

UNJUK KERJA MICROWAVE STEAM-HYDRO DISTILLATION

DENGAN VARIASI TEKANAN PADA DAUN NILAM

TERFERMENTASI

ARTIKEL ILMIAH

TEKNIK MESIN KONSENTRASI KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Teknik



DIMAS ABDILLAH AKBAR

NIM. 125060207111039

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2016

LEMBAR PENGESAHAN

**UNJUK KERJA *MICROWAVE STEAM-HYDRO DISTILLATION*
DENGAN VARIASI TEKANAN PADA DAUN NILAM
TERFERMENTASI**

ARTIKEL ILMIAH

TEKNIK MESIN KONSENTRASI KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



DIMAS ABDILLAH AKBAR
NIM. 125060207111039

Artikel ilmiah ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
Pada tanggal 3 Agustus 2016

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Eng. Nurkholis Hamidi ST., M.Eng.
NIP. 19740121 199903 1 001

Dr. Eng. Mega Nur Sasongko ST., MT.
NIP. 19740930 200012 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan/Ketua Program Studi

Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.
NIP. 19750802 199903 2 02

UNJUK KERJA MICROWAVE STEAM-HYDRO DISTILLATION DENGAN VARIASI TEKANAN PADA DAUN NILAM TERFERMENTASI

Dimas Abdillah Akbar, Nurkholis Hamidi, Mega Nur Sasongko

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: abdiillahi09@gmail.com

Abstrak: Minyak atsiri yang didapatkan dari daun nilam (*Pogostemon cablin* Benth) atau yang sering disebut sebagai patchouli oil merupakan komoditi ekspor yang baik karena kegunaan dari minyak nilam. Dalam dunia industri sebagai fiksasi yang belum dapat digantikan oleh minyak lain hingga saat ini. Pengambilan minyak nilam dapat dilakukan dengan cara distilasi dan terdapat tiga metode distilasi yang dapat dilakukan yaitu: hydro distillation, steam-hydro distillation, dan steam distillation. Beberapa upaya dilakukan pada tanaman nilam dengan tujuan untuk mengoptimalkan hasil distilasi seperti pengeringan, pengecilan ukuran, pelayuan dan pemotongan. Namun upaya tersebut tidak dapat mendapatkan hasil yang maksimal. Perlakuan pradistilasi yang diberikan pada daun nilam berupa fermentasi menggunakan mikroorganisme *Trichoderma viride* selama delapan hari diharapkan dapat membantu pengoptimalan pengambilan minyak atsiri dari daun nilam karena aktifitas mikroorganisme yang dapat memecahkan selulosa pada dinding sel daun nilam. Pemanfaatan kemajuan teknologi yaitu dengan bantuan gelombang mikro atau biasa dikenal dengan microwave assisted extraction (MAE) untuk menghilangkan kekurangan dari metode distilasi konvensional. Selain upaya pradistilasi dilakukan juga upaya saat proses distilasi seperti pemilihan metode distilasi yang tepat yaitu dengan menggunakan metode steam-hydro distillation, peningkatan tekanan pada bejana distilasi dan pemilihan daya yang digunakan pada microwave oven.

Penelitian menunjukkan bahwa distilasi menggunakan daun nilam terfermentasi mendapatkan hasil yang lebih baik daripada distilasi dengan menggunakan daun nilam tanpa fermentasi pada setiap perbedaan tekanan yang diberikan. Secara berturut-turut hasil dari distilasi menggunakan daun nilam terfermentasi pada tekanan 1 bar diperoleh volume sebesar 3.1 ml, pada tekanan 2 bar sebesar 3.6 ml dan pada tekanan 3 bar sebesar 3.7 ml. Sedangkan distilasi dengan daun nilam tanpa fermentasi pada tekanan distilasi 1 bar diperoleh volume sebesar 2.9 ml, pada tekanan 2 bar sebesar 3.3 ml dan pada tekanan 3 bar sebesar 3.5 ml.

Kata Kunci: Minyak Nilam, fermentasi, Distilasi, Tekanan, Gelombang mikro, MAE.

