

REKAYASA MESIN EKSTRAKSI TEKANAN VAKUM UNTUK MINYAK ATSIRI DENGAN PELARUT HEKSAN

Astu Unadi¹, Sulusi Prabawati² dan Suyanti²

¹Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian

²Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

ABSTRAK

Minyak atsiri merupakan produk pertanian olahan yang mempunyai nilai ekonomi yang sangat tinggi. Berbagai cara telah dilakukan untuk mengekstrak minyak atsiri antara lain melalui penyulingan dengan media ekstraksi air pada tekanan atmosfer dan ekstraksi menggunakan media pelarut heksanol atau sejenisnya dengan tekanan atmosfer atau vakum. Untuk produk yang mudah rusak seperti minyak atsiri pada bunga, diperlukan proses ekstraksi pada suhu yang rendah agar tidak merusak produk. Hal ini dapat dilakukan dengan ekstraksi tekanan vakum dengan media pelarut heksan. Proses ekstraksi ini terdiri dari penirisan air yang menempel pada bunga, pencucian bunga dengan pelarut heksanol yang dilanjutkan dengan evaporasi tahap I untuk menghasilkan *concrete*, kemudian *concrete* tersebut dilarutkan lagi dalam alkohol, disaring untuk memisahkan lilin dan kotoran yang diteruskan dengan evaporasi tahap II untuk menghasilkan *absolute* atau minyak bunga melati. Percobaan menggunakan proses ini telah dilakukan namun masih mengalami kendala antara lain kesulitan dalam pengoperasian mesin/alat dan rendamen minyak atsiri serta *recovery* pelarut yang masih rendah yang berdampak pada tingginya ongkos ekstraksi.

Untuk mengatasi kelemahan yang ada, mesin ekstraksi tekanan vakum dengan pelarut heksan sistem tertutup telah direkayasa dan diuji untuk mengekstraksi minyak bunga melati (*J officinale*). Untuk melakukan proses tersebut, mesin ekstraksi ini terdiri dari dua unit mesin yaitu mesin pencuci minyak bunga dan mesin evapo-distilator vakum. Mesin pencuci berfungsi untuk meniriskan air, melarutkan kandungan minyak bunga kedalam media pelarut heksanol dan meniriskan heksanol yang masih melekat dalam limbah bunga sedangkan mesin evapo-distilator vakum berfungsi untuk menguapkan media pelarut heksanol atau alkohol dan mekondensasikan uap heksanol/alkohol agar dapat digunakan untuk proses berikutnya.

Pengujian telah dilakukan terhadap mesin pencuci dengan variasi berat bunga dan jumlah pelarut heksan terhadap *recovery* dan kehilangan heksanol. Sedangkan mesin evapo-distilator telah diuji dengan kapasitas maksimum dan suhu optimal untuk evaporasi heksan terhadap waktu dan *recovery* pelarut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kapasitas maksimum mesin pencuci adalah 35 kg. Dengan perbandingan bunga dan pelarut 1:2 selama waktu pencucian 20 menit memberikan rendamen *concrete* yang paling tinggi dan kehilangan heksan 9,14%. Sedangkan kapasitas muat mesin evapo-distilator adalah 10 liter dan dapat bekerja dengan baik dengan waktu penguapan antara 50 sampai 60 menit dengan kehilangan heksan sebesar 3,19%.

Kata Kunci: alat ekstraksi minyak melati, heksan, minyak melati

ABSTRACT

Several method of extraction of fragrance oil such as distillation using water and volatile solvent, has been carried out. For heat sensitive fragrance oil, extraction must be carried out at low temperature to avoid the product from deterioration. This method can be carried out using vacuum extraction method using hexanol as solvent media. Extraction process of the fragrance oil of flower consist of spinning to remove free water from the flower, leaching the fragrance oil using hexanol, vacuum evaporation and distillation of hexanol to produce concrete, dissolve concrete in alcohol, screening and finally vacuum evaporation and distillation of fragrance oil from alcohol to produce absolute. Preliminary design of vacuum destillator has some problem such as unpractical operation and low recovery of hexanol.

Close system vacuum extraction of fragrance oil has been developed to increase fragrance oil and hexanol recovery and simplify the operation. The system consist of leaching machine and vacuum evapo-distillator. The system has been tested to extract fragrance oil from jasmine flower to

produce concrete. The weight of flower, volume of hexanol used in the leaching machine, losses and recovery of hexanol volume of condensate, time, temperature and pressure of vacuum distillator were measured in the experiment. The maximum capacity of the leaching machine that gives the highest concrete recovery is 87.5 kg/h at the ratio of flower and hexanol of 1:2. The capacity of vacuum evapo-distillator was 10 l/h and the hexane recovery was 96.8%.

Keywords : jasminum oil extractor, hexane, jasminum oil

PENDAHULUAN

Bunga melati banyak digunakan terutama untuk pewangi minuman teh, penghias ruangan dan bahan minyak wangi. Produksi bunga melati di Indonesia tidak banyak, pada tahun 2001 hanya 13.451 ton (BPS, 2001) terutama di produksi di Jawa Tengah. Meskipun bunga melati bukan merupakan komoditas unggulan, namun hasil olahan komoditas ini seperti minyak atsiri untuk bahan minyak wangi berupa *concrete* atau *absolute* mempunyai nilai ekonomi yang tinggi sehingga dari aspek agribisnis, komoditas ini cukup menjanjikan. Rendamen minyak atsiri dari bunga melati hanya berkisar antara 0,1 sampai 0,5% (Suyanti, 2002) namun sebagai bahan minyak wangi, dengan harga bahan baku bunga berkisar antara Rp. 7000,- sampai dengan Rp 10000,-/kg peningkatan nilai tambah dapat mencapai lebih dari 400%.

