



**REKAYASA MESIN DISTILASI VAKUM UNTUK
EKSTRAKSI MINYAK KULIT JERUK**
(*DESIGN AND CONSTRUCTION OF VACUUM DISTILLATION MACHINE
FOR ORANGE PEEL OIL EXTRACTION*)

Suparlan, Supriyanto, Reni J. Gultom dan Mardison

Perekayasa pada Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong

ABSTRAK

Kulit jeruk sebagai hasil samping pada industri pengolahan sari buah jeruk belum dimanfaatkan bahkan hanya dibuang sebagai limbah pertanian. Pengolahan kulit jeruk menjadi minyak kulit jeruk yang bermanfaat untuk industri pangan dan minuman, farmasi, kosmetik, maupun produk aromatik lainnya dapat memberikan nilai tambah terhadap komoditas buah jeruk. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan mesin distilasi vakum skala laboratorium dan mempelajari karakteristik ekstrak minyak kulit jeruk untuk mendapatkan proses distilasi yang optimal untuk dijadikan dasar dalam pengembangan prototipe mesin distilasi vakum. Tahapan penelitian meliputi pembuatan rancangan, pembuatan model, pengujian model, dan analisis data. Rata-rata rendemen kulit jeruk segar dari buah utuhnya adalah 14,6 % untuk jeruk Pontianak dan 29,84 % untuk jeruk Medan, dengan kadar air awal masing-masing adalah 65,80% dan 79,98%. Kapasitas kerja mesin distilasi vakum adalah 250 gram kulit jeruk/jam. Hasil pengujian mesin distilasi vakum memperlihatkan bahwa rendemen maksimum minyak kulit jeruk yang diperoleh adalah sebesar 1,8 % yang dicapai pada kondisi operasi tekanan -340 mmHg dan suhu distilasi 80°C. Ekstraksi minyak kulit jeruk dengan mesin distilasi vakum berpengaruh terhadap kandungan limonen, berat jenis, dan warna minyak yang dihasilkan. Kandungan limonen pada minyak kulit jeruk yang dihasilkan secara distilasi vakum lebih tinggi dibandingkan dengan distilasi pada tekanan atmosfer.

Kata kunci : distilasi vakum, minyak kulit jeruk, prosesing, industri jeruk

ABSTRACT

Orange peels as by-product of orange juice industry is not being used yet, even just throws away as agricultural waste. Processing of orange peel to obtain orange peel oil that useful for several industries of food and beverage, pharmacy, cosmetic, or other aromatic product will give added value of orange commodity. The aim of this research were to design a vacuum distillation machine in laboratory scale and to observe the characteristic of orange peel oil extract in order to obtain optimal process of distillation that will be used as a base for extractor prototype development. Research stages included design, fabrication, and testing of the model. The average of fresh orange peel recovery of orange Pontianak variety and Medan variety were 14.6% and 29.84%, respectively. The initial moisture content of fresh orange peel was 65.80% for orange Pontianak, and 79.98% for orange Medan. The capacity of vacuum distillation machine was 250 gram orange peel/jam. Test results indicated that maximum recovery of orange peel oil was 1.8%, resulted at operating conditions of pressure and temperature distillation of -340 mmHg and 80°C, respectively. Extraction of orange peel oil using vacuum distillation affected the limonene content, specific weight, and color of the yielded oil. The limonene content of orange peel oil of the vacuum distillation was higher than that resulted in the atmosphere pressure distillation.

Keywords : vacuum distillation, orange peel oil, processing, citrus industry.

PENDAHULUAN

Buah jeruk (*Citrus spp.*) merupakan salah satu komoditas unggulan yang mempunyai nilai ekonomi cukup tinggi, sehingga menjadi produk andalan baik untuk konsumsi segar maupun sebagai bahan baku produk olahan. Salah satu hasil sampingan pada industri pengolahan jeruk adalah kulit jeruk. Khusus di Indonesia kulit jeruk belum dimanfaatkan, dan hanya dibuang sebagai limbah pertanian. Padahal kulit jeruk mengandung minyak atsiri yang bermanfaat untuk industri olahan pangan maupun non pangan antara lain untuk produk pembersih, farmasi, kosmetik, maupun produk aromatik lainnya (Shaw, 1979; Niken dan Setyadjit, 2006; Roy *et al.*, 2007). Oleh karena itu untuk meningkatkan nilai tambah produk samping olahan buah jeruk perlu dilakukan pemanfaatan kulit jeruk untuk diolah menjadi minyak kulit jeruk (orange peel oil). Untuk itu diperlukan dukungan teknologi ekstraksi yang tepat untuk pengolahan kulit jeruk menjadi minyak kulit jeruk.

Pemisahan cairan yang mengandung senyawa aromatik dari padatan komoditas segar pertanian dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti distilasi, ekstraksi dengan pelarut kimia, dan pengepresan (Ketaren, 1985). Semua cara tersebut dapat mengubah kualitas dari senyawa aromatik yang diperoleh dari bahan mentahnya, sebagai akibat dari penggunaan panas, pelarut yang dapat bereaksi dengan komponen minyak atsiri, atau terjadinya kontak oksigen selama ekstraksi (oksidasi). Masing-masing cara tersebut memiliki karakteristik yang berbeda, dan pemilihannya didasarkan pada kesesuaiannya dengan sifat-sifat bahan mentah yang akan diproses, seperti kandungan senyawa kimia aromatiknya dan sensitifitas bahan terhadap panas.