PENDAHULUAN

Minyak atsiri atau dikenal sebagai minyak eterik (*essential oil*), minyak terbang (*volatile oil*) dan minyak aromatik (*aromatic oil*) dapat digunakan sebagai bahan pembuatan kosmetik, parfum, antiseptik, obat-obatan, serta sebagai aromaterapi. Minyak atsiri dapat diperoleh dari akar, batang, daun, maupun bunga dari berbagai tanaman diantaranya: nilam,

cengkeh, kenanga, jahe, dan kayu putih. Dewasa ini, di perdagangan dunia terdapat lebih dari 80 jenis minyak atsiri yang. Indonesia memiliki 40 jenis minyak atsiri yang diperdagangkan, namun hanya sekitar 14 jenis yang diekspor, seperti: minyak nilam, minyak pala, minyak sereh wangi, minyak kenanga, minyak akar wangi, minyak kayu putih, minyak

cengkeh, minyak lada, minyak jahe. Dari berbagai jenis minyak atsiri yang ada di Indonesia, minyak nilam menjadi idaman dan dan Indonesia mampu mengekspor tidak kurang dari 1200 ton minyak nilam pertahun dengan nilai ekspor \pm US \$ 25 juta atau 60% dari total ekspor minyak atsiri Indonesia [1].

Tanaman nilam (*Pogostemon sp.*) merupakan salah satu jenis tanaman penghasil minyak atsiri terbanyak di Indonesia. Tanaman nilam (*Pogostemon sp.*), adalah tanaman yang tumbuh berupa semak dan dapat tumbuh diberbagai macam jenis tanah (andosol, latosol, regosol, podsolik, dan grumusol) dengan tekstur lempung, liat berpasir dengan drainase yang baik dan pH tanah 5-7. Tanaman nilam membutuhkan curah hujan atau ketersediaan air yang cukup dengan suhu lingkungan 24-28 °C. Indonesia merupakan negara tropis yang mempunyai curah hujan dan kelembaban yang cukup tinggi, oleh karena itu tanaman nilam dapat tumbuh dengan baik di Indonesia.

Minyak nilam dapat dihasilkan dengan beberapa. Diantaranya ada tiga metode yang dapat digunakan untuk distilasi minyak nilam, yaitu: *hydro distillation*, *steam-hydro distillation*, dan *steam distillation*. Metode *steam-hydro distillation* dapat menghasilkan rendemen minyak nilam yang lebih baik jika dibandingkan dengan metode *hydro distillation*, dan *steam distillation* [2]. Namun, metode *steam-hydro distillation* memerlukan waktu yang relatif lama untuk mendapatkan minyak nilam dengan kualitas yang bagus.

Beberapa cara dilakukan untuk mendapatkan jumlah rendemen minyak yang lebih banyak. Diantaranya daun nilam harus diberi perlakuan terlebih dahulu seperti pengeringan, pengecilan ukuran, fermentasi, pelayuan dan

pemotongan. Pengeringan atau pengurangan kadar air pada daun nilam bertujuan untuk memperbaiki kualitas bahan baku dan kualitas minyak yang dihasilkan. Penyulingan daun nilam segar atau dengan kadar air yang masih tinggi akan menghasilkan rendemen yang rendah karena minyak yang berada di dalam daun tidak dapat keluar karena terhalang oleh kandungan air di dalam daun. Hasil penyulingan dengan perlakuan pradistilasi berupa pengeringan langsung belum sempurna karena minyak nilam masih terikat pada jaringan daun.

Perlakuan lain diperlukan dengan tujuan untuk memecahkan atau menghancurkan jaringan daun nilam agar hasil distilasi semakin optimal. Perlakuan pradistilasi berupa fermentasi merupakan salah satu metode untuk memecahkan dinding sel rambut kelenjar dari daun nilam menggunakan enzim yang terdapat dalam mikroorganisme. Mikroorganisme yang digunakan untuk memecah dinding sel kali ini adalah *Trichoderma viride*. *Trichoderma viride* merupakan fungi yang potensial memproduksi selulase dalam jumlah yang relatif banyak untuk mendegradasi selulosa dan menghancurkan selulosa tingkat tinggi serta memiliki kemampuan mensintesis beberapa faktor esensial untuk melarutkan bagian selulosa yang terikat kuat dengan ikatan hidrogen. Enzim selulase berfungsi sebagai agen pengurai yang spesifik untuk menghidrolisis ikatan kimia dari selulosa dan turunannya. Dan hal ini mengakibatkan minyak nilam terpisah dari daun sehingga dapat didistilasi lebih mudah dan mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Namun menurut penelitian yang telah dilakukan, distilasi secara konvensional dapat menyebabkan rendemen minyak nilam cenderung berwarna kecoklatan dan

keruh.