Minyak wangi beraroma melati banyak dijual dipasar, namun komponen utama bahan minyak wangi dari bunga melati yang tidak terdapat pada minyak wangi sintetis adalah *cis-jasmone* disamping bahan-bahan kimia lain seperti benzil asetat, nerol indol dan lain-lain (Suyanti, 2002). Bahan-bahan tersebut mudah rusak dalam kondisi suhu yang tinggi.

Beberapa cara mengekstraksi bahan minyak wangi dari bunga melati telah dilakukan antara lain dengan metode *efleurasi* yaitu menggunakan absorbent lemak dan metode pelarut menguap. Metode *efleurasi* dilakukan dengan menaburkan bunga diatas lapisan lemak, menunggu 24 jam dan kemudian memisahkan ampas bunga satu dari lapisan lemak. Proses tersebut diulang dari 3 sampai 30, sampai aroma bunga terserap secara optimal dalam lemak. Cara ini kurang praktis karena memerlukan waktu yang panjang, banyak tenaga kerja dan ketrampilan khusus dalam memisahkan ampas bunga dari lemak agar lemaknya tidak melekat.

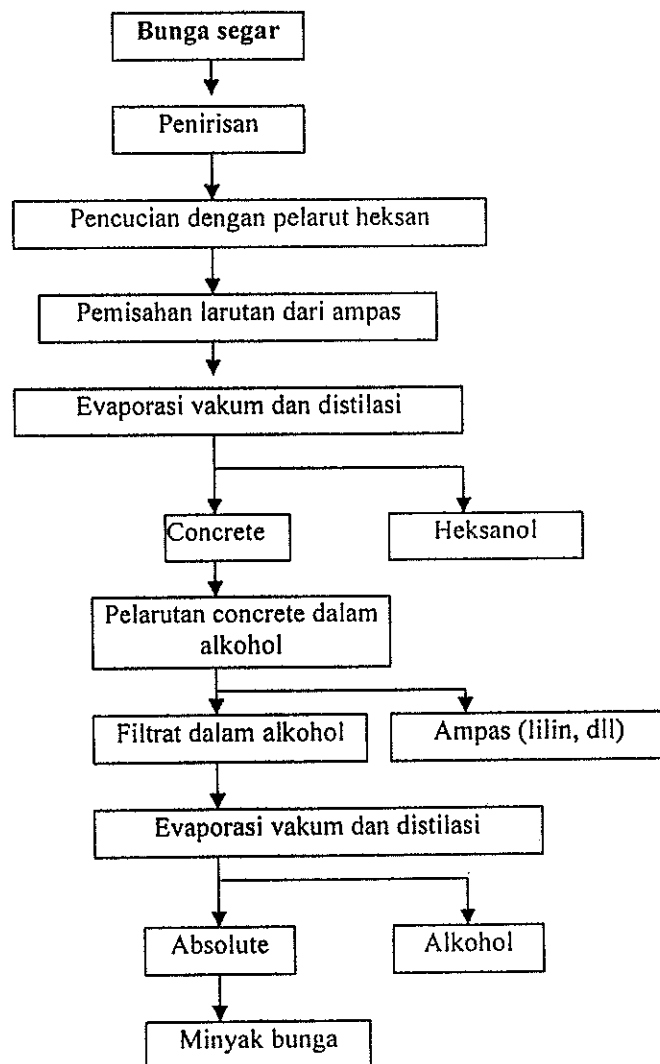
Metode pelarut menguap adalah mengekstraksi bahan minyak wangi dengan pelarut yang mudah menguap seperti heksan, alkohol dan aseton pada bak terbuka, dan distilasi dengan tekanan atmosfer. Bahan heksan banyak digunakan karena lebih murah. Kelemahan cara ini adalah *recovery* bahan pelarut yang rendah karena menguap serta bahaya kebakaran karena bahan pelarut sangat mudah terbakar. Disamping itu pada tekanan atmosfer suhu didih pelarut seperti heksan adalah 65°C. Dengan suhu ini dapat merusak komponen kimia minyak wangi.

Untuk mengatasi kesulitan dalam mengekstraksi bahan baku minyak wangi dari bunga melati diatas, perlu dilakukan rekayasa mesin ekstraksi dengan sistem tertutup dengan suhu yang rendah antara lain dengan tekanan vakum. Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan mesin ekstraksi distilasi minyak bunga melati untuk mempermudah proses ekstraksi dengan mutu bahan minyak wangi yang baik dan meningkatkan *recovery* heksan. Dengan sistem ini penguapan bahan pelarut ke udara sekitarnya diperkecil sekaligus memperkecil bahaya kebakaran.

Proses Ekstraksi Minyak Bunga Melati Dengan Pelarut Heksan

Ekstraksi minyak atsiri bunga melati dengan pelarut menguap heksan dilakukan melalui beberapa tahapan proses, antara lain: penirisan air yang melekat pada bunga, pencucian (ekstraksi) minyak atsiri dengan heksanol yang kemudian minyak atsirinya dipisahkan dari larutan heksanol melalui proses evaporasi-distilasi untuk menghasilkan "concrete". Kemudian *concrete* dimurnikan lagi dengan proses pelarutan alkohol, penyaringan untuk memisahkan lilin yang kemudian dilanjutkan dengan proses evaporasi-distilasi untuk mendapatkan minyak melati murni atau dikenal dengan nama "absolute".