Mengingat kandungan minyak yang terdapat pada kulit jeruk merupakan senyawa volatil (mudah menguap) dan beberapa komponen kimianya bersifat khusus dan unik (Lopes *et al.*, 2003), maka perlu diperhatikan proses atau metode yang paling sesuai untuk mengekstraksinya. Metode ekstraksi minyak atsiri yang umum digunakan antara lain distilasi, *hydraulic press* dan *screw press*. Namun demikian masih banyak masalah berkaitan dengan teknologi proses ekstraksi tersebut, diantaranya kehilangan senyawa penting yang terdapat pada kulit jeruk karena pengaruh panas atau karena sebagian senyawa menguap pada

saat proses. Oleh karena itu diperlukan suatu inovasi teknologi yang dapat mengatasi masalah tersebut. Salah satu teknologi alternatif adalah dengan cara ekstraksi minyak atsiri pada suhu rendah. Teknologi ekstraksi minyak kulit jeruk pada suhu rendah dapat dilakukan dengan cara /distilasi vakum, pres dingin (cold press), dan distilasi superkritis dengan CO₂ (CO₂ supercritical distillation) (Lopes *et al.*, 2003; Berna *et al.*, 2000; Roy *et al.*, 2007).

Tujuan penelitian ini adalah merencanakan mesin distilasi vakum untuk mengekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk. Minyak kulit jeruk yang dihasilkan diharapkan dapat digunakan untuk bahan baku industri aromatik. Kegiatan dilakukan dengan melakukan optimalisasi ekstraksi minyak kulit jeruk dengan metode distilasi vakum sehingga didapatkan suatu proses yang optimal untuk dijadikan dasar dalam pengembangan prototipe mesin esktraktor jeruk distilasi vakum.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Peralatan

Bahan rekayasa yang digunakan meliputi plat *stainless steel*, pipa *stainless steel*, pipa paralon, pompa vakum, pompa air, kompor pemanas, *solenoid valve*, plat besi, motor listrik, *ball valve*, panel kontrol, dan lain lain. Adapun peralatan uji yang diperlukan meliputi *stop watch*, thermometer, gelas ukur, timbangan digital, dan ember. Bahan uji berupa kulit jeruk varietas Pontianak yang sudah dikeringkan pada suhu ruangan selama kurang lebih satu minggu (kadar air 12-14% wb) dan dipotong-potong berukuran kurang lebih 10x10 mm.

Rancangan Fungsional Mesin Distilasi Vakum

Mesin distilasi vakum dirancang untuk skala laboratorium dan berfungsi untuk mengekstraksi minyak yang terdapat pada kulit jeruk pada suhu rendah, sehingga didapatkan rendemen dan kualitas minyak yang baik. Komponen utama mesin distilasi vakum terdiri dari kompor pemanas, tabung tangki air, tabung tempat kulit jeruk, tabung penampung minyak hasil distilasi, pompa vakum, motor penggerak pompa vakum, unit pendingin (kondensor), dan bak penampung air.



Tabung penghasil uap panas

Dimensi tabung ditentukan dengan menggunakan persamaan 1. Dengan volume air yang dipanaskan sebanyak 10 liter dan volume uap panas dalam tabung sebesar 30% dari volume air, maka total volume tabung adalah 13000 cm³. Apabila diameter tabung ditentukan sebesar 20 cm, maka tinggi tabung dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Volume tabung} = \frac{\pi d^2}{4} \times T \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- d = diameter tabung (cm)
- T = tinggi tabung (cm)

$$13000 = \frac{3.14 \times 20^2}{4} \times T$$

$$T = \frac{13000 \times 4}{3.14 \times 400} = 41,4 \text{ cm}$$

Dengan demikian ditetapkan ukuran tabung penghasil uap panas adalah diameter 20 cm dan tinggi 40 cm. Tabung dibuat dari plat *stainless steel* 304 dengan ketebalan 4 mm. Pada dinding tabung dilengkapi dengan kontrol ketinggian air yang terbuat dari kaca akrilik. Sedangkan pada bagian atas tabung dilengkapi dengan pipa saluran uap panas dan saluran pemasukan air. Tutup atas tabung bisa dibuka tutup sehingga mudah dalam pembersihan tabung.

Tabung penampung bahan (distilator)

Tabung penampung bahan (sampel uji) terbuat dari plat *stainless steel* 304 dengan ketebalan 3 mm. Kapasitas tabung penampung bahan ditetapkan sebesar 500 gram. Rapat jenis dari potongan kulit jeruk kering adalah sebesar 0,085 kg/dm³. Maka volume bahan kulit jeruk kering adalah 5882,4 cm³. Apabila diameter tabung ditetapkan sebesar 15 cm, maka berdasarkan persamaan 1 dapat ditentukan tinggi tabung sebagai berikut.

$$5882,4 = \frac{3.14 \times 15^2}{4} \times T$$

$$T = \frac{5882,4 \times 4}{3.14 \times 225} = 33,3 \text{ cm}$$

Dengan demikian ditetapkan tinggi tabung sebesar 35 cm. Pada bagian bawah tabung dilengkapi dengan stop kran yang berfungsi sebagai saluran pembuangan. Pada bagian atas tabung dipasang dengan *vacuum gauge*, *vacuum controller*, dan sensor suhu (*thermocouple*). *Vacuum gauge* berfungsi untuk mengukur tekanan vakum di dalam ruang penampung bahan. *Vacuum controller* berfungsi untuk mengontrol tingkat kevakuman di dalam ruang penampung bahan. Sedangkan *thermocouple* berfungsi untuk mengontrol suhu di dalam ruang distilasi. Pada bagian atas tabung penampung bahan dihubungkan dengan bagian kondensor. Di dalam tabung penampung bahan dilengkapi dengan keranjang bahan sebagai tempat meletakkan bahan yang akan didistilasi.