Metode *microwave assisted extraction* dapat membantu mempercepat proses distilasi dan menghemat penggunaan daya pada prosesnya. Panas yang dihasilkan *microwave* dapat memanaskan dan menguapkan air pada sel sampel, sehingga tekanan pada dinding sel daun nilam meningkat. Akibatnya, sel membengkak (*swelling*) dan tekanan tersebut mendorong dinding sel dari dalam, meregangkan, dan memecahkan sel tersebut. Rusaknya sel tumbuhan mempermudah senyawa target (minyak nilam) keluar [3]. Pada *microwave* kita juga dapat menentukan daya yang dipakai dalam distilasi. Semakin meningkatnya daya *microwave-assisted extraction* maka rendemen minyak nilam semakin bertambah [4] dan semakin tinggi tekanan saat proses distilasi maka rendemen minyak nilam yang dihasilkan semakin meningkat [5].

Dari beberapa ulasan diatas diketahui bahwa metode distilasi secara *steam-hydro distillation* dapat menghasilkan jumlah rendemen minyak nilam yang lebih banyak dibandingkan dengan metode *hydro distillation* dan *steam distillation*. Selain itu distilasi dengan bantuan *microwave* juga dapat mempersingkat waktu yang diperlukan saat proses distilasi. Semakin tinggi daya dari *microwave* dan tekanan yang diberikan saat proses distilasi juga diketahui dapat meningkatkan jumlah dari rendemen minyak nilam. Perlakuan pradistilasi berupa fermentasi juga terbukti dapat meningkatkan jumlah rendemen minyak nilam. Panas yang dihasilkan *microwave* juga tidak merusak hasil rendemen minyak nilam seperti yang dihasilkan pada distilasi konvensional, sehingga dapat menghasilkan kualitas minyak nilam yang baik. Oleh karena itu penelitian kali ini dibuat dengan sedemikian rupa untuk

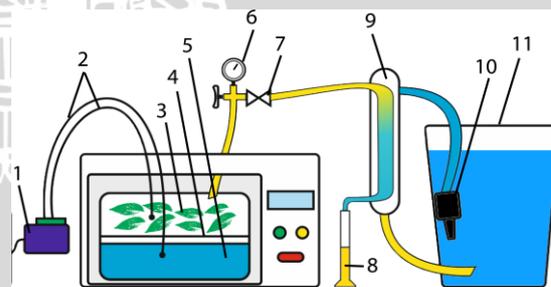
mengoptimalkan proses distilasi minyak nilam agar mendapatkan jumlah minyak nilam yang banyak dan juga kualitas minyak nilam yang baik.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian nyata. Metode penelitian nyata atau *true experimental research*. Penelitian ini menunjukkan unjuk kerja *steam-hydro distillation* dengan Bantuan *microwave*.

Distilasi hanya dilakukan pada daun nilam, nilam yang dipilih adalah *Pogostemon cablin Benth.* Setiap spesimen seberat 100 gram dengan kadar air 18,5-22,5%, tiga spesimen difermentasi selama 8 hari menggunakan *Trichoderma viride*, dan tiga spesimen tanpa fermentasi. Pada bejana distilasi diberikan tekanan 1 bar; 2 bar; dan 3 bar dan daya *microwave* yang digunakan sebesar 700Watt.

Prosedur penelitian yang pertama dilakukan adalah mengumpulkan peralatan yang dibutuhkan dan merangkai hingga sesuai dengan skema instalasi seperti pada gambar 1.



