

Kinerja Alat Penyulingan Minyak Atsiri Limbah Industri Sirup Kalamansi Skala Kecil Dengan Metode *Steam Distillation*

Performance of a Small Scale Essential Oil Distillation Apparatus on The Industrial Byproduct Kalamansi Syrup With Steam Distillation Method

Tuti Tutuarima*, Yazid I. Intara

Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Jl. W.R. Supratman, Kandang Limun Kota Bengkulu, Indonesia

*Penulis korespondensi: Tuti Tutuarima, e-mail: tutitutuarima@unib.ac.id

Tanggal submisi: 5 Juni 2020; Tanggal penerimaan: 28 Agustus 2020

ABSTRACT

Byproducts in the form of orange peel produced from the kalamansi orange syrup industry are among the problems to the surrounding environment due to its unpleasant aroma. The utilization of waste processed into essential oil can increase the product's added value and increase income for the kalamansi orange syrup industry. Efforts to produce kalamansi oil with a high yield level will be made through the design and testing method of direct steam (steam distillation). This study was aimed to test the performance of simple distillation tools for byproducts from the kalamansi syrup industry using the steam distillation method. Small scale equipment with a capacity of 8 kg kalamansi peel was applied in this research. Parameters such as yield, conversion rate, and cooling water temperature were observed to determine the tool's performance. The results showed that a yield obtained was 0.33% with the distillate flow rate of 127.2 mL/min. This flow rate was considered very high and caused the obtained yield less than optimal. Therefore, further research is needed to test the use of a distillate flow rate to optimize yield.

Keywords: *essential oil, kalamansi, small-scale, steam distillation*

ABSTRAK

Keberadaan limbah kulit yang dihasilkan dari pengrajin sirup jeruk kalamansi merupakan salah satu masalah karena aroma yang tidak sedap dan mengganggu lingkungan di sekitarnya. Pemanfaatan limbah menjadi minyak atsiri dapat meningkatkan nilai tambah produk serta meningkatkan pendapatan bagi pengrajin sirup jeruk kalamansi. Upaya untuk menghasilkan minyak kalamansi dengan tingkat rendemen yang tinggi akan dilakukan melalui perancangan dan pengujian alat penyulingan metode uap langsung (*steam distillation*). Tujuan dari penelitian ini adalah menguji kinerja alat penyulingan minyak limbah industri sirup jeruk kalamansi yang sederhana untuk skala kecil menggunakan metode penyulingan uap. Alat penyuling ini merupakan peralatan yang digunakan untuk skala kecil dengan kapasitas 8 kg limbah jeruk kalamansi. Pengujian kinerja alat meliputi: rendemen, laju penyulingan, dan suhu air pendingin. Hasil uji kinerja alat menunjukkan jumlah rendemen yang diperoleh adalah sebesar 0,33 % dengan laju alir destilat berkisar 127,2 mL/menit. Laju alir destilat yang dihasilkan ini masih sangat tinggi. Hal ini pula yang menyebabkan perolehan rendemen belum optimal. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap penggunaan laju alir destilat untuk mengoptimalkan perolehan rendemen.

Kata kunci: kalamansi, penyulingan uap, minyak atsiri, skala kecil

PENDAHULUAN

Sirup jeruk kalamansi merupakan salah satu produk unggulan daerah Bengkulu. Industri jeruk kalamansi berkembang dengan pesat. Peningkatan jumlah pengrajin sirup jeruk kalamansi berakibat pada meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan selama proses produksi. Salah satu limbah yang dihasilkan berupa kulit yang mencapai 40% (Dewi *et al.*, 2016). Limbah olahan jeruk tersebut masih berpotensi untuk dikembangkan menjadi suatu produk, salah satunya minyak atsiri.

