkatan komponen kimia minyak atsiri menyebabkan kerapatan minyak bertambah sehingga nilai indeks bias meningkat. Hal ini disebabkan adanya elektroporasi membran sel yang diakibatkan medan listrik dalam membuat kompresi membransel sehingga membentuk pori sehingga banyak komponen yang terekstrak.

Dengan kombinasi faktor waktu ekstraksi menunjukkan bahwa lama waktu ekstraksi dapat meningkatkan nilai indeks bias minyak atsiri. Hal ini diduga bahwa semakin lama waktu ekstraksi menyebabkan semakin lama kontak antara bahan baku dan pelarut sehingga banyak komponen kimia yang terekstrak dan mengakibatkan tingkat kerapatan minyak bertambah sehingga nilai indeks bias tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wibowo dan Sudi (2004), dengan penambahan waktu akan terjadi dekomposisi dari komponen-komponen selain minyak.

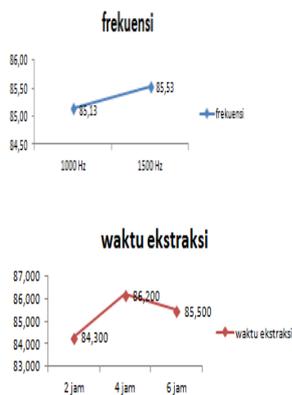
Peningkatan komponen minyak atsiri menyebabkan kerapatan minyak bertambah sehingga nilai indeks bias meningkat. Pernyataan ini diperkuat oleh hasil GC-MS yang telah dilakukan untuk mengetahui jumlah komponen yang terdapat pada minyak concrete atsiri bunga mawar. Hasil yang didapatkan bahwa dengan menggunakan besar frekuensi PEF yang lebih tinggi dan waktu ekstraksi yang semakin lama

menghasilkan jumlah komponen yang lebih banyak.

**Tabel 1.** Daftar Komponen Minyak *Concrete* Atsiri Bunga Mawar Berdasarkan Faktor Frekuensi PEF dan Waktu Ekstraksi

No	Komponen
1	<i>Phenyl ethyl alcohol</i>
2	Pentacosane
3	Dodecane
4	Dodecane
5	Dodecane
6	Dodecane
7	Dodecane
8	Acetic acid
9	Dodecane

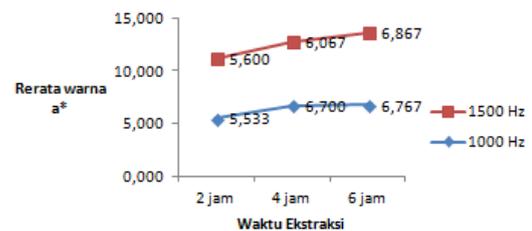
### 3. Warna



**Gambar 3.** Grafik Rerata Tingkat Kecerahan Minyak *Concrete* Atsiri Bunga Mawar Berdasarkan Faktor Frekuensi PEF dan Waktu Ekstraksi

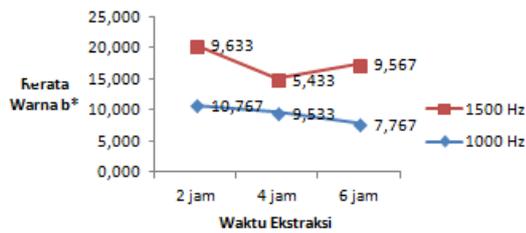
Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai tingkat kecerahan semakin tinggi seiring dengan semakin tinggi frekuensi PEF dan semakin lama waktu ekstraksi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Choviya (2011), yang menyatakan bahwa secara umum tingkat kecerahan pada perlakuan PEF ataupun kombinasi perlakuan PEF akan mengalami kenaikan dengan bertambahnya jumlah tegangan yang

diberikan, namun pada titik tertentu perlakuan PEF dapat mencapai titik optimum. Namun pada perlakuan frekuensi PEF terhadap tingkat kecerahan  $L^*$  minyak atsiri bunga mawar pada hasil analisa ragam tidak memberikan pengaruh nyata terhadap faktor frekuensi PEF. Perubahan tingkat kecerahan ini dikarenakan reaksi zat pewarna yang terdapat pada bahan.



