

PRETREATMENT SONIKASI DAN STEAM DISTILLATION UNTUK MENINGKATKAN YIELD MINYAK ATSIRI DARI KULIT JERUK SEBAGAI MEDIA PELURUH SAMPAH STYROFOAM

Ednin Syahrul Ramadhan, Muhammad Alfin Firdaus, Hardjono, Ernia Novika Dewi
Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
Edninramadhan7081@gmail.com ; [hardjono@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Sampah *styrofoam* merupakan sampah anorganik yang sulit terurai sehingga berdampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan. *Limonene* merupakan salah satu komponen terbanyak yang terdapat pada kulit jeruk dan mampu meluruhkan *styrofoam* dengan memecah ikatannya menjadi monomer sehingga mudah terurai oleh alam. Limonene dapat dihasilkan dari minyak atsiri kulit jeruk dan kandungan *limonene* merupakan komponen terbesar pada minyak atsiri kulit jeruk. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian tentang *pretreatment* sonikasi dan *steam distillation* untuk meningkatkan *yield* minyak atsiri dari kulit jeruk sebagai media peluruh sampah *styrofoam*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu sonikasi dan waktu distilasi terhadap *yield* minyak atsiri kulit jeruk yang dihasilkan, serta membuktikan minyak atsiri mampu meluruhkan *styrofoam*. Proses ekstraksi kulit jeruk peras dilakukan menggunakan metode *steam distillation* dengan disertai proses sonikasi sebagai *pretreatment*. Kondisi terbaik pada proses ekstraksi dicapai pada waktu sonikasi 1 jam dan waktu distilasi 6 jam dengan *yield* yang didapat 2,1095 %. Minyak atsiri yang dihasilkan memiliki densitas 0,827287 gr/ ml, viskositas kinematik 0,01025744 cm²/s dan viskositas dinamis 0,0084858 gr/cms. Dari hasil analisis GC-MS, komponen penyusun minyak atsiri kulit jeruk peras adalah limonene 98,52% dan myrcene 1,48%. Hasil peluruhan *styrofoam* jenis wadah elektronik menggunakan larutan peluruh dengan komposisi (minyak atsiri : etanol : air) adalah 1:1:2 kemudian dianalisis dengan GC-FID menunjukkan adanya perubahan polistiren menjadi monostiren.

Kata kunci: minyak atsiri, kulit jeruk, *styrofoam*, sonikasi, *steam distillation*

ABSTRACT

Styrofoam waste is inorganic waste that is difficult to decompose so that it has a bad impact on health and the environment. Limonene is one of the most abundant components in orange peels and is capable of breaking down styrofoam by breaking its bonds into monomers so that it is easily decomposed by nature. Limonene can be produced from orange peel essential oil and the limonene content is the largest component in orange peel essential oil. Therefore, it is necessary to do research on pretreatment Sonication and Steam Distillation to Increase Yield of Essential Oil from Orange Peel as Styrofoam Waste Decay Media. This study aims to determine effect of sonication time and distillation time on the yield of orange peel essential oil produced, and to prove that essential oils are able to dissolve styrofoam. The process of extracting orange peel was carried out using steam distillation method accompanied by a sonication process as pretreatment. The best conditions in extraction process were achieved at 1 hour sonication time and 6 hours distillation time with a yield of 2.1095%. The essential oil produced has a density of 0,827287 gr/ml, kinematic viscosity of 0.01025744 cm²/s and dynamic viscosity of 0.0084858 gr/cms. From the results of GC-MS analysis, components of orange peel essential oil are limonene 98.52% and myrcene 1.48%. The results of decay of styrofoam type electronic

container using solvent with a composition (essential oil: ethanol: water) is 1: 1: 2 then analyzed by GC-FID showed change in polystyrene to monostyrene.