- Keterangan:
- | | |
|-------------------|------------------------|
| 1. Data logger; | 6. Pressure gauge; |
| 2. Thermocouple; | 7. Check valve; |
| 3. Daun nilam; | 8. Hasil Distilasi; |
| 4. Sekat pemisah; | 9. Kondensor kaca; |
| 5. Air | 10. Pompa; |
| | 11. Bak penampung air. |

Gambar 1. Skema instalasi

Kemudian kita harus menyiapkan spesimen pengujian sesuai dengan rancangan. Spesimen berupa daun nilam kering yang telah dipilih dan

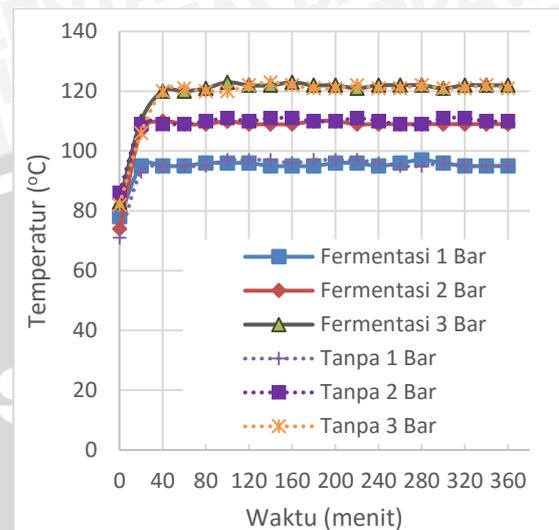
dipisahkan dari batang dan pengotor. Daun nilam dikeringkan hingga kadar airnya berkisar 18,5-22,5%. Selanjutnya daun ditimbang seberat 100 gram hingga didapatkan spesimen sebanyak enam spesimen. Kemudian diambil sebanyak tiga spesimen untuk difermentasi menggunakan jamur kapang (*Tichoderma viride*), seberat 0,4 gram untuk setiap 100 gram daun nilam selama delapan hari.

Sebelum memulai penelitian, langkah pertama yang dilakukan adalah mengisi air panas dengan suhu sekitar 80-100°C dibagian bawah sekat wadah kaca. Diikuti dengan memasukkan spesimen dibagian atas sekat wadah kaca. Kemudian wadah kaca yang berisi spesimen uji dimasukkan ke dalam microwave dan ditutup. Daya *microwave* sesuai dengan variabel yaitu 700 Watt dan waktu distilasi diatur sesuai kebutuhan. Setelah semuanya diatur distilasi dapat dimulai dengan menekan tombol *start* pada *microwave*. Kemudian menyalakan pompa untuk mengalirkan air pendingin pada kondensor kaca. Saat proses distilasi berjalan tekanan pada distilator harus dijaga sesuai variabel (1 bar, 2 bar, dan 3 bar) hingga distilasi berakhir. Hasil distilasi ditampung pada gelas ukur. Setelah distilasi selesai, *microwave* dimatikan kemudian mengambil minyak dan dimasukkan kedalam botol sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa yang pertama mengenai grafik hubungan tekanan dalam bejana distilator terhadap temperatur destilasi pada setiap variasi yang dapat dilihat pada gambar 2. Grafik tersebut menjelaskan tentang perbedaan temperatur penguapan air pelarut distilasi pada setiap tekanan yang diberikan. Adapun variasi yang diberikan yaitu perlakuan pradistilasi pada daun yaitu berupa daun terfermentasi dan tanpa fermentasi

dan tekanan yang di berikan pada bejana distilasi pada masing-masing perlakuan yaitu 1 bar, 2 bar dan 3 bar.

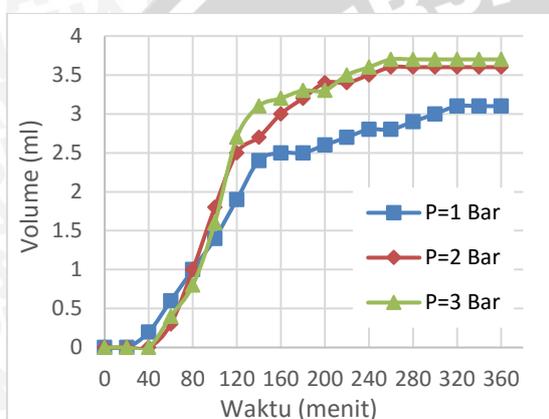


Gambar 2. Grafik hubungan tekanan dalam bejana distilator terhadap temperatur destilasi pada setiap variasi