Kondensor

Kondensor berfungsi untuk mendinginkan uap panas yang bercampur dengan minyak yang dihasilkan pada ruang distilasi sehingga akan terjadi proses kondensasi dan dihasilkan kondensat berupa campuran air dan minyak. Sebagai pendingin digunakan media air yang disirkulasikan oleh pompa air. Bagian kondensor terbuat dari dari plat *stainless steel* 304 tebal 2 mm dan pipa *stainless steel* diameter 10 mm. Kondensor terdiri dari dua unit yaitu kondensor tahap I dan kondensor tahap II. Kondensor tahap I berdiameter 10 cm dengan panjang 52 cm. Sedangkan kondensor tahap II berdiameter 10 cm dengan panjang 62 cm. Pada bagian dalam tabung kondensor terdapat pipa-pipa berukuran diameter 10 mm.

Tabung penampung kondensat

Tabung penampung cairan hasil distilasi (kondensat) berfungsi untuk menampung cairan hasil distilasi yang dihasilkan oleh kondensor. Bagian ini terbuat dari plat *stainless steel* 304 dengan tebal plat 2 mm. Pada dinding tabung bagian bawah dilengkapi dengan lubang kontrol hasil distilasi. Pada bagian bawah tabung dilengkapi dengan stop kran yang berfungsi untuk mengeluarkan cairan hasil distilat. Tabung ini berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Pompa vakum

Unit pompa vakum berfungsi untuk menghisap udara di dalam tabung distilasi sehingga tekanan udara di dalam unit tabung distilasi mengalami penurunan sampai dengan tekanan yang dikehendaki. Pompa vakum yang digunakan adalah pompa vakum tipe *liquid ring vacuum pump*, dengan kemampuan hisap maksimum sampai dengan sekitar -740 mmHg. Unit pompa vakum dilengkapi dengan motor penggerak berupa motor listrik 1 HP, pompa air berfungsi untuk sirkulasi air pendingin pada pompa vakum, dan bak penampung air. Bak penampung air berukuran panjang 100 cm, lebar 60 cm dan tinggi 70 cm.

Kompore pemanas

Kompore pemanas berfungsi sebagai sumber panas untuk memanaskan air pada tabung penghasil uap panas. Kompore pemanas adalah kompore gas LPG bertekanan tinggi. Pada bagian ini dilengkapi dengan tabung gas LPG, selang gas, *high pressure regulator*, *solenoid valve*, dan *thermocontroller*, sehingga besar kecilnya api yang dihasilkan oleh kompore dapat diatur secara otomatis sesuai dengan suhu distilasi yang diinginkan.

Kerangka utama

Kerangka utama berfungsi untuk menopang bagian-bagian utama mesin distilasi. Kerangka utama terbuat dari pipa kotak stainless steel. Dimensi dari kerangka utama berukuran panjang 175 cm, lebar 40 cm dan tinggi 70 cm. Untuk memudahkan dalam pengoperasiannya model mesin ini dilengkapi dengan box kontrol panel yang berfungsi untuk mengontrol dan mengendalikan beberapa bagian unit penggerak seperti motor listrik untuk penggerak pompa vakum, pompa air dan *thermocontroller*.

Kebutuhan energi panas total (Qt) untuk proses distilasi minyak kulit jeruk

Kebutuhan energi panas untuk distilasi meliputi panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu bahan yang didistilasi dan panas yang diperlukan untuk menguapkan air dan minyak pada bahan. Panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu bahan dihitung dengan menggunakan persamaan 2. Sedangkan panas yang diperlukan untuk menguapkan air dan

minyak pada bahan dihitung dengan persamaan 3.

$$Q_m = m_b \cdot C_p \cdot \Delta T \dots\dots\dots (2)$$

$$Q_l = m_a \cdot dH \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

- m_b = masa bahan (kg)
- m_a = masa air pada bahan (kg).
- C_p = panas jenis bahan (kJ/kg°C)
- ΔT = perbedaan suhu bahan (°C)
- dH = panas laten penguapan air (kJ/kg air)

Masa bahan (kulit jeruk) direncanakan sebesar 500 gram dengan kadar air 14%, panas jenis bahan sebesar 3,9 kJ/kg°C dan panas laten penguapan air 2257 kJ/kg, dan suhu ruang distilator 80°C dengan suhu awal sebesar 25°C, maka kebutuhan energi panas untuk distilasi dapat dihitung dengan persamaan 1 dan 2.

$$Q_m = 0,5 \times 3,9 \times (80 - 25) \text{ kJ}$$

$$Q_m = 107,25 \text{ kJ}$$

$$Q_l = 0,5 \times 0,14 \times 2257 \text{ kJ}$$

$$Q_l = 157,99 \text{ kJ}$$

$$Q_t = Q_m + Q_l$$

$$Q_t = 107,25 + 157,99 \text{ kJ} = 265,24 \text{ kJ}$$

i) Kebutuhan uap panas (steam) untuk distilasi kulit jeruk (Qs)

Jumlah uap panas (steam) yang dibutuhkan untuk proses distilasi dihitung dengan persamaan 3.

$$Q_s = m_s \cdot dH_{vap} \dots\dots\dots (4)$$

dimana m_s adalah masa uap panas (kg), dH adalah panas jenis uap air (kJ/kg), maka kebutuhan uap panas adalah :

$$Q_s = m_s \times 2257 \text{ kJ/kg}$$

$$265,24 \text{ kJ} = m_s \times 2257 \text{ kJ/kg}$$

$$m_s = \frac{265,24 \text{ kJ}}{2257 \text{ kJ/kg}} = 0,12 \text{ kg}$$

Asumsi bahwa efisiensi penyaluran uap panas dari boiler ke tabung penampung bahan adalah 70 %, maka kebutuhan uap panas (m_s) = 0,12 kg/0,7 = 0,17 kg.