Minyak atsiri dapat dihasilkan melalui beberapa cara, salah satunya dengan cara destilasi (Yuliani dan Satu, 2012). Destilasi (penyulingan) adalah salah satu proses yang digunakan untuk memproduksi minyak atsiri dari berbagai tanaman. Terdapat tiga metode destilasi yaitu metode destilasi air (*water distillation*), metode kukus atau air-uap (*water and steam distillation*), dan metode destilasi uap (*steam distillation*). Faktor penting untuk mendapatkan minyak dengan rendemen dan mutu yang tinggi adalah metode dan kondisi operasi proses penyulingan.

Rendemen minyak atsiri dipengaruhi banyak faktor, salah satunya metode penyulingan yang digunakan. Jurnal (2015) telah melakukan penyulingan dengan metode air dan uap atau kukus (*water and steam distillation*) menghasilkan rendemen minyak kulit kalamansi sebesar 0,33%. Diperkirakan rendemen minyak dalam kulit jeruk kalamansi masih dapat ditingkatkan dengan metode lainnya, yaitu metode uap (*steam distillation*). Berdasarkan kecepatan penyulingan dan kapasitas produksi minyak, metode destilasi uap memberikan performa yang lebih baik daripada metode lainnya (Sulaswaty *et al.*, 2019). Golmohammadi *et al.* (2018) juga menyebutkan bahwa penyulingan kulit jeruk menggunakan metode uap memberikan hasil yang meningkat dan waktu yang lebih pendek.

Penyulingan dengan metode uap langsung membutuhkan peralatan yang lebih kompleks. Rancangan alat pada metode penyulingan kukus dan penyulingan air memiliki perbedaan dengan rancangan alat pada metode penyulingan uap. Peralatan yang digunakan pada penyulingan uap terdiri dari ketel uap (*boiler*), ketel suling, kondensor dan pemisah minyak. Sementara pada penyulingan air dan kukus, ketel uap tidak diperlukan. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji kinerja alat penyulingan minyak kulit jeruk kalamansi yang sederhana untuk skala kecil menggunakan metode penyulingan uap (*steam distillation*).

METODE PENELITIAN

Persiapan Bahan Baku

Bahan yang disuling adalah limbah jeruk kalamansi yang berupa kulit, ampas dan biji kalamansi. Sebelum disuling, limbah ini terlebih dahulu dikeringanginkan selama ± 2 hari.

Pengujian Alat Penyulingan

Pengujian alat penyulingan diawali dengan menghubungkan semua komponen alat yang akan digunakan seperti pada Gambar 1. Alat pemanasan yang digunakan adalah kompor tungku dengan bahan bakar gas LPG. Bahan yang sudah siap suling kemudian dimasukkan ke dalam ketel suling hingga memenuhi $\frac{3}{4}$ ruang volumenya. Ketel suling yang telah berisi bahan kemudian ditutup rapat.

Sebelum dilakukan pemanasan, ketel uap terlebih dahulu diisi air hingga mencapai batas maksimum. Selanjutnya ketel ditutup rapat. Pemanasan dilakukan dengan menyalakan kompor tungku. Perhitungan waktu penyulingan dimulai pada saat tetes destilat pertama keluar.

Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati selama pengujian alat meliputi: kadar air bahan, volum minyak hasil penyulingan, volum air hasil penyulingan (air destilat/kondensat), air kondensasi dalam ketel suling, laju alir penyulingan, serta suhu air masuk dan keluar kondensor.