Bahan pelarut menguap hasil distilasi ditampung dan digunakan kembali dalam proses berikutnya. Seluruh proses tersebut diusahakan berlangsung dalam suhu yang rendah agar minyak atsirinya tidak rusak. Proses ini hanya dapat dilakukan pada tekanan rendah (vakum) agar suhu didih/penguapannya rendah. Proses ini berlangsung dalam serangkaian mesin secara tertutup agar prosesnya dapat dikontrol dengan baik. Diagram alir proses ekstraksi minyak melati dan mesin yang digunakan terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses ekstraksi minyak wangi bunga melati

Penirisan

Bunga melati yang dipetik dari lapangan pada umumnya masih mengandung air, baik karena tersiram hujan atau sengaja disiram oleh petani agar beratnya bertambah. Dalam proses ekstraksi, air dan kotoran lain harus dipisahkan. Air yang menempel pada kelopak bunga adalah air bebas sehingga mudah dipisahkan secara mekanis. Untuk memisahkan air dapat dilakukan dengan pemerasan atau sentrifugasi dengan putaran yang relatif rendah. Cara pemerasan mekanik akan mengakibatkan kerusakan bunga secara fisik antara lain hancurnya sel-sel pada kelopak bunga sehingga cairan sel akan bercampur dengan heksan dan cara ini tidak disarankan. Cara lain yang tidak merusak bunga adalah dengan sentrifugasi dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Beberapa pengusaha melati melakukannya dengan sentrifugasi sederhana yaitu dengan drum yang diputar dengan pedal (Gambar 2). Namun demikian karena besarnya tenaga manusia untuk mengayuh pedal sangat terbatas yaitu maksimum hanya 0.1 hp, maka gaya sentrifugal untuk memisahkan air dalam bunga sangat kecil sehingga pemisahannya kurang sempurna.



Gambar 2. Peniris bunga melati sistem sentrifugal dengan pedal

Untuk mengatasi hal tersebut perlu dirancang mesin peniris sentrifugal sekaligus pencuci untuk mengekstrak minyak bunga melati dengan pelarut heksan secara tertutup dengan tenaga motor listrik yang juga dapat digunakan untuk meniriskan heksan setelah proses pencucian.

Untuk memisahkan air atau heksan yang menempel pada bunga secara sentrifugal, diperlukan gaya sentrifugal untuk mengatasi gesekan dari gerakan air dipermukaan kelopak bunga. Gaya gesekan dari air di permukaan kelopak bunga dapat dituliskan dalam persamaan (1) sebagai berikut (Nash, 1977):

$$f_{sm} = m N \dots\dots\dots (1)$$

dan

$$N = m g \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

- m : koefisien gesek antara air dan kelopak bunga
- N : gaya normal dari air (N)
- G : gravitasi (m/s^2)

Gaya sentripetal yang diperlukan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$F_s = ma_s = \frac{mv^2}{R} \dots\dots\dots (3)$$

dimana
 m : masa air atau heksan yang dipisahkan (kg)
 v : kecepatan pheriperal (m/s)
 R: jari-jari dan (m)
 a_s: percepatan sentrifugal (m/s²)

Evaporasi

Pada tekanan atmosfer, titik didih heksan berkisar antara 65-70°C (Mc Cabe *et al.*, 2001) dimana lebih rendah dibanding titik didih minyak bunga melati. Namun demikian, untuk menguapkan heksan dengan suhu tersebut dapat merusak komponen kimia minyak melati. Untuk mengatasi hal tersebut dalam proses evaporasi suhu didih heksan harus diturunkan dengan cara menurunkan tekanannya (vakum). Pada tekanan -60 mBar, titik didih heksan akan turun menjadi 45-50°C. Proses evaporasi heksan dengan suhu ini dapat mencegah kerusakan minyak bunga melati.

Penguapan perlu energi panas (kalor) yang dapat berasal dari uap atau air yang dipanaskan dengan listrik. Energi yang digunakan alat evaporator adalah panas sensibel (q_s) yaitu energi untuk memanaskan bejana, air dan heksan dari suhu awal sampai suhu didih heksan dan panas penguapan laten heksan (q_l). Kalor sensible untuk memanaskan bejana, air dan heksan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$q_s = mC_p \Delta T \dots\dots\dots (4)$$

Sedangkan panas penguapan laten heksan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$q_l = m_h L_h \dots\dots\dots (5)$$

dimana:
 m : masa yang dipanaskan atau diuapkan (kg)
 C_p : panas jenis (J/kg °C)
 dT : beda suhu (°C)
 L : panas penguapan laten (J/kg)

Distilasi

Heksan merupakan bahan pelarut yang mudah terbakar dan relatif mahal. Harga heksan berkisar antara Rp. 6000-10000,-/liter sehingga untuk mencegah bahaya kebakaran dan meningkatkan efisiensi penggunaan heksan maka evaoprasi dan distilasi harus dalam ruangan tertutup. Sebagaimana zat cair pada umumnya, cairan heksan dapat berubah menjadi uap bila diberikan kalor dan uap. Uap heksan mengandung energi panas atau disebut *enthalphi*. Untuk merubah uap menjadi cair, kalor harus dilepaskan sehingga mencapai titik kondensasi.