Kebutuhan gas LPG untuk pemanasan

Kebutuhan gas LPG untuk pemanasan pada unit pembangkit uap panas (*boiler*) dihitung dengan asumsi bahwa masa air dalam tabung boiler (m air) sebesar 10 liter, panas jenis (C_p) air = 4,18 kJ/kg °C, suhu awal air (T_1) = 25°C, dan suhu didih air (T_2) = 100°C. Maka kebutuhan energi panas untuk memanaskan air (Q pemanasan) = m air. C_p . ΔT .

$$Q_m = 10 \times 4,18 \times (100 - 25)$$

$$Q_m = 3135 \text{ kJ}$$

Kebutuhan energi panas untuk menguapkan air sebanyak 0,17 kg (untuk faktor keamanan dibulatkan menjadi 0,3 kg air) sbb:

$$Q_s = m_a \cdot dH$$

$$Q_s = 0,3 \text{ kg} \times 21971 \text{ kJ/kg} = 6591,3 \text{ kJ}$$

Total kebutuhan energi panas untuk menghasilkan uap panas sebanyak 0,3 kg adalah:

$$Q_t = Q_m + Q_s$$

$$Q_t = 3135 + 6591,3 \text{ kJ}$$

$$Q_t = 9726,3 \text{ kJ}$$

Asumsi bahwa efisiensi pemanasan pada boiler adalah 75% dan besarnya nilai panas gas LPG adalah 11788,1 kJ/kg, maka:

$$\text{Kebutuhan gas LPG} = \frac{9726,3}{(11788,1 \times 0,75)} = 1,1 \text{ kg}$$

Uji Fungsional dan Performansi Mesin

Semua komponen mesin dirakit menjadi satu kesatuan unit mesin distilasi vakum untuk ekstraksi minyak kulit jeruk. Motor penggerak pompa air dan vakum dihidupkan dan setelah itu diamati komponen utama berupa bagian-bagian tabung dan sambungan pipa apakah terjadi kebocoran. Komponen pemanas dan kontrol suhu serta tekanan vakum apakah sudah berfungsi dengan baik.

Pengujian unjuk kerja dilaksanakan dengan memasukkan sampel kulit jeruk kering yang telah dipotong-potong berukuran 10 x 10 mm ke dalam tabung distilator. Setelah bahan masuk, motor penggerak pompa vakum dihidupkan dan tekanan di dalam ruang distilator diatur pada 3 tingkat tekanan yaitu tekanan atmosfer, tekanan -340 mmHg, dan tekanan -600 mmHg. Kemudian kompor pemanas dinyalakan untuk memanaskan air yang ada pada tabung ketel. Minyak kulit jeruk

hasil distilasi ditampung dalam penampung, dan selama proses distilasi berlangsung dicatat total waktu yang dibutuhkan, tekanan dan suhu diruang distilasi. Setelah distilasi selesai minyak hasil distilasi diukur volume dan beratnya. Dan ampas kulit jeruk yang dihasilkan ditimbang. Selanjutnya dilakukan analisa kimia terhadap minyak kulit jeruk dengan menggunakan *gas chromatography* dan *mass spectrometry* (GC/MS), (Lopes *et al.*, 2003; Roy *et al.*, 2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototipe Mesin Distilasi Vakum

Rancangan detail mesin distilasi vakum untuk ekstraksi minyak kulit jeruk serta hasil fabrikasi dan perakitan mesin distilasi vakum untuk ekstraksi minyak kulit jeruk dapat dilihat pada Lampiran 1. Secara garis besar mesin distilasi vakum terdiri dari 10 komponen utama yaitu 1) tabung penghasil uap panas (*boiler*), 2) tabung penampung bahan, 3) kondensor I, 4) kondensor II, 5) tabung hasil distilasi, 6) kompor pemanas, 7) unit pompa vakum, 8) bak air pendingin, 9) kerangka utama, dan 10) box kontrol panel. Mesin distilasi vakum digerakkan oleh motor listrik 1HP dan dilengkapi dengan pompa air 100 watt. Sedangkan sumber pemanas yang digunakan adalah kompor gas LPG tekanan tinggi yang dilengkapi dengan kontrol suhu secara otomatis. Pompa vakum tipe *liquid ring vacuum pump* mampu menurunkan tekanan di dalam ruang distilator sampai pada tekanan absolut 20 mmHg (tekanan vakum -740 mmHg). Konsumsi bahan bakar gas per jam adalah sebesar 1,1 kg. Kapasitas tabung distilator mampu menampung bahan kulit jeruk sebanyak 500 gram, yang sesuai dengan rancangan mesin distilasi vakum untuk skala laboratorium.

Mekanisme Kerja Mesin Distilasi Vakum

Bahan kulit jeruk yang telah dikering-anginkan selama 4-6 hari pada suhu kamar (kadar air kulit sekitar 12-14%) dan dipotong kecil-kecil berukuran sekitar 1 cm x 1 cm dimasukkan ke dalam keranjang penampung bahan. Selanjutnya keranjang dimasukkan ke dalam tabung distilator dengan cara membuka mur-baut pada tutup bagian atas, kemudian ditutup kembali seperti semula dan mur-bautnya dikencangkan supaya tidak terjadi kebocoran.