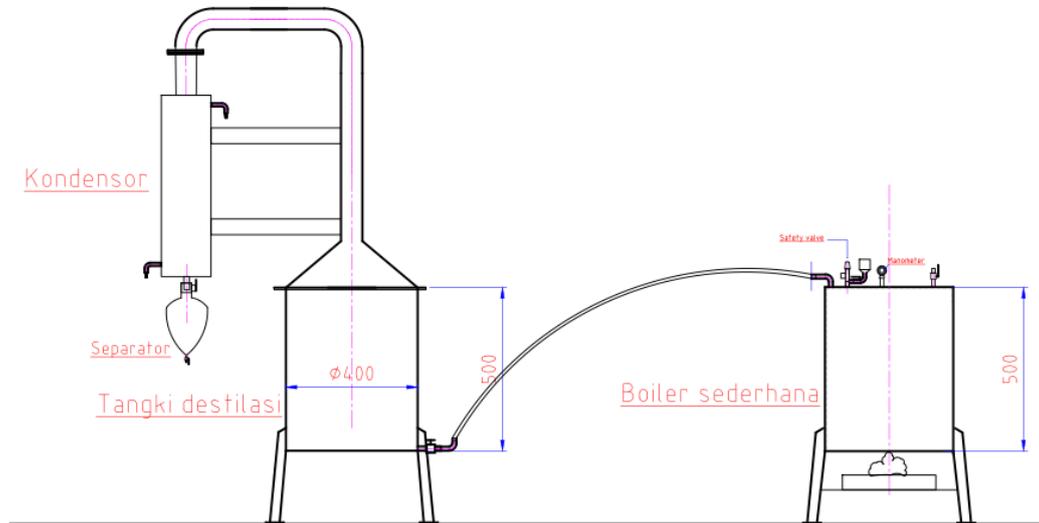
Prosedur Pengujian

Berat Bahan

Penimbangan berat awal bahan dilakukan sebelum bahan disuling. Bahan yang ditimbang setelah melalui perlakuan sebelum penyulingan (pengeringan).

Kadar Air Bahan

Penentuan kadar air bahan mengacu pada SNI 01-3181-1992 (SNI, 1992). Sebanyak 10 g bahan dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan toluene (Merck, Germany) hingga menutupi seluruh bahan (terendam). *Dean star trap* dipasang pada gelas tersebut dan dididihkan selama ± 1 jam. Volume air yang tersuling dibaca pada *dean star trap*.



Gambar 1. Skema alat penyulingan

Tabel 1. Kinerja alat penyulingan limbah kulit kalamansi

| Uraian | Kinerja alat |
|---|----------------|
| Berat bahan baku | 8 kg |
| Kadar air bahan | 34 % |
| Lama penyulingan | 2 jam |
| Volume minyak | 31 mL |
| Rendemen | 0,33 % |
| Jumlah air destilat | 10,375 L |
| Jumlah air kondensasi (dalam ketel bahan) | 4,16 L |
| Laju alir destilat 1 jam pertama | 127,2 mL/menit |
| Suhu air masuk kondensor | 35,4 °C |
| Suhu air keluar kondensor | 42,6 °C |

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{volume air (mL)}}{\text{bobot contoh (g)}} \times 100 \%$$

Rendemen

Pengukuran rendemen berdasarkan persamaan berikut yang mengacu pada SNI 8028-1:2014 (SNI, 2014).

$$Sr (\%) = \frac{Wp}{Wo} \times 100$$

Keterangan: Sr = rendemen (%), Wp = bobot minyak atsiri yang dihasilkan (kg), Wo = bobot daun atsiri sebagai bahan awal (kg)

Laju Alir Destilat

Pengukuran laju alir destilat dilakukan dengan menampung air destilat dengan gelas ukur selama 1 menit. Pengukuran ini dilakukan secara berkala setiap 15 menit selama penyulingan berlangsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kinerja alat penyuling dilakukan menggunakan limbah padat dari industri sirup kalamansi, berupa kulit, ampas, dan biji jeruk kalamansi. Kinerja alat penyulingan minyak dengan metode uap langsung disajikan pada Tabel 1.

Kapasitas Alat

Kapasitas alat penyulingan sangat tergantung dari bahan yang disuling. Bahan yang berbentuk biji, akar, dan batang memiliki berat jenis besar, sehingga kapasitas alat akan lebih besar jika dibandingkan dengan bahan baku yang berasal dari daun atau bunga.