Keywords: essential oil, orange peel, styrofoam, sonication, steam distillation

1. PENDAHULUAN

Sampah *styrofoam* termasuk sampah anorganik yang sulit terurai dan berdampak buruk bagi kesehatan serta lingkungan dan dibutuhkan waktu ribuan tahun agar *styrofoam* dapat terdekomposisi atau terurai dengan sempurna. Selama ini metode yang sering digunakan untuk mengurangi sampah *styrofoam* adalah pembakaran langsung yang dapat menghasilkan gas karbon dioksida, gas karbon monoksida, dan CFC yang dapat merusak lapisan ozon [1]. Kandungan kulit jeruk memiliki senyawa yang berbeda-beda tergantung jenisnya, sehingga berbeda jenis jeruk aromanya berbeda. Namun, senyawa yang dominan adalah *limonene* (C₁₀H₁₆). Kandungan *limonene* setiap varietas jeruk berbeda, kandungannya 70-92% [2]. Salah satu metode yang dikembangkan untuk mengatasi permasalahan sampah *styrofoam* dengan bahan alami adalah menggunakan minyak atsiri dari kulit jeruk. *Limonene* sebagai komponen utama dari minyak atsiri kulit jeruk dapat memecah rantai polimer dari polistiren. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan minyak atsiri dari kulit jeruk menggunakan *steam distillation* dengan *pretreatment* sonikasi yang akan digunakan untuk meluruhkan sampah *styrofoam*. Pada penelitian yang dilakukan Muhtadin *et al* pada tahun 2013 [3] mengekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk menggunakan distilasi air hasil rendemennya 0,35 – 0,37% dan menggunakan metode distilasi uap hasil rendemennya 0,6%. Robiah dan Permana tahun 2020 [4] mengekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk sunkist untuk meluruhkan *styrofoam* dengan metode distilasi air. *Yield* maksimum yang dihasilkan sebesar 3, 07%. Hasil maksimum 100% minyak atsiri untuk meluruhkan *styrofoam* jenis wadah mie instan membutuhkan waktu 43, 57 detik. Penelitian terdahulu dilakukan oleh Febriansyah & Bachtiar tahun 2019 [5] mengekstraksi minyak atsiri kulit jeruk dengan metode *water distillation* untuk meluruhkan sampah *Styrofoam*. Hasil minyak atsiri dari penelitian ini masih memiliki *yield* yang sedikit. Untuk meningkatkan *yield* minyak atsiri dari kulit jeruk pada penelitian ini ditambahkan *pretreatment* sonikasi dengan metode ekstraksi *steam distillation*. Penambahan *pretreatment* sonikasi bertujuan untuk membuka pori-pori kulit jeruk agar minyak atsiri mudah untuk diekstrak dengan menggunakan *steam distillation*. Sonikasi merupakan salah satu metode ekstraksi yaitu menggunakan metode ultrasonik. Metode ultrasonik menggunakan gelombang ultrasonik dengan frekuensi lebih tinggi dari 16-20 kHz [6].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Teknik Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk menghasilkan minyak atsiri dari kulit jeruk dengan metode *steam distillation* menggunakan *pretreatment* sonikasi. Penelitian dibagi menjadi 5 (lima) tahap, yaitu tahap persiapan bahan baku, *pretreatment* sonikasi, proses *steam distillation* dan pemisahan minyak atsiri, peluruhan *styrofoam* dan analisis.

2.2 Tahap Pengujian Minyak Atsiri

Pengujian minyak atsiri yang didapatkan, meliputi: uji densitas dengan alat piknometer, uji viskositas dengan menggunakan viskositas *Oswald*, uji keluruhan poli stirena menjadi mono stiren yang kemudian memasukkan sampel *styrofoam* yang telah larut oleh minyak atsiri pada tempat input alat GC-FID.

2.2.1 Uji Viskositas

Minyak atsiri dimasukkan ke viscometer. Alat dikondisikan sesuai SOP dan kalibrasi alat. Menghisap minyak atsiri dengan *ball pipette* hingga tanda batas, kemudian melepas *ball pipette* sehingga minyak atsiri turun karena gravitasi. Waktu untuk minyak atsiri turun hingga ke wadah penampung di dalam viscometer dicatat.

2.2.2 Uji Densitas

Piknometer kosong (a) ditimbang menggunakan neraca analitik. Piknometer diisi dengan aquades kemudian ditimbang beratnya (b). Piknometer diisi dengan sampel minyak atsiri kemudian ditimbang beratnya (c).