Setelah bahan uji dan mesin distilasi siap dioperasikan, pertama-tama menghidupkan tombol kontrol suhu, pompa air dan pompa vakum pada box panel kontrol dengan cara menekan tombol secara berurutan sehingga masing-masing komponen menjadi nyala. Suhu pada kontrol panel diatur sesuai dengan suhu distilasi yang diinginkan. Sedangkan tekanan vakum di ruang distilator diatur dengan mengatur tekanan pada bagian kontrol tekanan vakum. Media pendingin pada kondensor adalah air yang disirkulasikan oleh pompa air dari bak penampung air ke dalam tabung kondensor. Pompa air digunakan juga untuk sirkulasi air pendingin pada pompa vakum.

Langkah selanjutnya adalah menyalakan kompor pemanas yaitu membuka regulator gas pada ujung tabung gas LPG dengan cara memutar regulator berlawanan arah dengan jarum jam. Selanjutnya membuka kran gas terlebih dahulu supaya gas mengalir ke ujung pemanas dari kompor. Setelah gas mengalir dengan terdengar bunyi mendesis di dekat ujung kompor, maka ujung kompor dinyalakan dengan nyala api sampai kompor gas menyala. Besar kecilnya nyala kompor pemanas diatur dengan cara mengatur bukaan kran gas di dekat ujung kompor.

Panas dari kompor pemanas memanasi dinding luar tabung air, dan karena ada transfer panas maka suhu air menjadi naik dan mendidih sehingga menghasilkan uap panas. Uap panas yang dihasilkan disalurkan ke dalam tabung penampung bahan uji melalui pipa saluran uap panas. Suhu hahan uji yaitu berupa kulit jeruk menjadi naik dan setelah dicapai suhu tertentu maka kandungan air dan minyak pada bahan uji akan diuapkan. Uap air dan minyak yang dihasilkan oleh bahan uji kemudian mengalir dan melewati pipa-pipa di dalam tabung kondensor. Pada saat campuran uap air dan minyak melewati kondensor, maka akan terjadi kondensasi karena adanya perbedaan suhu antar uap panas dan bagian kondensor sehingga dihasilkan kondensat.

Kondensat kemudian ditampung di dalam tabung penampung cairan hasil kondensasi. Proses distilasi minyak kulit jeruk berlangsung selama kurang lebih dua jam.

Setelah proses distilasi selesai, langkah pertama adalah mematikan kompor pemanas dengan cara menutup kran gas yang terletak di dekat ujung kompor dan menutup regulator gas pada bagian atas tabung gas. Kemudian diikuti dengan mematikan pompa vakum dengan memutar tombol panel pompa vakum ke arah kiri pada box panel kontrol. Sedangkan pompa air dibiarkan hidup selama kurang lebih 10 menit dari saat kompor pemanas dimatikan. Hal ini dimaksudkan agar sisa-sisa uap panas yang mungkin masih ada dapat dikondensasikan di bagian kondensor. Setelah itu pompa air dimatikan dan cairan (kondensat) yang dihasilkan di dalam tabung penampung cairan dikeluarkan. Kondensat hasil distilasi merupakan campuran antara air dan minyak, dimana minyak berada pada lapisan tipis bagian atas dari kondensat. Sedangkan lapisan cairan bagian bawah berupa air. Cairan minyak yang dihasilkan kemudian dipisahkan dari air dengan menggunakan corong pemisah.

Rendemen Kulit Jeruk terhadap Buah Segar

Proses distilasi minyak kulit jeruk dimulai dari pengupasan kulit buah jeruk segar, pengeringan kulit jeruk, pemotongan/perajangan kulit jeruk, dan penyulingan/distilasi minyak kulit jeruk. Kulit jeruk yang digunakan dalam penelitian ini adalah jeruk Pontianak dan jeruk Medan. Dari hasil pengupasan kulit jeruk segar diketahui bahwa rendemen kulit jeruk terhadap buah segar berbeda tergantung pada varietas buah. Jeruk Medan memiliki rendemen kulit buah lebih besar dibandingkan jeruk Pontianak. Hasil lengkap analisis rendemen kulit buah jeruk disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rendemen kulit jeruk terhadap buah segar pada berbagai kadar air dan varietas

Varietas	Kadar air kulit basah (% db)	Rendemen kulit basah (%)	Kadar air kulit kering (%)	Rendemen kulit kering (%)
Pontianak	65,80±0,57	14,60±1,19	10,60±0,17	5,58±0,45
Medan	79,98±0,29	29,84±1,33	11,06±0,19	6,72±0,32

Keterangan :

Hasil ini merupakan rata-rata dari 10 ulangan, angka dibelakang tanda plus minus(±) merupakan nilai standar

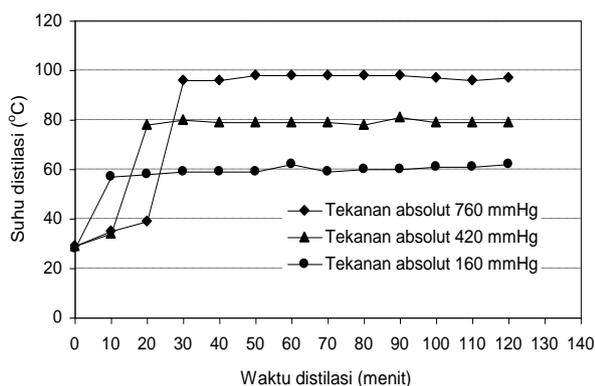


Rata-rata besarnya rendemen kulit jeruk varietas Pontianak adalah sebesar 14,6 %, dengan kadar air kulit jeruk rata-rata sebesar 65,80 % (dasar basah). Sedangkan untuk jeruk Medan rendemennya rata-rata sebesar 29,84%, dengan kadar air rata-rata sebesar 79,98 % (db). Perbedaan nilai rendemen ini dipengaruhi oleh perbedaan ketebalan kulit jeruk di mana jeruk Medan kulitnya lebih tebal dibandingkan jeruk Pontianak sehingga rendemennya lebih besar.