**Gambar 4.** Grafik Rerata Tingkat Warna  $a^*$  Pada Minyak *Concrete* Atsiri Bunga Mawar Berdasarkan Faktor Frekuensi PEF dan Waktu Ekstraksi

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa tiap perlakuan besar frekuensi PEF dan waktu ekstraksi menghasilkan tingkat warna  $a^*$  yang beragam. Hal ini disebabkan adanya pengaruh perlakuan PEF pada bunga namun pada pernyataan Choviya (2011), yang menyatakan bahwa nilai kroma atau nilai  $a^*$  cenderung tidak ada perubahan yang signifikan pada variasi tegangan yang berbeda. Dengan kombinasi waktu ekstraksi juga meningkatkan rerata warna  $a^*$  seiring dengan bertambahnya waktu ekstraksi. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu ekstraksi maka kesempatan untuk bersentuhan antara bahan dan pelarut semakin besar sehingga hasilnya juga bertambah (Suryandari, 1998).



**Gambar 5.** Grafik Rerata Tingkat Warna b\* Minyak *Concrete* Atsiri Bunga Mawar Berdasarkan Faktor Frekuensi dan Waktu Ekstraksi

Pada gambar 6 menunjukkan bahwa tiap perlakuan frekuensi PEF dan waktu ekstraksi menghasilkan tingkat warna b\* yang beragam. Hal ini disebabkan adanya pengaruh PEF, sehingga menyebabkan tingkat warna b\* minyak berbeda. Namun pada pernyataan Choviya (2011, yang menyatakan bahwa nilai *hue* atau nilai b\* cenderung tidak ada perubahan yang signifikan pada variasi tegangan yang berbeda. Hasil yang didapat kan pada perlakuan PEF terhadap minyak atsiri bunga mawar ini menunjukkan berubah yg signifikan. Hal ini diduga PEF pada bunga dapat mempengaruhi tingkat warna b\* pada minyak atsiri bunga mawar. Kemudian waktu ekstraksi mempengaruhi tingkat warna b\* pada minyak atsiri bunga mawar. Hal ini dikarenakan lama ekstraksi menunjukkan jumlah dan mutu ekstrak yang dihasilkan. Waktu ekstraksi yang pendek akan mmemberikan hasil yang rendah sebab tidak semua komponendapat diharapkan untuk terekstrak, sedangkan semakin lama waktu ekstraksi maka kesempatan untuk bersentuhan semakin besar sehingga hasilnya juga bertambah (Suryandari, 1998).

#### 4. Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik menggunakan metode *multiple attribute* (Zeleny, 1992). Parameter yang

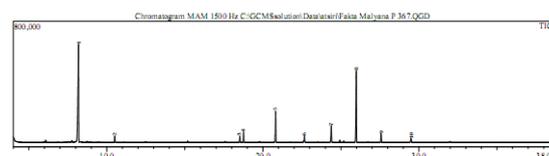
digunakan adalah rendemen, indeks bias, dan warna. Nilai yang diharapkan untuk semua parameter adalah nilai maksimal. Jika parameter dengan nilai rerata semakin tinggi semakin baik, maka nilai terendah sebagai nilai terjelek dan nilai tertinggi sebagai nilai terbaik, begitu sebaliknya.. Tabel hasil nilai terbaik berdasarkan tiap parameter dan perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai terbaik berdasarkan tiap parameter dan perlakuan

Parameter	Nilai
Rendemen (%)	0,703
Indeks Bias	1,537
Kecerahan (L*)	28,40
Warna a*	6,867
Warna b*	9,567

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, hasil terbaik dari semua kombinasi besar frekuensi PEF dengan waktu ekstraksi terdapat pada frekuensi 1500Hz dengan waktu ekstraksi 6 jam.