Menentukan volume air dengan cara:

$$\text{Volume air} = \frac{b-a}{\rho \text{ aquades}} \quad (1)$$

Menghitung densitas minyak dengan cara:

$$\text{Densitas minyak atsiri} = \frac{c-a}{\text{volume air}} \quad (2)$$

2.2.3 Uji Keluruhan dengan GC-FID

Sampel *styrofoam* yang terlarut oleh pelarut dilakukan pengujian yang sesuai dengan ASTM F1635.

2.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian, meliputi: serangkaian alat steam distillation, sonikator, timbangan, spatula, statif, klem holder, gelas kimia 100 ml, botol sampel, erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes, corong pisah, corong, dan beaker glass. Bahan yang digunakan pada penelitian, meliputi: kulit jeruk peras, etanol 96%, aquades, styrofoam (wadah alat elektronik, dan n-heksan).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian didapatkan hasil banyaknya minyak atsiri dari kulit jeruk setelah dilakukannya ekstraksi minyak atsiri dengan metode *pretreatment* sonikasi dan *steam distillation* yang bervariasi.

Tabel 1. Data hasil ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk

Waktu Sonikasi (Menit)	Waktu distilasi (Jam)		
	4	5	6
0	1,46 ml	1,7 ml	4,1 ml
15	2,2 ml	2,4 ml	4,9 ml
30	2,3 ml	2,55 ml	5,19 ml
45	2,46 ml	2,7 ml	7 ml
60	3,1 ml	4,5 ml	7,65 ml

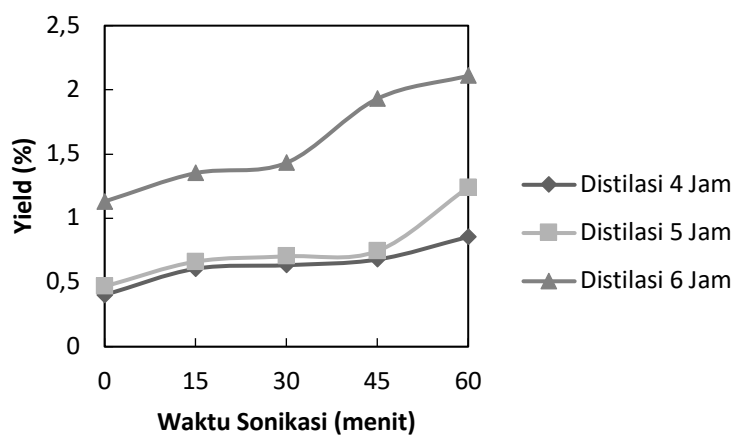
Tabel 2. Data *yield* minyak atsiri kulit jeruk yang terekstrak

Waktu Sonikasi (Menit)	Waktu distilasi (Jam)		
	4	5	6
0	0,41	0,48	1,15
15	0,62	0,67	1,38
30	0,65	0,72	1,46
45	0,69	0,76	1,97
60	0,87	1,27	2,15
Rata- rata Yield (%)	0,65	0,78	1,62
Rata- rata Yield Total (%)	1,02		

Ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk peras dilakukan dengan metode *steam distillation* yang didahului dengan proses sonikasi. *Pretreatment* sonikasi dimaksudkan untuk meningkatkan yield minyak atsiri saat ekstraksi dengan metode *steam distillation*. Minyak atsiri yang dihasilkan digunakan untuk meluruhkan *styrofoam* dari wadah elektronik. Morfologi kulit jeruk sebelum dan sesudah proses dianalisis dengan SEM, sedangkan karakteristik minyak atsiri yang dihasilkan dianalisis dengan GCMS. Hasil luruhan *styrofoam* dan minyak atsiri dianalisis dengan menggunakan GC-FID.