Kulit jeruk hasil kupasan setelah dikeringkan anginakan selama kurang lebih 6 hari pada suhu kamar, kadar airnya mengalami penurunan dari 79,98 % menjadi 11,06 % untuk jeruk Medan. Sedangkan untuk jeruk Pontianak kadar airnya turun dari 65,80% menjadi 10,60%. Pada kondisi kering, rendemen kulit jeruk turun menjadi 5,56 % dan 6,73 %, masing-masing untuk jeruk Pontianak dan jeruk Medan.

Ekstraksi Minyak Kulit Jeruk dengan Mesin Distilasi Vakum

Ekstraksi minyak kulit jeruk dengan mesin distilasi vakum dilaksanakan pada 3 tingkat tekanan di dalam ruang distilator yaitu tekanan normal (kondisi tekanan atmosfer atau tekanan absolut 760 mmHg), tekanan vakum -340 mmHg (tekanan absolut 420 mmHg), dan tekanan vakum -600 mmHg (tekanan absolut 160 mmHg). Perubahan suhu dan tekanan di dalam ruang distilator selama proses distilasi berlangsung disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Perubahan suhu distilasi pada berbagai perlakuan tekanan pada ruang distilator

Pada perlakuan tekanan atmosfer (kondisi tekanan 760 mmHg), proses distilasi berlangsung pada suhu sekitar 98°C. Sedangkan pada perlakuan tekanan vakum -340 mmHg dan -600 mmHg, proses distilasi berturut-

turut berlangsung pada suhu sekitar 80°C dan 60°C. Hasil ini memperlihatkan bahwa tingkat kevakuman di dalam ruang distilator berpengaruh terhadap tingginya suhu distilasi. Disamping itu tingkat kevakuman di dalam ruang distilator berpengaruh juga terhadap kecepatan peningkatan suhu di dalam ruang distilasi. Pada tekanan normal (tekanan atmosfer) suhu distilasi dicapai pada menit ke 30, sedangkan pada tekanan -340 mmHg dicapai pada menit ke 20 dan pada tekanan -600 mmHg dicapai pada menit ke 10. Kecepatan kenaikan suhu di dalam ruang distilator mungkin dipengaruhi tingkat kevakuman. Pada tekanan vakum yang lebih tinggi maka titik didih air semakin rendah sehingga air pada tabung lebih cepat mendidih dan menguap sehingga lebih cepat menghasilkan uap panas. Uap panas tersebut kemudian disalurkan ke dalam tabung penampung bahan sehingga suhu bahan di dalam ruang distilator lebih cepat mengalami kenaikan.

Dari ketiga perlakuan tingkat kevakuman diperoleh hasil distilasi minyak kulit jeruk seperti terlihat pada Tabel 2. Dengan menggunakan bobot sampel yang sama yaitu 500 gram per proses dan lama waktu distilasi yang sama (dua jam) dan suhu distilasi yang berbeda diperoleh hasil yang berbeda. Pada perlakuan antara tanpa tekanan vakum dan dengan kevakuman -340 mmHg diperoleh hasil minyak kulit jeruk dengan volume hampir sama yaitu masing-masing sebesar 8 dan 9 ml. Namun demikian warna minyak yang dihasilkan agak sedikit berbeda. Untuk perlakuan tanpa tekanan vakum dihasilkan minyak dengan warna coklat tua, sedangkan untuk perlakuan dengan kevakuman -340 mmHg warna minyaknya kuning kecoklatan. Di sisi lain pada perlakuan kevakuman -600 mmHg, volume minyak yang dihasilkan cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Namun warna minyak yang dihasilkan relatif lebih jernih.

Rendahnya volume minyak yang dihasilkan mungkin disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah pada kondisi tekanan vakum yang lebih tinggi maka tekanan uap yang dihasilkan kurang mampu untuk membuka kantong-kantong minyak pada kulit jeruk sehingga minyak kulit jeruk belum bisa teruapkan semua. Faktor lain yang mungkin dapat menyebabkan rendahnya minyak jeruk yang dihasilkan adalah karena tingginya daya hisap dari pompa vakum. Daya hisap pompa vakum masih terlalu tinggi dan tidak sebanding

dengan kecepatan kondensasi pada bagian kondensor sehingga pada saat campuran uap panas dan minyak melewati kondensor belum semua uap yang masuk dapat dikondensasikan seluruhnya. Dengan demikian masih ada sebagai besar uap minyak kulit jeruk yang ikut tersedot ke dalam pompa vakum.

