

**PENGARUH FERMENTASI AWAL DAN TEKANAN BEJANA
DISTILATOR TERHADAP PRODUKSI MINYAK NILAM**

JURNAL

TEKNIK MESIN KONSENTRASI KONVERSI ENERGI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**BAYU SATRIO PAMBUDI
NIM. 115060205111007**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN MESIN
MALANG
2017**

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH FERMENTASI AWAL DAN TEKANAN BEJANA
DISTILATOR TERHADAP PRODUKSI MINYAK NILAM

JURNAL
TEKNIK MESIN KONSENTRASI KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



BAYU SATRIO PAMBUDI
NIM. 115060205111007

Jurnal ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 20 Januari 2017

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

Purnami ST., MT.
NIP. 19740930 200012 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan/Ketua Program Studi

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

PENGARUH FERMENTASI AWAL DAN TEKANAN BEJANA DISTILATOR TERHADAP PRODUKSI MINYAK NILAM

Bayu Satrio Pambudi, Nurkholis Hamidi, Purnami

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: by10ball@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 belum mendapatkan hasil yang maksimal. Perlakuan pradistilasi yang diberikan pada daun nilam berupa fermentasi menggunakan mikroorganisme *Trichoderma viride*. Fermentasi dilakukan selama delapan hari untuk mengoptimalkan aktifitas mikroorganisme yang dapat memecahkan pada dinding sel daun nilam dengan enzim selulase. Pemanfaatan proses fermentasi pada daun nilam dan peningkatan tekanan pada metode Hydro distillation maupun Steam-hydro distillation mampu meningkatkan produksi minyak nilam, waktu distilasi lebih cepat dan mengurangi konsumsi bahan bakar.

Penelitian menunjukkan bahwa distilasi daun nilam menggunakan fermentasi mendapatkan hasil yang lebih baik daripada distilasi tanpa fermentasi pada setiap perbedaan tekanan yang diberikan. Secara berturut-turut hasil dari distilasi menggunakan metode Hydro Distillation, pada tekanan 1 bar diperoleh volume sebesar 2.8 ml, pada tekanan 2 bar sebesar 3.1 ml dan pada tekanan 3 bar sebesar 3.4 ml. Sedangkan dengan metode Steam-Hydro Distillation pada tekanan 1 bar memperoleh volume sebesar 3.1 ml, pada tekanan 2 bar sebesar 3.3 ml dan pada tekanan 3 bar sebesar 3.4 ml.

Kata Kunci: Minyak Nilam, fermentasi, Distilasi, Tekanan, Hydro Distillation, Steam-Hydro Distillation.

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. Dari berbagai jenis minyak atsiri yang ada di Indonesia, minyak nilam menjadi idaman dan Indonesia mampu mengeksportir 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. 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].

Beberapa cara dilakukan untuk mendapatkan jumlah 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. Selain itu ada perlakuan lain yaitu dengan meningkatkan variasi tekanan dan hal itu meningkatkan produksi minyak nilam, namun masih membutuhkan waktu yang lama [3].

Perlakuan lain selain meningkatkan tekanan 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 [4]. Dan hal ini mengakibatkan minyak nilam terpisah dari daun sehingga dapat didistilasi lebih mudah dan mendapatkan hasil yang lebih maksimal. waktu fermentasi yang dapat menghasilkan minyak nilam paling banyak yaitu fermentasi selama 8 hari [5].

Metode konvensional merupakan metode yang sudah tidak asing untuk perlakuan distilasi, teknologi tersebut sudah dilakukan sejak pertama kali adanya ilmu distilasi. Kekurangan metode yaitu waktu yang dibutuhkan masih sangat lama dan mengakibatkan konsumsi bahan bakar menjadi sangat besar. Oleh karena itu penelitian kali ini dibuat dengan sedemikian rupa untuk mengoptimalkan proses distilasi minyak nilam dengan penambahan variasi tekanan dan proses fermentasi agar mendapatkan jumlah minyak nilam yang banyak dan juga kualitas minyak nilam yang baik.

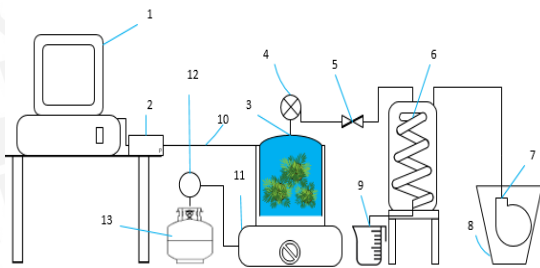
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian nyata. Metode penelitian nyata atau *true experimental research*. Penelitian ini menunjukkan unjuk kerja *hydro distillation* dan *steam-hydro distillation* dengan proses fermentasi pada daun nilam.

Distilasi hanya dilakukan pada daun nilam, nilam yang dipilih adalah *Pogostemon cablin Benth.* Setiap spesimen seberat 100 gram, sebanyak 3 spesimen difermentasi dan 3 spesimen tanpa fermentasi untuk metode *hydro distillation* dan *steam-hydro distillation*. Pada bejana distilasi diberikan variasi tekanan 1 bar; 2 bar; dan 3 bar.