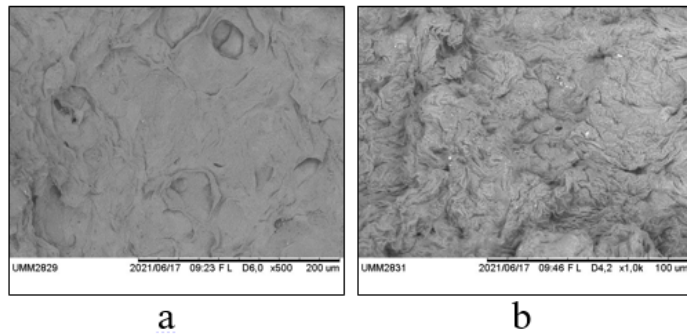
3.1 Pengaruh Sonikasi Terhadap Yield Minyak Atsiri

Sebelum ekstraksi dengan metode *steam distillation* dilakukan, kulit jeruk peras yang telah diperkecil ukurannya dilakukan *pretreatment* sonikasi. Proses sonikasi dilakukan dengan menggunakan ultrasonik bath dengan frekuensi 40.000 Hz dan menggunakan media sonikasi berupa air. Sonikasi merupakan proses dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik, yaitu gelombang dengan frekuensi lebih dari 20.000 Hz. Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa adanya sonikasi mempengaruhi bertambahnya yield minyak atsiri kulit jeruk. Pada grafik tersebut terlihat bahwa kenaikan nilai yield sebanding dengan kenaikan waktu sonikasi pada waktu distilasi yang sama, terlihat pada waktu distilasi 6 jam dengan waktu sonikasi yang semakin lama, nilai yieldnya juga semakin meningkat.



Gambar 1. Grafik pengaruh waktu sonikasi terhadap *yield* minyak atsiri kulit jeruk

Dari grafik di atas juga dapat kita lihat bahwa *pretreatment* sonikasi mampu meningkatkan nilai *yield* minyak atsiri kulit jeruk. Pada waktu distilasi 6 jam *yield* terendah hingga tertinggi yaitu pada waktu sonikasi 0 menit 1,15% pada waktu sonikasi 15 menit 1,38%, pada waktu sonikasi 30 menit 1,46%, pada waktu sonikasi 45 menit 1,97%, dan *yield* tertinggi dicapai pada waktu sonikasi 60 menit dengan nilai 2,15% .

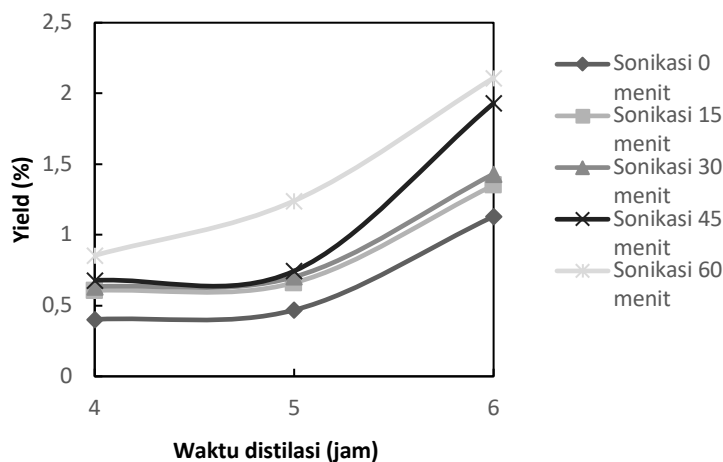


Gambar 3. Morfologi kulit jeruk: (a) sebelum sonikasi (b) sesudah sonikasi

Gelombang kavitas yang dihasilkan dari *ultrasonic bath* menyebabkan permukaan dinding sel kulit jeruk terkoyak sehingga memperbanyak minyak atsiri yang terekstrak pada proses distilasi. Semakin lama waktu sonikasi, semakin besar efek kavitas yang ditimbulkan, semakin besar *yield* minyak atsiri yang didapatkan. Proses yang terjadi pada kulit jeruk karena proses sonikasi dapat dilihat dari hasil analisa SEM pada Gambar 3(b) yang menunjukkan pori-pori kulit jeruk lebih terbuka atau terkoyak yang diakibatkan proses sonikasi dibandingkan hasil analisa SEM pada Gambar 3(a) sebelum distilasi yang terlihat struktur pori pori kulit jeruk belum terbuka.