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan temperatur penguapan pada tekanan yang berbeda. Temperatur awal pada setiap variasi adalah berkisar 80°C. Pada tekanan 1 bar dikedua perlakuan selama sekitar 20 menit awal temperatur sudah dapat mencapai 96°C sampai pada menit-menit seterusnya. Pada tekanan 2 bar dikedua perlakuan selama sekitar 20 menit awal temperatur sudah dapat mencapai 110°C sampai pada menit-menit seterusnya. Pada tekanan 1 bar membutuhkan waktu 20 menit untuk menaikkan temperatur sebesar 16°C, dengan waktu yang sama pada tekanan 2 bar dapat menaikkan temperatur sebesar 30°C. Hal ini dikarenakan pada temperatur 1 bar *check valve* sudah dibuka mulai dari awal proses distilasi, namun pada tekanan 2 bar pada awal proses distilasi *check valve* ditutup dan dibuka saat tekanan pada bejana telah mencapai 2 bar. Pada tekanan 1 bar pembukaan *check valve* ini

menyebabkan suhu panas keluar sistem dan menyebabkan lamanya waktu pemanasan. Pada tekanan 3 bar di kedua perlakuan selama sekitar 40 menit awal temperatur mencapai 121°C.

Dari grafik pada gambar 2 juga dapat dilihat bahwa semakin tinggi tekanan maka semakin tinggi pula temperatur penguapan air dalam bejana. Hal ini telah sesuai dengan teori bahwa semakin tinggi tekanan dapat membuat peningkatan temperatur penguapan dari suatu zat murni



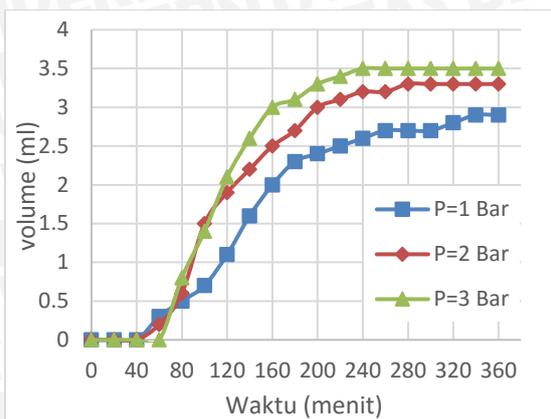
Gambar 3. Grafik hubungan antara waktu distilasi terhadap volume minyak nilam pada daun nilam terfermentasi

Gambar 3 merupakan grafik hubungan antara waktu distilasi terhadap volume minyak nilam pada daun nilam terfermentasi. Grafik tersebut menunjukkan hubungan antara volume hasil distilasi pada setiap tekanan 1 bar, 2 bar dan 3 bar pada daun nilam terfermentasi.

Dari grafik pada gambar 3 dapat dilihat bahwa pada distilasi dengan daun nilam terfermentasi menunjukkan hasil secara berturut-turut dari yang paling kecil hingga yang paling besar yaitu pada tekanan di bejana distilasi 1 bar diperoleh volume sebesar 3.1 ml, pada tekanan 2 bar sebesar 3.6 ml dan pada tekanan 3 bar sebesar 3.7 ml. Semakin tinggi tekanan yang diberikan

dapat membuat semakin tinggi temperatur penguapan air di dalam bejana distilasi begitu juga peningkatan temperatur di dalam bejana. Semakin tinggi tekanan dan temperatur di dalam bejana dapat membuat distilasi semakin optimal karena biomassa memiliki sifat yang mudah rusak jika dikenai tekanan dan temperatur yang tinggi.