Untuk melepaskan panas, diperlukan peralatan penukar kalor dan media untuk membawa kalor yang telah dilepaskan dari uap heksan. Kalor yang dipindahkan dari uap heksan ke media pembawa panas (air) berbanding lurus dengan luas permukaan (A) dan beda suhu (ΔT) antara luas permukaan pemindah kalor dan media pembawa kalor serta

sifat permukaan alat pemindah kalor yang lazim disebut dengan koefisien perpindahan panas menyeluruh (U), atau dapat dituliskan dengan persamaan umum pindah panas sebagai berikut:

$$q = UA\Delta T \quad \dots\dots\dots (6)$$

Salah satu pemindah kalor yang telah digunakan untuk distilasi adalah dengan pipa berbentuk *coil* untuk membawa uap heksan yang akan didistilasi dengan pendingin air diluarnya. Untuk mencapai efisiensi penukaran kalor yang tinggi, Sissom dan Pitts (1987) menyarankan menggunakan sistem pipa ganda dengan aliran *counter flow* dan memberikan angka koefisien perpindahan kalor secara konveksi (U) dari air ke pipa stainless steel atau sebaliknya sebesar 851 W/m²°K dan Δ T dihitung dengan beda suhu rata-rata log (Δ T_{lm}) yang akan dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta T_{lm} = \frac{(\Delta T_2 - \Delta T_1)}{\ln(\Delta T_2 / \Delta T_1)} \quad \dots\dots\dots (7)$$

METODOLOGI PERANCANGAN

Dalam penelitian ini direkayasa mesin ekstraksi bunga melati sistem vakum dan tertutup yang terdiri dari mesin pencuci minyak bunga melati yang dikombinasikan dengan peniris sistem sentrifugal dan mesin evapo-distilator vakum dengan kondensasi bertingkat. Perancangan dimulai dengan perumusan masalah berupa spesifikasi disain, perhitungan disain mesin, gambar kerja mesin, *prototyping* dan pengujian unjuk kerjanya. Dalam perancangan ini digunakan data-data hasil penelitian sedangkan data *engineering* diambil dari katalog dan literatur. Beberapa parameter diasumsikan untuk menghitung dimensi dari mesin. Bagian yang dianggap tidak kritis tidak di dibahas secara detail dalam rancangan ini.

Pengujian dilakukan untuk pencucian (*leaching*) bunga dengan bahan melati gambir yang diproses dengan mesin *leaching*, kemudian dilanjutkan dengan distilasi dengan mesin *distiller* vakum pada suhu 45-50°C yang diatur melalui *thermoswitch*. Volume/berat bahan masuk berupa heksan dan bunga melati serta bahan keluar berupa air, larutan minyak bunga melati dalam heksan serta *concrete* diukur. Waktu yang digunakan dalam setiap proses dicatat untuk menentukan kapasitas.

Perumusan Masalah

Pada tahap awal dari perancangan mesin ekstraksi minyak bunga melati telah diketahui tahapan prosesnya, yaitu mulai dari penirisan sampai ekstraksi distilasi *concrete* menjadi *absolute*. Untuk memproduksi *absolute*, diperlukan peralatan atau mesin pada setiap proses diatas. Dalam tulisan ini, tidak semua mesin dalam rangkaian proses akan dibahas, namun hanya difokuskan pada masalah penirisan air, ekstraksi sistem pencucian dan evaporasi-distilasi vakum.

Dengan pertimbangan kecilnya produksi bunga melati di Indonesia maka secara kuantitatif masalah dapat dituangkan dalam persyaratan rancangan sebagai berikut:

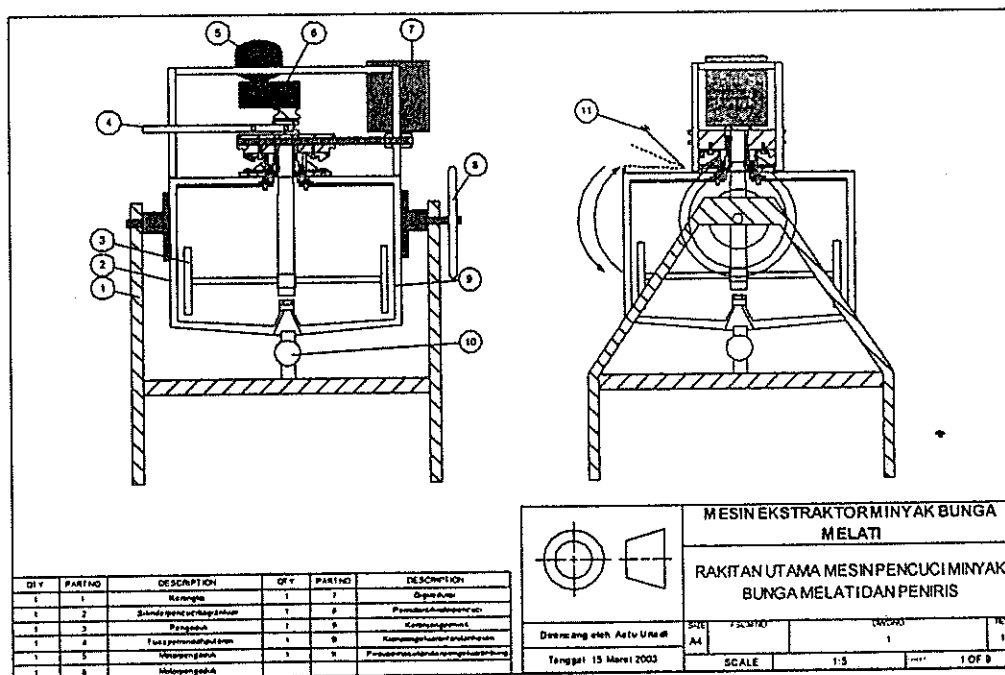
- Kapasitas peniris dan pencuci = 25 kg
- Proses penirisan dan pencucian = *batch*
- Kapasitas evapo-distilator = 10 liter
- Suhu dan waktu proses = 50°C, dapat dikontrol dengan baik
- Sistem harus tertutup untuk memperkecil kehilangan pelarut heksan