Perbedaan rendemen hasil ekstraksi minyak jeruk disebabkan beberapa faktor diantaranya adalah metode ekstraksi yang digunakan, kondisi awal bahan, musim panen dan varietas jeruk (Nugroho, 1995). Menurut Ketaren (1985) beberapa faktor yang mempengaruhi mutu minyak atsiri antara lain: jenis, cara budidaya dan proses penyulingan. Perlakuan pendahuluan terhadap bahan sebelum penyulingan dapat mempertinggi rendemen dan mutu minyak yang dihasilkan. Beberapa cara perlakuan pendahuluan yang dapat dilakukan meliputi pengecilan ukuran bahan, pengeringan, pelayuan, dan fermentasi oleh mikro organisme. Pelayuan dan pengeringan dimaksudkan untuk menguapkan sebagian air dalam bahan sehingga distilasi lebih mudah dan lebih singkat. Sedangkan pengecilan ukuran dimaksudkan untuk menambah luas permukaan bahan, sehingga memungkinkan jumlah minyak yang dihasilkan lebih banyak. Mira *et al.*, (1999) meneliti pengaruh kondisi operasi pada ekstraksi minyak kulit jeruk dengan metode ekstraksi CO₂ superkritik. Dilaporkan bahwa laju ekstraksi akan menurun seiring dengan kenaikan ukuran partikel. Hal ini disebabkan karena resistensi

difusi antar partikel lebih kecil daripada ukuran partikel sehingga terjadi lintasan difusi yang lebih pendek. Sedangkan kadar limonen akan menurun seiring dengan kenaikan ukuran partikel kulit jeruk.

Hasil analisis kimia dari minyak kulit jeruk disajikan dalam Tabel 2. Minyak kulit jeruk hasil distilasi vakum memiliki kandungan limonen yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak kulit jeruk hasil distilasi pada tekanan atmosfer. Kandungan limonen dari minyak kulit jeruk hasil distilasi pada tekanan atmosfer, tekanan vakum -340 mmHg, dan tekanan vakum -600 mmHg, berturut-turut adalah 2,42; 3,07; dan 3,68 ppm. Tingkat tekanan di dalam ruang distilator berpengaruh terhadap kandungan limonen dari minyak kulit jeruk. Pada distilasi vakum, prosesnya berlangsung pada suhu rendah (di bawah 80°C) sehingga kehilangan kandungan senyawa-senyawa volatil yang peka terhadap panas tinggi dapat dikurangi.

Kondo *et al.* (2002) melaporkan bahwa minyak kulit jeruk secara umum berisi lebih dari 90% *monoterpene*, 5 % bahan campuran teroksigenasi (*oxygenated compounds*), dan kurang dari 1% non volatil seperti *wax* dan pigmen. Limonen adalah suatu senyawa utama dari *monoterpene*, tetapi tidak banyak berkontribusi pada *flavour* atau *fragrance*. Karakteristik *flavour* dari minyak kulit jeruk diberikan oleh terpena teroksigenasi yang utamanya terdiri dari alkohol, aldehid, dan ester seperti *linalool*, *citral*, dan *linalyl* asetat.

Tabel 2. Hasil uji distilasi minyak kulit jeruk pada berbagai tingkat tekanan

Parameter uji	Perlakuan tingkat kevakuman		
	P atmosfer	P-340 mmHg	P-600 mmHg
Bobot sample (gram)	500	500	500
Suhu distilasi (°C)	98	80	60
Lama distilasi (menit)	120	120	120
Volume minyak (ml)	8	9	0,5
Rendemen (% V/W)	1,6	1,8	0,1
Aroma	khas kulit jeruk	khas kulit jeruk	khas kulit jeruk
Warna	coklat tua	kuning kecoklatan	kuning
Kapasitas distilasi (kg/jam)	0,25	0,25	0,25
Kebutuhan gas LPG (kg)	1,15	1,05	1,15
Kandungan limonin (ppm)	2,42	3,07	3,68
Berat jenis minyak (g/ml)	0,842	0,812	0,796



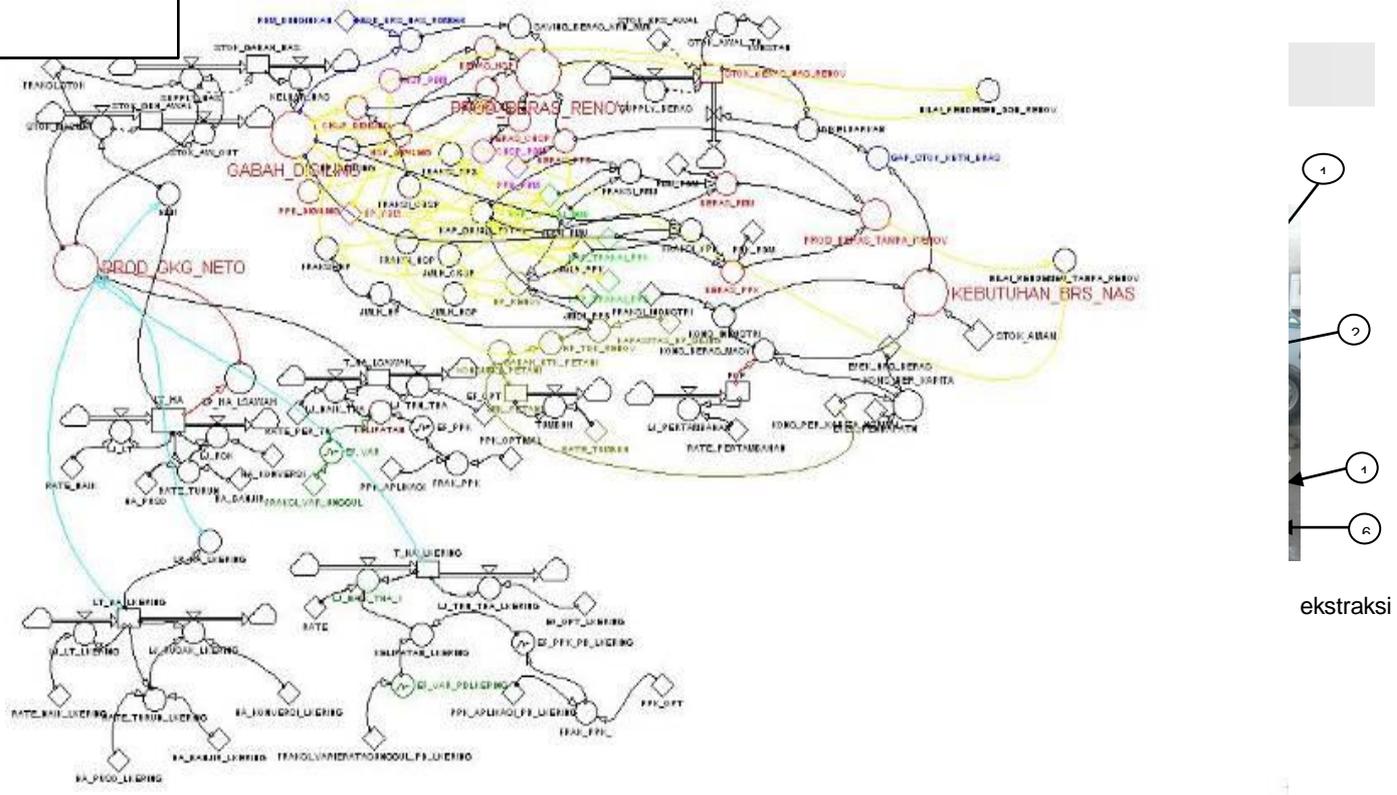
Sedangkan berat jenis minyak kulit jeruk hasil distilasi pada tekanan atmosfer, tekanan vakum -340 mmHg, dan tekanan vakum -600 mmHg, berturut-turut adalah 0,842 g/ml, 0,812 g/ml, dan 0,796 g/ml. Karena distilasi vakum berlangsung pada suhu rendah maka komponen-komponen dengan berat molekul tinggi dan non volatil tidak turut menguap selama proses distilasi sehingga minyak yang dihasilkan memiliki berat jenis lebih kecil.