Selain itu pada grafik tersebut terlihat bahwa pada tekanan 1 bar membutuhkan waktu 140 menit untuk dapat menghasilkan volume minyak sebesar 2.4 ml, dan membutuhkan waktu 180 untuk dapat meningkatkan volume minyak sebesar 0.7 ml sehingga menjadi 3.1 ml. Pada tekanan 2 bar membutuhkan waktu 160 menit untuk dapat menghasilkan volume minyak sebesar 3 ml, dan membutuhkan waktu 100 menit untuk dapat meningkatkan volume minyak sebesar 0.6 ml sehingga menjadi 3.6 ml. Pada tekanan 3 bar membutuhkan waktu 140 menit untuk dapat menghasilkan volume minyak sebesar 3.1 ml, dan membutuhkan waktu 120 menit untuk dapat meningkatkan volume minyak sebesar 0.6 ml sehingga menjadi 3.7 ml. Dapat dilihat pada 120 menit hingga 140 menit awal proses distilasi dari ketiga variasi dapat menghasilkan volume yang besar dengan waktu yang singkat. Hal ini disebabkan oleh hasil fermentasi yang menyebabkan terpecahnya dinding sel yang membungkus minyak nilam di dalam daun. Karena terpecahnya dinding sel minyak nilam akan mudah keluar. Setelah itu proses produksi minyak nilam agak melambat karena kandungan minyak di dalam daun yang semakin lama semakin berkurang sehingga laju produksi minyak akan menurun.



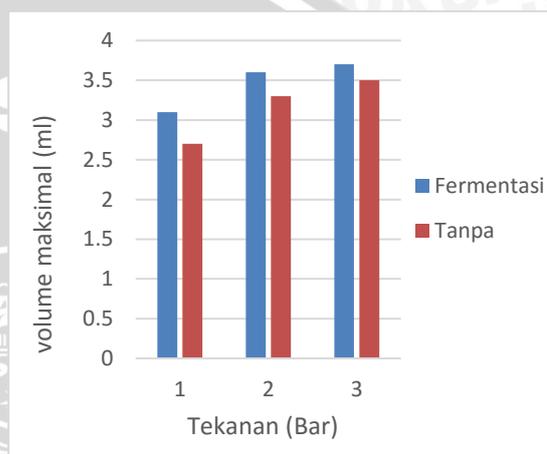
Gambar 4 Grafik hubungan antara waktu distilasi terhadap volume minyak nilam pada daun nilam tanpa fermentasi.

Gambar 4 merupakan grafik hubungan antara waktu distilasi terhadap rendemen minyak nilam pada daun nilam tanpa fermentasi. Grafik tersebut menunjukkan hubungan antara volume hasil distilasi pada setiap tekanan 1 bar, 2 bar dan 3 bar pada daun nilam tanpa fermentasi.

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada distilasi dengan daun nilam terfermentasi menunjukkan hasil secara berturut-turut dari yang paling kecil hingga yang paling besar yaitu pada tekanan di bejana distilasi 1 bar diperoleh volume sebesar 2.9 ml, pada tekanan 2 bar sebesar 3.3 ml dan pada tekanan 3 bar sebesar 3.5 ml. Ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan pada bejana volume minyak nilam yang dihasilkan juga akan semakin besar. Semakin tinggi tekanan yang diberikan dapat membuat semakin tinggi temperatur penguapan air di dalam bejana distilasi begitu juga peningkatan temperatur di dalam bejana. Semakin tinggi tekanan dan temperatur di dalam bejana dapat membuat distilasi semakin optimal karena biomassa memiliki sifat yang mudah rusak jika dikenai tekanan dan temperatur yang tinggi.

Berbeda dengan gambar 3 yaitu pada daun nilam terfermentasi, pada gambar 4 ini tidak menunjukkan laju

produksi yang cenderung lebih cepat pada awal proses distilasi dan lambat di akhir. Namun proses produksi minyak secara bertahap mengalami pertambahan yang cenderung stabil. Hal ini berbeda karena tidak ada bantuan untuk memecahkan dinding sel daun nilam. Melainkan pemecahan dinding sel daun nilam hanya dikarenakan oleh gelombang *microwave*.

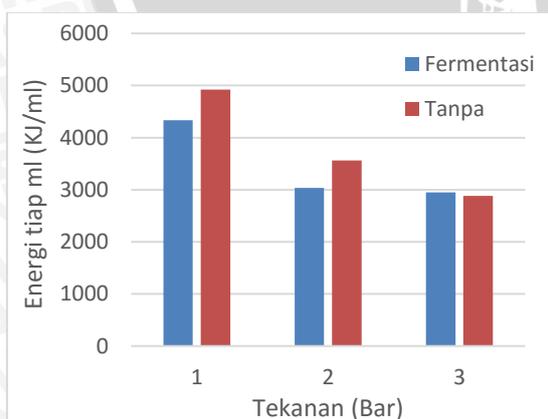


Gambar 5 Grafik hubungan antara tekanan pada bejana distilasi terhadap volume maksimal distilasi minyak nilam.