Sinaga *et al.* (2016) mengemukakan bahwa kapasitas efektif alat merupakan produktivitas alat selama pengoperasian tiap satuan waktu. Pada proses penyulingan, kapasitas efektif alat diukur

dengan membagi volume minyak yang dihasilkan terhadap waktu yang dibutuhkan selama pengoperasian alat. Hasil penyulingan menunjukkan waktu rata-rata yang diperlukan untuk menyuling limbah padat industri kalamansi yaitu 2 jam sehingga kapasitas efektif alat penyuling minyak atsiri tipe uap langsung sebesar 15,50 mL/jam. Pada percobaan pertama ini, bahan baku yang digunakan adalah semua limbah padat tersebut tanpa memisahkan bijinya. Bahan yang digunakan adalah sebanyak 8 kg. Jumlah bahan ini memenuhi lebih dari $\frac{3}{4}$ bagian volume ketel bahan.

Zuliansyah *et al.* (2013) membuktikan bahwa, semakin besar jumlah bahan baku yang memenuhi ketel (daun nilam), maka semakin kecil volume kondensat yang dihasilkan yang berakibat pada penurunan rendemen minyak. Hal ini disebabkan massa tanaman nilam mempengaruhi uap yang mengalir dari boiler menuju ke ketel suling untuk mengekstraksi tanaman nilam.

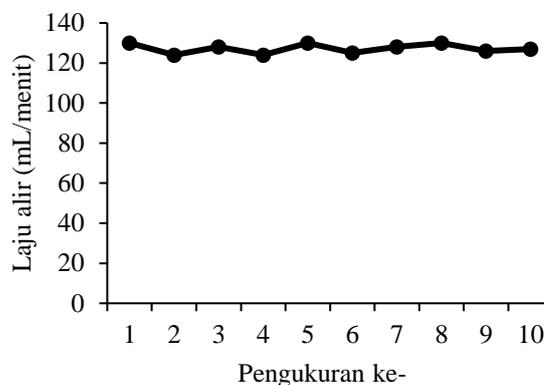
Laju Alir Destilat

Destilat/kondensat merupakan campuran air dan minyak yang keluar dari kondensor. Laju alir destilat merupakan jumlah uap yang membawa minyak yang dapat disuling tiap satuan waktu. Laju ini sangat dipengaruhi oleh tingkat pemanasan serta dimensi alat (luas dan volume). Fitriady *et al.* (2017) menyebutkan bahwa laju kondensat memiliki keterkaitan yang sangat erat terhadap laju alir uap yang melewati sistem. Uap dalam proses distilasi memiliki dua peranan penting yaitu sebagai penyedia sumber panas maupun sebagai medium pembawa minyak yang teruapkan dari bahan.

Laju alir destilat selama penyulingan limbah kulit kalamansi rata-rata sebesar 127,20 mL/menit. Laju alir ini masih sangat tinggi, karena selama penyulingan tidak dilakukan rekayasa terhadap proses. Hal ini berakibat pada perolehan rendemen minyak yang masih kecil. Laju alir destilat selama penyulingan dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil penelitian Fitriady *et al.* (2017) pada ekstraksi minyak jahe juga telah membuktikan bahwa penggunaan laju alir yang lebih kecil mampu memberikan rendemen yang lebih baik.

Laju alir destilat merupakan cerminan dari jumlah uap yang berubah menjadi fasa cair selama selang waktu tertentu. Laju alir destilat berbanding lurus dengan jumlah uap yang masuk ke dalam ketel penyulingan. Laju destilat yang besar memberikan makna bahwa jumlah uap air yang melewati bahan per satuan waktu juga semakin besar sehingga semakin cepat laju aliran uap. Akibatnya waktu

kontak antara uap air dengan bahan dalam ketel menjadi semakin singkat. Peristiwa difusi menyebabkan keluarnya minyak dari dalam bahan. Waktu kontak yang singkat tidak mampu memberikan kesempatan terjadinya proses difusi berjalan dengan baik. Diperkirakan minyak yang keluar hanyalah minyak yang berada di permukaan bahan.