3.2 Pengaruh Waktu Distilasi terhadap *Yield* Minyak Atsiri

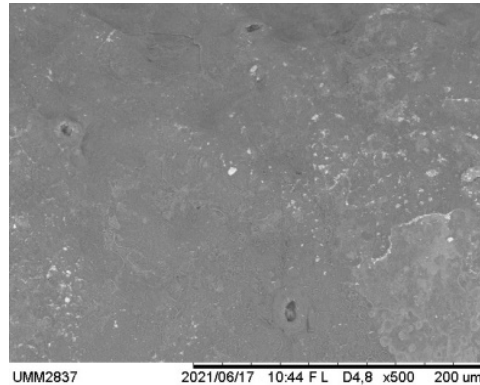
Setelah *pretreatment* sonikasi, kulit jeruk diekstrak minyak atsirinya menggunakan metode *steam distillation*. Proses distilasi dilakukan dengan memanaskan air pada tangki pembakaran sampai suhu 100°C, dan kulit jeruk yang telah mengalami proses sonikasi diletakkan pada tangki penyulingan.



Gambar 4. Grafik pengaruh waktu distilasi uap terhadap *yield* minyak atsiri kulit jeruk

Pada Gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu distilasi dengan waktu sonikasi yang sama maka minyak atsiri yang terekstrak semakin banyak. Pada waktu sonikasi 60 menit, pada waktu distilasi 4 jam, 5 jam dan 6 jam dengan nilai yield 0,87, 1,27, dan 2,15%. Dari *yield* yang dihasilkan Lama waktu distilasi mempengaruhi kontak uap air dengan bahan. Lama waktu distilasi juga berpengaruh terhadap penguapan fraksi yang bertitik didih tinggi. Semakin lama penyulingan, penguapan fraksi yang bertitik didih tinggi akan semakin besar [7] dan semakin lama kontak pelarut dan sampel tersebut akan diperoleh rendemen (%) yang semakin banyak [8]. Pada Gambar 4.4 memperlihatkan kesesuaian dengan penelitian yang dilakukan oleh Muhtadin dkk [3] mengenai pengambilan minyak atsiri dari kulit jeruk menggunakan metode *steam distillation* yang menunjukkan semakin lama waktu distilasi maka semakin banyak minyak atsiri yang diekstrak.

Morfologi kulit jeruk akibat proses distilasi dapat dilihat dari hasil analisa SEM pada Gambar 5. Dari gambar tersebut dapat dilihat setelah proses distilasi pori-pori kulit jeruk tak lagi utuh akibat proses sonikasi dilanjutkan dengan pemanasan saat distilasi.



Gambar 5. Mofologi kulit jeruk setelah distilasi

3.3 Karakristik Minyak Atsiri Kulit Jeruk

- **Uji Densitas Minyak Atsiri**

Minyak atsiri dilakukan uji sifat fisik dengan analisa densitas. Pada analisa densitas minyak atsiri yang dilakukan pengukuran pada suhu 25°C didapatkan densitasnya sebesar 0,8436 gram /mL. Berdasarkan standar *Essential Oils Association* (EOA) minyak atsiri kulit jeruk memiliki sifat fisika massa jenis (densitas) pada suhu 25°C sebesar 0,840 – 0,853 gr/mL [9]. Hasil densitas minyak atsiri yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar EOA.

- **Uji Kandungan Minyak Atsiri Dengan GC-MS**

Analisa GC- MS bertujuan untuk mengetahui komposisi dari minyak atsiri kulit jeruk peras yang diekstrak. Dari hasil Analisa GC – MS untuk minyak atsiri kulit jeruk peras menunjukkan bahwa terdapat adanya dua komponen pada minyak kulit jeruk peras yaitu *myrcene* dan *limonene*. Kadar Myrcene sebesar 1,48 %, sedangkan untuk limonene sebesar 98,52 %. Pada penelitian megawati dkk, 2015 [10] menggunakan jenis kulit jeruk manis, dimana dari hasil GC- MS nya terdapat dua komponen utama yaitu *limonene* dan *pinene*. Dengan kadar pinene sebesar 3,31% sedangkan untuk kadar *limonene* 96,69%. Adanya perbedaan dari komponen minyak atsiri kulit jeruk dengan penelitian megawati dkk, 2015 [10] dikarenakan perbedaan jenis kulit jeruk yang digunakan. Dimana kulit jeruk yang kami gunakan adalah jenis kulit jeruk peras, sedangkan jenis kulit jeruk yang