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara volume hasil distilasi pada setiap variasi. Adapun variasi yang diberikan yaitu perlakuan pradistilasi pada daun yaitu berupa daun terfermentasi dan tanpa fermentasi dan tekanan yang di berikan pada bejana distilasi pada masing-masing perlakuan yaitu 1 bar, 2 bar dan 3 bar.

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada distilasi dengan daun tanpa fermentasi menunjukkan hasil secara berturut-turut dari yang paling kecil hingga paling besar yaitu pada tekanan di bejana distilasi 1 bar menghasilkan volume sebesar 2.9 ml, pada tekanan 2 bar meningkat sebesar 0.36% sehingga menjadi 3.3 ml dan pada tekanan 3 bar meningkat sebesar 0.18% sehingga menjadi 3.5 ml. Dari grafik tersebut juga dapat dilihat bahwa

pada distilasi dengan daun nilam terfermentasi menunjukkan hasil secara berturut-turut dari yang paling kecil hingga yang paling besar yaitu pada tekanan di bejana distilasi 1 bar diperoleh volume sebesar 3.1 ml, pada tekanan 2 bar terjadi peningkatan sebesar 0.45% sehingga menjadi 3.6 ml dan pada tekanan 3 bar terjadi peningkatan sebesar 0.09% sehingga menjadi 3.7 ml. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan di bejana distilasi maka volume minyak nilam yang dihasilkan juga semakin besar. Semakin tinggi tekanan yang diberikan dapat membuat semakin tinggi temperatur penguapan air di dalam bejana distilasi begitu juga peningkatan temperatur di dalam bejana. Semakin tinggi tekanan dan temperatur di dalam bejana dapat membuat distilasi semakin optimal karena biomassa memiliki sifat yang mudah rusak jika dikenai tekanan dan temperatur yang tinggi. Selain itu hasil distilasi dengan perlakuan pradistilasi fermentasi juga dapat mempengaruhi volume rendemen minyak nilam. Hal ini dikarenakan fermentasi menyebabkan terpecahnya dinding sel yang dapat membuat lebih optimalnya minyak nilam yang keluar.



Gambar 5 Grafik hubungan antara tekanan distilasi terhadap kebutuhan energi/ml minyak nilam pada daun nilam terfermentasi dan tanpa fermentasi.

Grafik tersebut menunjukkan kebutuhan energi yang diperlukan proses distilasi untuk dapat menghasilkan satu mililiter minyak nilam pada setiap variasi. Adapun variasi yang diberikan yaitu perlakuan pradistilasi pada daun yaitu berupa daun terfermentasi dan tanpa fermentasi dan tekanan yang diberikan pada bejana distilasi pada masing-masing perlakuan yaitu 1 bar, 2 bar dan 3 bar.

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada distilasi dengan daun tanpa fermentasi membutuhkan energi/ml minyak nilam secara berturut-turut dari yang paling besar hingga paling kecil yaitu pada tekanan di bejana distilasi satu bar memerlukan energi sebesar 4924KJ per mililiter minyak nilam, pada tekanan dua bar terjadi penurunan kebutuhan energi sebesar 1360 KJ/ml sehingga menjadi 3563 KJ per mililiter minyak nilam, pada tekanan tiga bar terjadi penurunan kebutuhan energi sebesar 683 KJ/ml sehingga menjadi 2880 KJ per mililiter minyak nilam. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada distilasi dengan daun terfermentasi membutuhkan energi/ml minyak nilam secara berturut-turut dari yang paling besar hingga paling kecil yaitu pada tekanan di bejana distilasi satu bar memerlukan energi sebesar 4335 KJ per mililiter minyak nilam, pada tekanan dua bar terjadi penurunan kebutuhan energi sebesar 1302 KJ/ml sehingga menjadi 3033 KJ per mililiter minyak nilam, pada tekanan tiga bar terjadi penurunan kebutuhan energi sebesar 81 KJ/ml sehingga menjadi 2951 KJ per mililiter minyak nilam. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan di bejana distilasi maka jumlah energi yang dibutuhkan akan menurun. Hal ini telah sesuai dengan teori dan hipotesis bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan dapat mengakibatkan entalpi

penguapan air semakin kecil sehingga proses distilasi berlangsung semakin cepat.