#### 5. Komposisi Kimia Minyak Atsiri Bunga Mawar



**Gambar 6.** Kromatogram Dari GC-MS Minyak *Concrete* Atsiri Bunga Mawar Dengan Frekuensi PEF 1500 Hz Waktu Ekstraksi 6 Jam

Komponen utama penyusun minyak *concrete* atsiri bunga mawar dengan perlakuan PEF berdasarkan hasil kromatogram sebagai berikut :

##### 1. *Phenyl ethyl alcohol*

*Phenylethyl alcohol* adalah suatu senyawa aromatis yang mempunyai sifat berbau harum seperti bunga mawar. Secara alami phenyl ethyl alcohol ditemui

dalam minyak yang mudah menguap (volatile) pada bunga mawar. *Phenyl ethyl alcohol* merupakan senyawa aromatis paling sederhana dan memiliki banyak karakteristik kimia seperti alkohol primer. Konsentrasi *Phenylethyl alcohol* pada minyak concrete atsiri bunga mawar sebesar 46,41% dengan waktu *recent time* selama 8,180 detik

## 6. Perbandingan Perlakuan Terbaik Dengan Kontrol

**Tabel 2.** Perbandingan Hasil Uji Perlakuan Terbaik Dengan Kontrol

No	Uji	Tanpa PEF	Hasil Perlakuan Terbaik (1500 Hz, 6 Jam)	Selisih
1	Rendemen (%)	0,238	0,703	0,465%
2	Indeks Bias	1,42	1,42	0,087
3	Tingkat Kecerahan (L*)	24,9	28,4	3,5
4	Tingkat Warna a*	7,2	6,9	0,3
5	Tingkat Warna b*	8,4	9,6	1,2
6	GC-MS	5 komponen	10 komponen	
	<i>Phenyl ethyl alcohol</i> (%)	59,77	46,41	13,36
	Pentacosane (%)	-	25,34	
	Dodecane (%)	23,6	1,83	21,77

Dari hasil Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat peningkatan hasil di setiap uji dengan perlakuan PEF dan kontrol, namun terjadi penurunan jumlah komponen pada minyak. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan rendemen minyak atsiri bunga mawar dimana rendemen yang dihasilkan dari perlakuan control (non-PEF) sebesar 0,238% selisih antara perlakuan terbaik dengan perlakuan control sebesar 0,465%. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan awal menggunakan PEF dapat meningkatkan rendemen pada ekstraksi minyak atsiri. Berdasarkan Penelitian yang dilakukan Nisa (2013), ekstraksi minyak melati dengan bantuan PEF sebagai perlakuan pendahuluan dengan tegangan 20 Kv, frekuensi 22 kHz sistem *batch* dengan menggunakan waktu PEF 7 detik lebih efektif dan mampu meningkatkan rendemen sebesar 0,97% dibandingkan dengan menggunakan metode ekstraksi konvensional.

Indeks bias yang dihasilkan dari perlakuan terbaik sebesar 1,537. Indeks bias yang dihasilkan dari perlakuan control (non-PEF) sebesar 1,42. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan nilai indeks bias minyak atsiri bunga mawar. Berdasarkan data tersebut didapatkan selisih antara perlakuan terbaik dengan perlakuan kontrol sebesar 0,087. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan awal menggunakan PEF dapat meningkatkan nilai indeks bias pada minyak atsiri. Menurut Esthiagi *et al.* (2005), PEF mampu meningkatkan kandungan senyawa penting yang terekstraksi dan dapat menggantikan proses ekstraksi konvensional.

Warna yang dihasilkan dari perlakuan terbaik sebesar warna (L=28,40; a=6,867; b=9,567). Warna yang dihasilkan dari perlakuan kontrol (non-PEF) sebesar (L=24,9; a=7,2; b=8,4). Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa perlakuan awal menggunakan PEF dapat meningkatkan kualitas warna pada minyak atsiri bunga mawar.