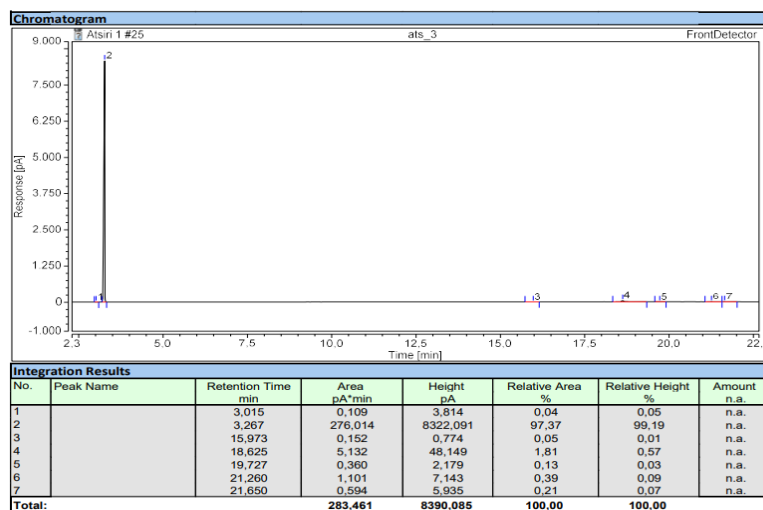
digunakan pada penelitian sebelumnya adalah jeruk manis. *Myrcene* merupakan senyawa monoterpen asiklik yang tidak memiliki aroma yang kuat. *Myrcene* digunakan sebagai bahan dasar wewangian dan obat penenang karena memiliki efek analgesik, antinflamasi, antibiotik dan sifat antimutagenik [11].

• **Uji Viskositas Minyak Atsiri**

Analisa viskositas dilakukan dengan menggunakan viscometer Otswald dengan ukuran 200 mm dengan suhu operasi 40 °C. Hasil analisa viskositas didapatkan nilai viskositas dinamis sebesar 0,0086853 gr/cms. Nilai viskositas dinamis ini didapat dari perkalian nilai viskositas kinematik dikalikan dengan densitasnya. Pada penelitian Febriansyah & Bachtiar tahun 2019 [5] didapatkan nilai viskositas minyak atsiri kulit jeruk peras sebesar 0,008801312 gr/cms. Nilai viskositas yang kami peroleh mendekati dengan nilai viskositas pada penelitian sebelumnya, yang membuat adanya perbedaan terlihat dari waktu minyak atsiri untuk mencapai tanda batas serta nilai densitas yang berbeda sehingga terdapat perbedaan nilai viskositas minyak atsiri kulit jeruk perasnya. Kemudian jika viskositas kinematik minyak atsiri yang diperoleh sebesar 1,0257 mm²/s dibandingkan dengan literatur dari Ibrahim, dkk, (2018) [12] sebesar 1,4999 mm²/s maka hasil viskositas kinematik minyak atsiri kurang sesuai atau minyak atsiri yang diperoleh terlalu encer. Pada viskositas didapatkan hasil yang kurang sesuai dengan literature dikarenakan minyak atsiri masih mengandung *n-hexane* yang disebabkan pemisahan *n-hexane* dan minyak atsiri yang kurang sempurna.