Selain itu dari grafik juga dapat dilihat bahwa kebutuhan energi setiap mililiter minyak nilam pada tekanan 1 bar dan 2 bar terdapat perbedaan, kebutuhan energi pada proses distilasi dengan daun nilam terfermentasi terlihat lebih kecil daripada distilasi dengan daun nilam tanpa fermentasi. Hal ini dikarenakan proses distilasi pada daun nilam terfermentasi lebih cepat dibandingkan dengan proses distilasi pada daun nilam tanpa fermentasi. Selain itu volume yang dihasilkan juga lebih besar pada proses distilasi pada daun nilam terfermentasi. Namun pada tekanan 3 bar kebutuhan energi pada proses distilasi dengan daun nilam terfermentasi dan distilasi dengan daun nilam tanpa fermentasi hampir sama, hal ini terjadi karena proses distilasi pada daun nilam terfermentasi lebih lambat jika dibanding dengan proses distilasi pada daun nilam tanpa fermentasi. Lambatnya proses distilasi dapat disebabkan oleh adanya pengotor seperti jamur yang menutupi aliran uap di dalam selang. Sehingga uap yang keluar pada akhir proses distilasi lebih lambat dan mempengaruhi lambatnya proses distilasi

KESIMPULAN

1. Proses distilasi pada daun nilam terfermentasi menunjukkan hasil bahwa terjadi peningkatan volume minyak nilam pada setiap peningkatan tekanan yang diberikan. Pada tekanan di bejana distilasi satu bar diperoleh volume sebesar 3.1 ml, pada tekanan dua bar sebesar 3.6 ml dan pada tekanan tiga bar sebesar 3.7 ml.
2. Distilasi dengan menggunakan daun nilam tanpa fermentasi menunjukkan hasil yaitu semakin tinggi tekanan yang diberikan

maka semakin tinggi pula volume minyak nilam yang dihasilkan. Pada tekanan di bejana distilasi satu bar diperoleh volume sebesar 2.9 ml, pada tekanan dua bar sebesar 3.3 ml dan pada tekanan tiga bar sebesar 3.5 ml.

3. Perbandingan dari volume maksimal hasil distilasi pada daun nilam terfermentasi lebih besar dibandingkan dengan volume maksimal dari distilasi pada daun nilam tanpa fermentasi. Terdapat selisih volume sebesar 0.2 ml pada tekanan satu bar, 0.3 ml pada tekanan dua bar, dan 0.2 ml pada tekanan tiga bar.
4. Kebutuhan energi distilasi pada daun nilam tanpa fermentasi menurun setiap peningkatan tekanan pada bejana distilasi. Begitu juga kebutuhan energi distilasi pada daun nilam terfermentasi menurun setiap peningkatan tekanan pada bejana distilasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Biro Pusat Statistik. 2005. Statistik Perdagangan Luar Negeri 2004. BPS. Jakarta.
- [2] Anshory dan Hidayat. 2009. *Konsep dasar pengulingan dan analisa sederhana minyak nilam*. LPPM, UNPAD
- [3] Jain, T., Jain, V., Pandey, R., Vyas, A., & Shukla, S. S. 2009. *Microwave Assisted Extraction for Phytoconstituents – An Overview*. Asian Journal Research Chemistry.
- [4] Mukhlison, Indra. 2014. *Pengaruh Daya Microwave-Assisted Hydro Distillation Terhadap Kebutuhan Energi Ekstraksi Dan Rendemen Minyak Nilam*. Jurnal Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.

- [5] Laksono, Sony Satriyo. 2014. *Produksi Minyak Nilam Pada Berbagai Tekanan Dengan Metode Microwave Hydro Distillation*. Jurnal Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.