Perancangan Ekstraktor dan Evapo-Distilator

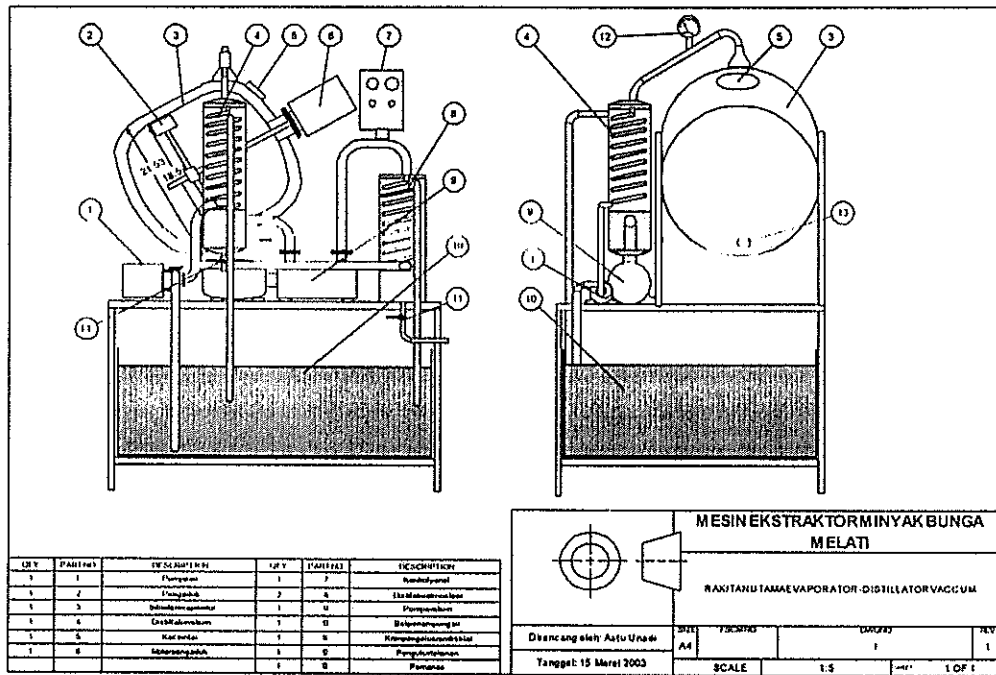
Untuk keperluan ekstraksi, evaporasi dan distilasi, ditentukan bahwa mesin peniris dan pencuci dikombinasikan dengan sistem sentrifugal tertutup. Pada tahap awal, mesin harus dapat digunakan untuk meniriskan air yang menempel pada bunga kemudian mencuci/mengekstrak minyak bunga melati dengan heksan. Pada saat proses ekstraksi berlangsung, bunga dan heksan perlu diaduk agar proses pencucian berlangsung sempurna. Setelah minyak bunga melati terlarut, larutan harus mudah dikeluarkan, sisa heksan yang menempel pada ampas bunga harus mudah di peras. Untuk tujuan tersebut, perlu dirancang mesin pencuci dan peniris yang terdiri dari keranjang berlobang (*perforated stainless steel sheet*) untuk menampung bunga, mencuci dan pengaduk. Keranjang dapat diputar untuk memisahkan air dan heksan dari bunga/ampas bunga. Keranjang tersebut diwadahi dalam silinder tertutup agar heksan tidak menguap. Untuk mengeluarkan ampas bunga, seluruh unit dapat diputar miring dengan mudah. Rancangan mesin pencuci dan peniris sistem tertutup terlihat pada Gambar 3.

Dengan persyaratan evaporasi dengan suhu rendah, maka rancangan evaporator adalah dengan tekanan vakum (Gambar 4) . Larutan heksan harus dapat diaduk pada saat proses evaporasi berlangsung agar suhu larutan seragam. Dengan tekanan vakum, pemasukan bahan berbentuk cairan menjadi mudah karena evaporator dapat menyedot larutan yang berada dalam tangki penampung. Evaporator yang dirancang terdiri dari dua bejana, dimana bejana bagian dalam bertekanan vakum untuk menguapkan heksan, sedangkan diantara bejana bagian dalam dan luar diisi air yang dipanaskan dengan pemanas listrik (*hot water jacket*) untuk memasok kalor dalam proses evaporasi. Suhu evaporasi dapat diatur dengan memasang *thermoswitch* untuk menduga suhu heksan yang dihubungkan dengan pemanas listrik. Bila suhu heksan melebihi suhu yang diatur (50°C) maka *thermoswitch* akan memutus arus pemanas listrik dan sebaliknya.