Pada perlakuan kontrol, komponen utama minyak atsiri bunga mawar yaitu *phenethyl alcohol* dengan area 59,77%. Pada perlakuan terbaik didapatkan *phenethyl alcohol* dengan area 46,41%. Pada perlakuan kontrol (non-PEF) dengan selisih 13,36%. Pada perlakuan kontrol (non-PEF), tidak terdapat komponen pentacosane. Pada perlakuan terbaik didapatkan komponen pentacosane sebesar 25,34%. Kandungan komponen dodecane pada perlakuan kontrol (non-PEF) sebesar 23,60%. Pada perlakuan terbaik komponen dodecane sebesar 1,83%. Kandungan dodecane pada perlakuan terbaik lebih kecil daripada kontrol (non-PEF) dengan selisih 21,77%. Pada perlakuan terbaik dilihat dari hasil GC-MS komponen jenis senyawa yang

keluar lebih banyak di dibandingkan pada perlakuan kontrol (non-PEF) dapat dilihat pada Lampiran 11. Dengan demikian terdapat pengaruh antara perlakuan awal PEF dengan peningkatan komponen penyusun minyak atsiri. Hal ini sesuai dengan penelitian Guderjan *et al.* (2005), Komponen *genistein* dan *daidzein* pada minyak kedelai meningkat hingga 20% saat dilakukan perlakuan awal menggunakan aplikasi medan listrik dibandingkan dengan perlakuan awal tanpa medan listrik.

### Kesimpulan

Perlakuan terbaik diperoleh dari kombinasi frekuensi PEF 1500 Hz dengan waktu Ekstraksi 6 jam. Rendemen sebesar 0,703%, nilai indeks bias 1,537, warna L 28,400; a 6,867; b 9,567, kandungan *phenethyl alcohol* 46,41%, *pentacosane* 25,34%, *dodecane* 1,83%.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada bapak Dr. Ir.Sukardi, MS, atas kesempatan, amanah, motivasi dan dukungan baik moral maupun material yang sangat bermanfaat bagi penulis dan terselesaikannya tugas akhir ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amiarsi, Dkk. 2006. **Pengaruh Jenis Dan Perbandingan Pelarut Terhadap Hasil Ekstraksi Minyak Atsiri Mawar**. Jurnal Hortikultura. 16 (4) : 356-359.
- Choviya H.L., Bambang S, Natalia E.J. 2011. **Studi Komparasi Inaktivasi *Escherichia Coli* Dan Perubahan Sifat Fisik Pada Pasteurisasi Susu Sapi Segar Menggunakan Metode Pemanasan Dan Tanpa Pemanasan Dengan Kejut Medan Listrik**. Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 12 No.1 (April 2011) 31-39.
- Cowan, M.M. 1999. **Plant Products as Antimicrobial Agents**. Clin Microbiol Rev 12 (4) : 564-572
- Donsi, F., G. Ferrari And G. Pataro. 2010. **Application Of Pulsed Electric Field Treatments For The Enhancement Of Mass Transfer From Vegetable Tissue**. Journal Food Eng Rev 2 : 109-130.
- Guderjan, M., M. Elez, and D.Knorr. 2007. **Application of Pulsed Electric Fields at Oil Yield and Content of Functional Food Ingredients at The Production of Rapeseed Oil**. Innov Food Sci Emerg 8: 55-62.
- Janositz, A. A.K. Noack, D. Knorr. 2010. **Pulsed Electric Field And Their Impact On The Diffusion Characteristics Of Potato Slices**. LWT-Food Science And Technology 44. (2011) 1939e1945.
- Kulshrestha, S, dan Sastry, S. 2002. **Frequency and Voltage Effects on Enhanced Diffusion During Moderate Electric Field (MEF) Treatment**. Innovative Food Science and Emerging Technologies Vol. 4, No. 14 may 2002: 189-194
- Nisak, H. 2013. **Ekstraksi Melati Putih Menggunakan Teknologi Kejut Listrik (PEF) Terhadap Mutu Minyak Atsiri Concrete**. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Suryandari, S. 1998. **Pengambilan Oleoresin Jahe Dengan Cara Ekstraksi Pelarut**. Buletin IHP (2) : 36-39
- Zderic, A. Zondervan, E., Meuldijk, J. 2013. **Breakage of Cellular Tissue by Pulsed Electric Field: Extraction of Polyphenols from Fresh Tea Leaves**. Chemical Engineering Transactions Vol.32

Zeleny, M. 1982. ***Multiple Criteria Decision Making***. McGraw-Hill Co.  
New York.