KESIMPULAN

Mesin distilasi vakum untuk skala laboratorium dapat digunakan untuk mengekstraksi minyak kulit jeruk dengan kapasitas sebesar 500 gram per proses dan konsumsi bahan bakar gas LPG sebesar 1,15 kg per proses. Rendemen minyak kulit jeruk maksimum yang dihasilkan sebesar 1,8 % dicapai pada kondisi operasi tekanan vakum -340 mmHg dan suhu distilasi 80°C. Ekstraksi minyak kulit jeruk dengan mesin distilasi vakum berpengaruh terhadap kandungan limonen, berat jenis, dan warna minyak yang dihasilkan. Kandungan limonen pada minyak kulit jeruk yang dihasilkan secara distilasi vakum lebih tinggi dibandingkan dengan distilasi pada tekanan atmosfer.

DAFTAR PUSTAKA

- Berna, A., A. Tarrega, M. Blasco dan S. Subirats. 2000. *Supercritical CO₂ Extraction of Essential Oil from Orange Peel; Effect of the Height of the Bed*. J. Supercritical Fluids. 18 (3): 227-237.
- Guenther, E.. 1990. *Minyak Atsiri* Jilid III A. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Heath, H.B., dan G. Reineccius. 1986. *Flavor Chemistry and Technology*. The AVI Publishing Company Inc. New York.
- Ketaren, S. 1985. *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. PN Balai Pustaka, Jakarta.
- Kondo, M., N. Akgum, M.Goto, A. Kodema dan T. Hirose. 2002. *Semi-batch Operation and Countercurrent Extraction by Supercritical CO₂ for the Fractionation of Lemon Oil*. Journal Supercritical Fluids. 116: 50-54.
- Lopes, D., A.C. Raga, G.R. Stuart dan V. Olivera. 2003. *Influence of Vacuum Distillation Parameters on the Chemical Composition of a Five-fold Sweet Orange Oil (Citrus sinensis osbeck)*. J. Essent. Oil Research. 15 (6), 408-411.
- Mira, B., M. Blasco, A. Berna dan S. Subirats. 1999. *Supercritical CO₂ Extraction of Essential oil From Orange Peel*. Effect of operation condition on extract composition. Journal of Supercritical Fluids. 14: 95-144.
- Niken, H., dan Setyadjit. 2006. *Minyak Kulit Jeruk sebagai Produk Samping Utama dari Proses Pengolahan Jeruk*. Prosiding. Konferensi Nasional Minyak Atsiri. Direktorat Jendral Industri Kecil dan Menengah, Departemen Perindustrian, Indonesia. 165-172.
- Nugroho, S. T. 1995. *Ekstraksi dan Karakterisasi Minyak Kulit Jeruk Pontianak (citrus nobilis Var. moccrocarpa), Navel (Citrus sinensis), serta Valensia (Citrus sinensis)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Roy, B.C., M. Hoshino, H. Ueno, M. Sasaki dan M. Goto. 2007. *Supercritical Carbon Dioxide Extraction of The Volatiles From The Peel of Japanese Citrus Fruits*. J. Essential Oil Research. 19 (1): 78-84.
- Shaw, P.E. 1979. *Citrus Essential Oils*. J. Perfum Flav. 3: 35-40.
- Wright, J. 1991. *Essensial Oils*. Di dalam Ashurst, P.R. Food Flavorings Blackie and Sons Ltd. London.



Gambar c. Potongan kulit jeruk kering siap untuk didistilasi



Gambar d. Box kontrol panel, vacuum gauge, dan kontrol tekanan vakum