Distilasi dirancang menggunakan pipa *stainless* yang dibentuk *coil* agar uap heksan lebih lama berada dalam pipa untuk dikondensasikan. Pendingin air dialirkan berputar berlawanan dengan aliran uap heksan (*counter flow*) untuk mempertinggi efisiensi penyerapan kalor.



Gambar 3. Rancangan mesin ekstraksi kombinasi peniris



Gambar 4. Rancangan mesin evapo-distilator vakum

Dari Gambar 3 dan 4, dihitung parameter disain kritis yaitu: dimensi mesin pasteurisasi dan energi (kalor) yang diperlukan.

Rancangan Mesin Pencuci Kombinasi Peniris Sentrifugal

Bagian kritis dari mesin pencuci dan peniris sentrifugal adalah dimensi dari mesin tersebut. Dengan mengambil nilai desitas kamba dari bunga melati adalah 0.15 kg.liter dan dengan mengasumsikan ruang rugi 25%, maka diperoleh dimensi mesin sebagai berikut:

Drum utama
 Total Volume, V : 0,208 m²
 Diameter, D : 73 cm
 Tinggi drum, H : 50 cm

Pengaduk
 Putaran pengaduk : 35 rpm
 Motor pengaduk : 0,75 hp
 Rasio gigi reduksi : 1:40

Drum spinner dengan dinding berlobang (keranjang bunga)
 Sistem : sentrifugal, *build in* dalam drum pencuci
 Putaran keranjang : 600 rpm
 Berat drum dan bunga : 55 kg
 Torsi : 10,04 kg m
 Power : 1,34 hp
 Overloaded power : 30%
 Power motor : 1,74 hp atau digunakan motor 2 hp

Poros drum keranjang bunga dan pengaduk terletak pada titik yang sama, namun mempunyai sistem penerusan tenaga motor yang terpisah. Peniris dan pengaduk dirancang selalu bekerja bergantian dengan menggunakan *dog clutch* dan saklar penyeleksi. *Dog clutch* meneruskan tenaga dari gigi reduksi ke poros pengaduk, sedangkan drum *spinner* diputar oleh motor yang berbeda melalui transmisi sabuk. Pada waktu proses penirisan, *dog clutch* dilepas, saklar selektor menjalankan motor drum *spinner* sehingga cairan yang menempel pada bunga akan terpelantak keluar sehingga bunga atau ampas bunga akan atus dari cairan. Pada waktu proses pengadukan, poros gigi reduksi dihubungkan ke poros pengaduk melalui *dog clutch*, motor pengaduk dijalankan melalui saklar selektor. Pada kondisi ini, drum *spinner* berhenti dan poros pengaduk berputar.

Apabila proses pengadukan selesai, kran pengeluaran yang terletak dibawah drum utama dibuka, cairan ditampung kemudian drum *spinner* dijalankan untuk meniriskan heksan yang menempel pada ampas bunga. Untuk mempermudah pengeluaran ampas bunga yang telah atus, drum utama dimiringkan dengan memutar pemutar drum pencuci.

Rancangan mesin evapo-distilator vakum

Bagian kritis dari mesin evapo-distilator vakum adalah drum evaporator, distilator dan sistem pengatur suhu. Data dasar seperti panas jenis heksan (Cv), panas penguapan (L) dan *enthalphi* (h) heksan diambil dari beberapa literatur (Mc Cabe *et al.*, 2001; Sissom dan Pitts, 1987) Apabila ditentukan kapasitas evaporasi 9,5 liter per jam, suhu heksan awal 28°C, suhu didih 50°C dan kecepatan evaporasi 9,5 liter/jam, dan diasumsikan kehilangan kalor sebesar 20%, dengan persamaan utama (4-7) diperoleh dimensi utama dari mesin sebagai berikut:

Evaporator

Volume silinder penguap	: 15 Liter
Diameter	: 25 cm
Tinggi	: 20 cm
Kebutuhan panas penguapan	: 1,3458 kJ/detik = kW
Daya heater	: 1,5 kW
Waktu pemanasan awal	: 16 menit

Distiller

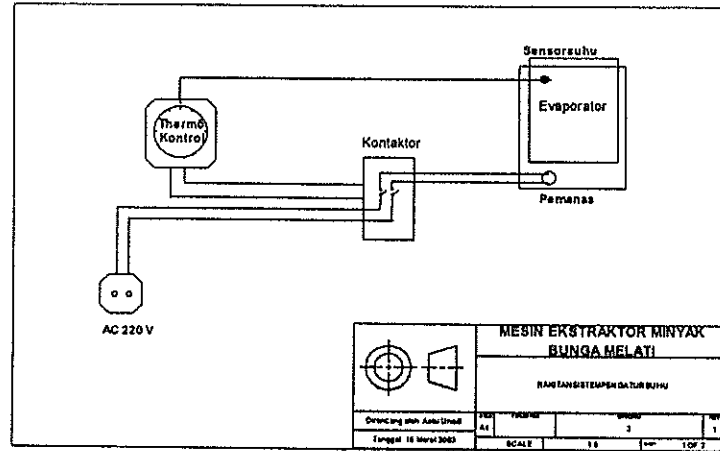
Sistem pendinginan : pipa coil aliran berlawanan

Dimensi pipa penukar kalor pada distilator

Diameter luar	: 12 mm
Diameter dalam	: 10 mm
Panjang pipa	: 3 meter

Dengan mempertimbangkan bahwa udara yang keluar dari pompa vakum dengan tekanan atmosfer masih mengandung uap heksan, maka uap ini perlu didistilasikan. Untuk mengatasi hal tersebut dirancang distilator bertingkat dengan dimensi yang sama yaitu satu buah dipasang pada daerah bertekanan vakum dan yang lainnya dipasang pada tekanan atmosfer.