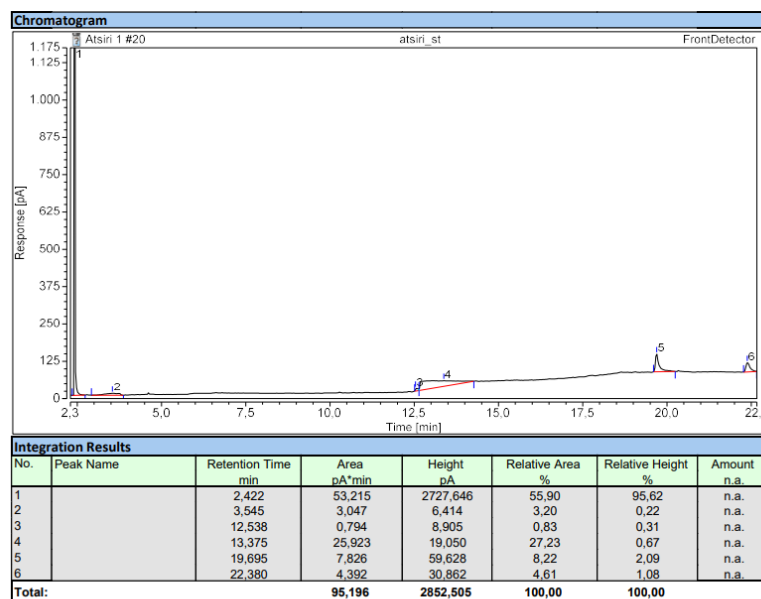
3.4 Peluruhan Styrofoam

Minyak atsiri kulit jeruk yang telah didapatkan perlu diuji untuk meluruhkan *styrofoam*. Peluruhan *styrofoam* menggunakan larutan dengan komposisi yang optimal yang merujuk pada penelitian yang dilakukan Febriansyah (2019) [5]. Peluruhan *styrofoam* dilakukan dengan menggunakan larutan peluruh dengan perbandingan komposisi minyak atsiri: etanol : air adalah 1:1:2 yaitu menggunakan minyak atsiri 1 ml, etanol 1 ml, dan air 2 ml. Pada hasil pengujian larutan peluruh yang dapat meluruhkan *styrofoam* polistiren menjadi monostiren. Kemudian dilakukan Analisa GC-FID untuk mengetahui bahwa *styrofoam* yang diluruhkan dengan larutan peluruh berubah menjadi suatu monomer stiren.



Gambar 6. Hasil analisa GC-FID larutan standar mono stiren

Pada Gambar 6 terlihat bahwa peak yang memiliki *relative area* (%) terbesar ada pada peak nomor 2 yang menunjukkan itu adalah senyawa mono stiren dengan peak tersebut keluar pada waktu 3,267 menit. Kemudian dilihat pada Gambar yang 7 mendekati waktu 3,267 menit adalah senyawa monostiren pada sampel *styrofoam* yang telah luruh yaitu pada waktu 3,544 menit dan memiliki *relative area* sebesar 3,20 % . Hal ini dapat menunjukkan bahwa *styrofoam* dapat diluruhkan dengan minyak atsiri kulit jeruk sehingga menjadi monostiren. Minyak atsiri kulit jeruk terbukti dapat meluruhkan *styrofoam*. Peluruhan *styrofoam* menyebabkan rantai polimer terlepas sehingga polistiren menjadi monostiren. Saat *styrofoam* yang bersifat sukar terurai atau terdegradasi oleh alam menjadi monomernya, diharapkan dapat menjadi salah satu upaya penanggulangan limbah *styrofoam* yang lebih mudah untuk diuraikan alam.



Gambar 7. Hasil analisa GC-FID larutan *styrofoam* yang luruh

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ekstraksi minyak atsiri dengan variasi waktu *pretreatment* sonikasi dan variasi waktu metode *steam distillation* didapatkan hasil bahwa semakin lama waktu sonikasi maka semakin tinggi *yield* minyak atsiri kulit jeruk yang dihasilkan, semakin lama waktu distilasi maka semakin tinggi *yield* minyak atsiri kulit jeruk yang dihasilkan dengan *yield* tertinggi sebesar 2,15% diperoleh pada waktu sonikasi 60 menit dan waktu distilasi 6 jam. Minyak atsiri kulit jeruk mampu meluruhkan *styrofoam* wadah elektronik. Larutan peluruh dengan komposisi minyak atsiri : etanol : air (1: 1: 2) mampu meluruhkan *styrofoam* wadah elektronik dengan dimensi 1 x 1 x 0,25 cm³ dengan waktu peluruhan 32,71 detik.