Gambar 2. Laju alir destilat selama penyulingan

Salah satu upaya untuk meningkatkan jumlah minyak atsiri yang dibawa uap air adalah dengan meningkatkan tekanan parsial uap minyak atsiri. Tekanan parsial uap minyak atsiri akan meningkat jika suhu minyak atsiri sama dengan suhu uap air. Jika waktu kontak antara bahan dengan uap air singkat maka suhu minyak atsiri dalam bahan akan lebih rendah daripada suhu uap air sehingga keadaan setimbang belum tercapai. Kondisi ini mengakibatkan tekanan uap minyak atsiri menjadi lebih rendah daripada tekanan uap air. Oleh karenanya uap air yang membawa minyak atsiri menjadi lebih sedikit terkondensasi dan perolehan minyak menjadi lebih sedikit.

Memperlambat laju destilasi memberikan cukup waktu untuk proses difusi minyak atsiri ke permukaan bahan, sehingga minyak atsiri yang terdestilasi menjadi cukup banyak. Hasil perolehan minyak atsiri pada laju destilasi 2 L/jam lebih sedikit daripada perolehan pada laju destilasi 1,4 L/jam (Inggrid dan Djojsubroto, 2008).

Hal berbeda terjadi pada ekstraksi minyak daun jeruk purut yang dilakukan oleh Nurhadianty *et al.* (2018) dimana peningkatan laju alir dari 1 L/jam menjadi 2 L/jam mampu menambah perolehan rendemen sebesar 0,09% tetapi peningkatan laju alir menjadi 4 L/jam kembali menurunkan rendemen minyak. Menurut Soesanto (2010), laju alir destilat yang berbeda akan mempengaruhi proses pemisahan pada tingkatan

tertentu. Ketika laju alir destilat melebihi kemampuan maksimumnya, maka pemisahan yang terjadi antara minyak dan air destilat menjadi menurun kinerjanya. Pengaturan laju alir destilat dapat dilakukan dengan cara mengatur kombinasi antara pembukaan kran yang berada pada pipa uap dengan besarnya api dari sumber pemanas (kompor) yang digunakan untuk memanaskan ketel uap. Pembukaan kran dan sumber pemanasan yang besar mengakibatkan laju alir destilat juga besar. Pada penelitian yang telah dilakukan, kran dibuka besar (*full*) begitu juga dengan sumber pemanas. Sehingga dihasilkan laju alir destilat yang juga cukup tinggi.

Rendemen dan Warna Minyak

Rendemen penyulingan minyak atsiri merupakan perbandingan antara bobot minyak yang diperoleh dengan bobot bahan baku nilam digunakan. Rendemen yang dihasilkan pada penyulingan limbah padat industri sirup kalamansi menghasilkan rendemen sebesar 0,33% (basis basah) atau 0,49% (basis kering). Rendemen minyak ini hampir sama dengan rendemen yang telah diperoleh Jurnal (2015) dengan menggunakan metode uap dan air (kukus). Rendemen minyak atsiri dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya adalah perlakuan bahan sebelum penyulingan (*pretreatment*) serta kondisi operasi penyulingan. Hasil penelitian ini diduga masih dapat ditingkatkan lagi dengan dilakukannya rekayasa terhadap proses selama penyulingan berlangsung. Upaya peningkatan rendemen melalui rekayasa proses penyulingan telah dilakukan oleh beberapa peneliti, antara lain Nurhadianti *et al.* (2018) dengan melakukan optimasi terhadap laju alir kondensat; Ma'sum dan Proborini (2016) dengan menurunkan laju kenaikan suhu air pendingin; dan Syukran *et al.* (2016) menggunakan uap panas lanjut.