Untuk mengatasi fluktuasi suhu yang disebabkan karena berkurangnya jumlah heksan dalam evaporator, fluktuasi kondisi udara dan tegangan listrik, dipasang sistem kontrol suhu dengan *thermoswitch* (Gambar 5). Sensor dari *thermoswitch* di pasang pada dasar di dalam evaporator. Melalui kontaktor, pemanas listrik disambungkan sehingga dapat kendalikan oleh *thermoswitch* tersebut. Bila suhu heksan didalam evaporator lebih tinggi dari suhu yang diinginkan (50°C) maka *thermoswitch* akan memutuskan arus yang mengalir ke pemanas listrik dan sebaliknya.



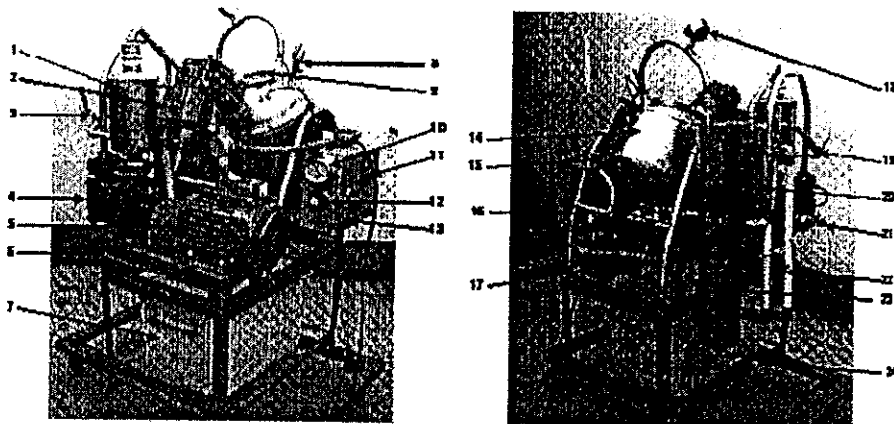
Gambar 5. Sistem pengatur suhu evaporator

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototipe mesin pencuci (ekstraktor) dan evapo-distilator vakum telah direkayasa seperti terlihat pada Gambar 6 dan 7. Mesin ini telah dilengkapi dengan pengatur suhu otomatis seperti dalam Gambar 5, sehingga suhu heksan yang ada dalam mesin dapat dipertahankan stabil.



Gambar 6. Mesin pencuci (ekstraksi) dan peniris minyak atsiri bunga model LS2



Gambar 7. Evapo-distilator vakum model VED10

Hasil pengujian terhadap mesin ekstraksi dan peniris dengan jumlah bunga 10 sampai 35 kg dalam waktu 20 menit terlihat pada Tabel 1. Kehilangan heksan dari mesin ini rata-rata 8%. Oleh karena ekstraksi ini menggunakan sistem tertutup maka kehilangan penguapan diperkirakan sangat kecil. Besarnya kehilangan ini terutama masih banyaknya heksan yang menempel pada ampas bunga. Perbandingan jumlah pelarut dan bunga akan mempengaruhi rendemen dari *concrete* yang dihasilkan. Perbandingan 1:2,5 dengan waktu pencucian 20 menit memberikan rendemen *concrete* yang tinggi, yaitu 0,33% (Tabel 2).

Tabel 1. Hasil pengujian mesin ekstraksi kombinasi peniris dengan berat bunga antara 15-35 kg

Jumlah bunga (kg)	Masuk (cc)	Jumlah heksan				Ampas bunga		Air	
		<i>Recovery</i> (cc)	(%)	Hilang (cc)	(%)	(kg)	(%)	(cc)	(%)
15	40000	36900	92,3	3100	7,8	11	73,3	4300	28,7
20	53400	48500	90,8	4900	9,2	16	80,0	4800	24,0
25	66750	60200	90,2	6550	9,8	21	84,0	5500	22,0
30	80000	73200	91,5	6800	8,5	26	86,7	2800	9,3
35	93300	88780	95,2	4520	4,8	31	88,6	3700	10,6
Rata-rata			92,0		8,0		82,5		18,9

Tabel 2. Hasil pengujian mesin pencuci (ekstraksi) kombinasi peniris dengan variasi rasio berat bunga dan pelarut 1: 2 dan 1:2,5

Lama <i>leaching</i> (menit)	Berat bunga (kg)	Rasio bunga/pelarut	Kehilangan pelarut (%)	Rendemen		Total <i>recovery</i> pelarut (%)
				<i>Concrete</i> (%)	<i>Absolute</i> (%)	
20	10	1:2,0	5,8	0,22	0,101	90
30	10	1:2,0	9,5	0,13	0,086	84
40	10	1:2,0	8,3	0,13	0,098	80
20	10	1:2,5	5,0	0,33	0,137	88
30	10	1:2,5	6,4	0,30	0,120	88
40	10	1:2,5	6,2	0,30	0,130	86

Pada pengujian awal terhadap evapo-distilator vakum dengan satu distilator vakum, suhu didih minimum yang dapat dicapai adalah 40°C dengan tekanan 0,7 kg/cm². Namun kehilangan pelarut heksan cukup tinggi yaitu antara 16-36,8%. Tingginya kehilangan ini disebabkan karena masih banyak uap heksan yang keluar dari distilator. Untuk mengatasi hal tersebut ditambahkan satu distilator tekanan atmosfer yang dipasang setelah pompa vakum. Dengan penambahan distilator tersebut kehilangan pelarut turun menjadi 4,5 sampai 6%. Pada pengujian secara terus menerus selama 14 jam (Tabel 3), kecepatan evaporasi dengan mesin evapo-distilator Vakum model VED 10 ini rata-rata adalah 9,84 liter per jam dengan kehilangan pelarut heksan rata-rata 3,6%. Kapasitas hasil pengujian ini lebih rendah 1,62% dibanding dengan kapasitas rencana.