Saran pada penelian pada proses ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk menggunakan *steam distillation* harus sering mengecek air pada tangki pembakaran yang tidak boleh kehabisan karena menyebabkan kulit jeruk di atas saringan menjadi gosong dan minyaknya berbau gosong, setelah proses distilasi harus membersihkan air sisa pada tangki pembakaran supaya jika melakukan *running* kembali warnanya tidak kecoklatan, dan sebelum melakukan *running* harus mengecek ketertutupan pipa kondensor yang dapat mengakibatkan uap tidak dapat mengalir ke kondensor dan membuat kebocoran tangki penyulingan.

REFERENSI

- [1] R. J. Sari, M. R. Puspita, dan F. B. Sukandaru, "Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Berbahan Dasar Limbah Styrofoam Menggunakan Metode Elektrosinning," *ReTII*, vol. 2019, no. November, hal. 488–495, 2019.
- [2] Mizu, "Minyak Atsiri Jeruk : Peluan Meningkatkan Nilai Ekonomi Kulit Jeruk," *J. Penelit. an Penembangan Pertan.*, vol. 30, no. 6, hal. 2013–2015, 2008.
- [3] A. F. Muhtadin, R. Wijaya, dan P. Prihatini, "Pengambilan Minyak Atsiri dari Kulit Jeruk," *J. Tek. Pomits*, vol. 2, no. 1, hal. 98–101, 2013.
- [4] Robiah dan S. H. A. Permana, "Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Kulit Jeruk Sebagai Bahan Peluruhan Styrofoam," *Distilasi*, vol. 3, no. 2, hal. 16–21, 2018.
- [5] Irfan Febriansyah dan Renanda Indra Bachtiar, "Peluruhan Sampah Styrofoam Menggunakan Minyak Atsiri Hasil Ekstraksi Kulit Jeruk Menggunakan Proses Water Distillation," *Laporan Skripsi*, Politeknik Negeri Malang, Malang, 2019.
- [6] A. Rahmawati dan W. D. R. Putri, "Karakteristik Ekstrak Kulit Jeruk Bali Menggunakan Metode Ekstraksi Ultrasonik (Kajian Perbandingan Lama Blansing Dan Ekstraksi)," *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 1, no. 1, hal. 26–35, 2013.
- [7] E. Guenther, "*Minyak Atsiri Jilid 1*," Jakarta: UI-Press, 1987.
- [8] C. H. Nirwana dan W. Zamrudy, "Studi Literatur Karakteristik Minyak Cengkeh (Clove Oil) Dari Beberapa Metode Distilasi," *Distilat J. Teknol. Separasi*, vol. 7, no. 2, hal. 561–569, 2021, doi: 10.33795/distilat.v7i2.271.
- [9] G. Reineccius, "*Flavor Chemistry and Technology*," Boca Roton: CRC Press, 2006.
- [10] R. D. Megawati; Kurniawan, "Ekstraksi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis (Citrus Sinensis) Dengan Metode Vacuum Microwave Asisted Hydrodistillation," *J. Bahan Alam Terbarukan*, vol. 4, no. 1, hal. 6–13, 2015, doi: 10.15294/jbat.v4i2.4143.
- [11] S. Cahyati, Y. Kurniasih, dan Y. Khery, "Efisiensi Isolasi Minyak Atsiri Dari Kulit Jeruk Dengan Metode Destilasi Air-Uap Ditinjau Dari Perbandingan Bahan Baku Dan Pelarut Yang Digunakan," *Hydrog. J. Kependidikan Kim.*, vol. 4, no. 2, hal. 103, 2016, doi: 10.33394/hjkk.v4i2.97.
- [12] K. Ramadan, S. Nader, dan A. Ibrahim, "Orange peel fixed oil (Citrus sinensis 'valencia'), physiochemical properties, fatty acids profile, potential uses and the effect of environmental factors on it," *Bulg. J. Agric. Sci.*, vol. 24, no. 1, hal. 91–98, 2018.