Warna dan aroma merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas minyak dan merupakan karakteristik fisik yang menjadi parameter kualitas minyak atsiri yang dihasilkan. Intensitas warna ditentukan oleh banyak atau sedikitnya kandungan pigmen warna tertentu didalam minyak. Minyak yang diperoleh pada penelitian ini berwarna bening dengan aroma khas jeruk kalamansi. Penampakan minyak yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Warna minyak limbah industri sirup jeruk kalamansi

KESIMPULAN

Hasil uji kinerja alat menunjukkan jumlah rendemen yang diperoleh adalah sebesar 0,33% dengan laju alir destilat berkisar 127,20 mL/menit. Laju alir destilat yang dihasilkan ini masih sangat tinggi. Hal ini pula yang menyebabkan perolehan rendemen belum optimal. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap penggunaan laju alir destilat untuk mengoptimalkan perolehan rendemen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu yang telah membiayai penelitian ini melalui skim Penelitian Dosen Muda Dana PNBPF Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu dan pihak-pihak yang telah membantu proses penelitian sehingga dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 1992. *SNI 01-3181-1992 tentang Bumbu dan Rempah-Rempah, Penentuan Kadar Air (Metode Pemisahan Dengan Cara Penyulingan)*. BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2014. *SNI 8028-1:2014 tentang Alat Penyuling Minyak Atsiri – Bagian 1: Sistem Kukus – Syarat Mutu dan Metode Uji*. BSN. Jakarta.
- Dewi, K.H., S. Mujiharjo, dan A.P. Utama. 2016. Potensi pengolahan hasil samping sirup

- kalamansi menuju “zero waste”. *Jurnal Agroindustri* 6: 8-17.
- Fitriady, M.A., A. Sulaswatty, E. Agustian, Salahuddin, and D.P.F. Aditama. 2017. Steam distillation extraction of ginger essential oil: study of the effect of steam flow rate and time process. *AIP Conference Proceedings* 1803: 020032. DOI: 10.1063/1.4973159
- Golmohammadi, M., A. Borghei, A. Zenouzi, N. Ashrafi, and M.J. Taherzadeh. 2018. Optimization of essential oil extraction from orange peels using steam explosion. *Heliyon Journal* 4: 1-18.
- Inggrid, H.M. dan H. Djojotubroto. 2008. Destilasi uap minyak atsiri dari kulit dan daun kayu manis (*Cinnamomum burmanii*). *Research Report Engineering Science* 1: 1-16.
- Jurnalis, A. 2015. *Penyulingan Hasil Samping Padatan Industri Sirup Kalamansi Dengan Metode Air Dan Uap Sebagai Sumber Minyak Atsiri*. Skripsi. Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Ma'sum, Z. dan W.D. Proborini. 2016. Optimasi proses destilasi uap essential oil. *Jurnal Reka Buana* 1: 105-109.
- Nurhadianty, V., D.A.A. Sulaeman, D.N. Hamdalla, dan C. Cahyani. 2018. Peningkatan rendemen dan komposisi citronelal pada minyak daun jeruk purut melalui optimasi laju alir kondensat. *Indonesian Journal of Essential Oil* 3: 98-104.
- Sinaga, O.F., L.A. Harahap, dan A. Rindang. 2016. Rancang bangun alat penyuling minyak atsiri tipe uap langsung. *Jurnal Keteknikan Pertanian* 4: 550-590.
- Soesanto, H. 2010. *Rekayasa Proses dan Alat Pemisah Minyak Nilam dan Air Distilat*. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sulaswatty, A., M. S. Rusli, H. Abimanyu, dan S. Tursiloadi. 2019. *Quo Vadis Minyak Serai Wangi dan Produk Turunannya*. LIPI Press. Jakarta. 220 halaman.
- Syukran, Saifuddin, dan Elfiana. 2016. Penyulingan minyak nilam menggunakan uap panas lanjut. *Teknosia* 2: 27-31.
- Yuliani, S. dan S. Satuhu. 2012. *Panduan Lengkap Minyak Asiri*. Jakarta: Penebar Swadaya. 204 halaman.
- Zuliansyah, H., B. Susilo, dan H.S. Sumardi. 2013. Uji performa penyulingan tanaman nilam (*Pogostemon cablin*, Benth) menggunakan boiler di Kabupaten Blitar. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis* 1: 62-72.