Dari aspek penggunaan energi, kalor yang digunakan untuk setiap proses evaporasi rata-rata adalah 1,4938 kJ/detik sedangkan dan kebutuhan kalor untuk penguapan menurut rancangan adalah 1,3458 kJ/detik atau lebih tinggi 11% dari perancangan. Perbedaan ini masih dapat diatasi dengan kapasitas pemanas sebesar 1,5 kJ/detik.

Tabel 3. Hasil pengujian evapo-distilator vakum selama 14 jam

Operasi	Waktu evaporasi (menit)	Jumlah heksan						
		Masuk (cc)	Recovery (cc)	(%)	Tersisa (cc)	(%)	Hilang (cc)	(%)
1	66	10000	9350	93,5	270	2,7	380	3,8
2	60	10000	8800	88,0	540	5,4	660	6,6
3	55	10000	8600	86,0	800	8,0	600	6,0
4	60	10000	9340	93,4	600	6,0	60	0,6
5	60	10000	9200	92,0	400	4,0	400	4,0
6	57	10000	8470	84,7	520	5,2	500	5,0
7	57	10000	8820	88,2	700	7,0	480	4,8
8	60	10000	9020	90,2	400	4,0	580	5,8
9	50	10000	9250	92,5	500	5,0	250	2,5
10	57	10000	9600	96,0	220	2,2	180	1,8
11	49	10000	9320	93,2	600	6,0	80	0,8
12	60	10000	9500	95,0	400	4,0	100	1,0
13	50	10000	9400	94,0	540	5,4	60	0,6
14	50	10000	9600	96,0	200	2,0	200	2,0
15	45	10000	8800	88,0	400	4,0	800	8,0
Rata-rata	55.7	10000.0	9138.0	91,4	472,7	4,7	355,3	3,6

KESIMPULAN

Mesin ekstraksi minyak atsiri bunga melati sistem vakum tertutup tang terdiri dari mesin pencuci dan peniris dengan kapasitas rata-rata 25 kg bunga sekali proses dan evapo-distilator dengan kapasitas 10 liter sekali proses telah dirancang dan diuji coba untuk mengekstrak minyak atsiri bunga melati menjadi *concrete*.

Kedua mesin ini mudah diperasikan dan dapat bekerja dengan baik. Tidak terjadi kelebihan beban pada motor, baik motor pemutar keranjang sentrifugal maupun motor pengaduk. Pemanas dan sistem kontrol suhu bekerja dengan baik dengan variasi suhu 50°C +/- 2°C.

Mesin pencuci kombinasi peniris akan memberikan rendemen *concrete* tertinggi, yaitu dengan rasio bunga dan bahan pelarut heksan 1:2,5 dengan waktu proses 20 menit dengan rendemen *concrete* dan *absolute* masing masing 0,33% dan 0,137% dengan *recovery* heksan 88%.

Pada tekanan vakum (0,7 kg/cm²) dan suhu 50°C, kapasitas rata-rata evapo-distilator sebesar 9,84 liter/jam dengan *recovery* heksan sebesar 91,4%. Kapasitas tersebut sesuai dengan kapasitas yang direncanakan yaitu 10 liter/jam.

Pemakaian energi panas (kalor) dari mesin evapo-distilator vakum ini adalah 1,49 kJ/detik atau 1.490 Watt, sesuai dengan kapasitas pemanas yaitu 1.500 watt. Distilator bertingkat yaitu tekanan vakum dan atmosfer telah menurunkan kehilangan heksan dari rata-rata 25% menjadi 3,6%.

Kapasitas dari kedua mesin masih belum seimbang sehingga masih perlu memperbesar kapasitas evapo-distilator vakum menjadi 200 liter/jam atau memperkecil kapasitas mesin pencuci menjadi 4 kg/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Biro Pusat Statistik. 2001. Buletin Perdagangan Luar Negeri, Ekspor, Februari
- Heldman, DR. dan Singh, RP. 1988. Food process engineering. AVI Pub. Company, Westport.
- Helman, DR dan Singh, RP. 2001. Introduction to food engineering. London Academic Press.
- Ketaren, S. 1985. Pengantar teknologi minyak atsiri. PN Balai Pustaka, Jakarta.
- Mc Cabe, WL, Smith, JC dan Harriott P. 2001. Unit operation of chemical engineering. McGaw-Hill International Edition, New York.
- Nash, WA. 1987. Strenght of materials. McGraw-Hill, New York.
- Pitts, DR. dan Sissom, LE. 1987. Perpindahan kalor. Erlangga-Jakarta.
- Shigley, JE dan Mitchell, LD. 1986. Perencanaan teknik mesin. Erlangga, Jakarta.
- Suyanti, S. 2002. Melati: penanganan segar dan pembuatan minyak melati. Penebar Swadaya.