Prosedur penelitian yang pertama dilakukan adalah mengumpulkan peralatan yang dibutuhkan dan merangkai

hingga sesuai dengan skema instalasi seperti pada gambar 1.



Keterangan gambar :

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Komputer | 7. Pompa |
| 2. Data Logger | 8. Bak Penampung Air |
| 3. Bejana distilator | 9. Gelas Ukur |
| 4. Pressure Gauge | 10. Termokopel |
| 5. Check Valve | 11. Kompor |
| 6. Kondensor kaca | 12. Regulator |
| | 13. Tabung Gas |

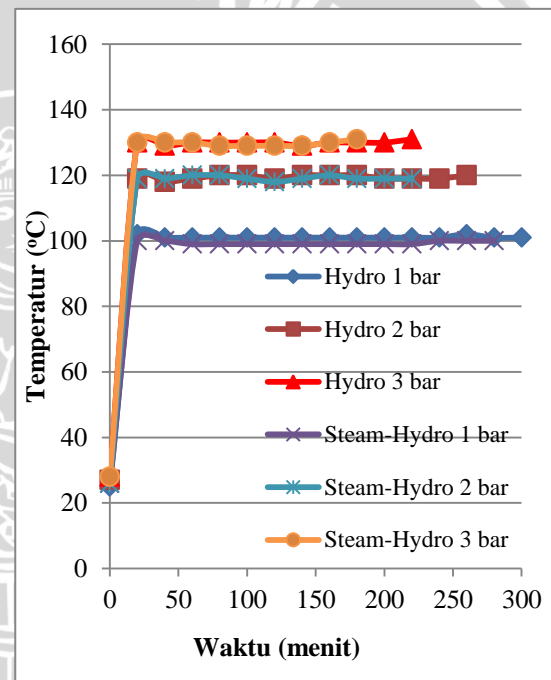
Gambar 1. Skema instalasi distilasi

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 12 spesimen. Kemudian diambil sebanyak 6 spesimen untuk difermentasi menggunakan jamur kapang (*Tichoderma viride*) seberat 0,4 gram untuk setiap 100 gram daun nilam selama 8 hari.

Sebelum memulai penelitian, hal yang dilakukan adalah menimbang massa tabung gas untuk perhitungan kebutuhan energi dan cek kelengkapan komponen distilasi. 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 kompor dimatikan kemudian mengambil minyak dan dimasukkan kedalam botol sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

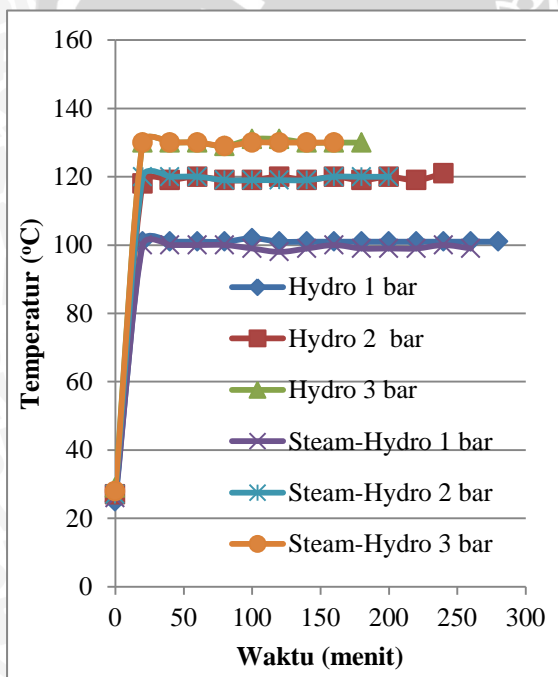
Analisa yang pertama mengenai grafik hubungan tekanan dalam bejana distilator terhadap temperatur distilasi pada setiap variasi yang dapat dilihat pada gambar 2. Grafik tersebut menjelaskan tentang perbedaan temperatur penguapan air pelarut distilasi pada setiap tekanan yang diberikan. Adapun variasi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

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan temperatur penguapan pada setiap metode dan variasi tekanan yang berbeda. Pada tekanan 1 bar dikedua metode sekitar menit awal temperatur naik kemudian konstan pada suhu 100°C hingga proses distilasi selesai. Pada tekanan 2 bar dikedua metode sekitar menit awal temperatur juga naik kemudian konstan pada suhu 120°C

hingga selesai. Pada tekanan 3 bar dikedua metode sekitar menit awal temperatur naik kemudian konstan pada suhu 130°C hingga selesai. Dimenit awal suhu meningkat karena panas dari kompor masih berupa panas sensibel sehingga suhu masih meningkat, setelah itu temperatur menjadi konstan menandakan bahwa kondisi air pada bejana sudah mencapai titik cair jenuh atau perubahan fase dari air menjadi uap, perubahan fase ini memiliki suhu yang berbeda disetiap variasi tekanan yang digunakan. Selain itu perbedaan kenaikan suhu disetiap tekanan diakibatkan perbedaan jumlah bahan bakar yang dikeluarkan tidak sama dan pengaruh tekanan terhadap kecepatan kenaikan temperatur. Penjelasan tersebut juga sama halnya dengan gambar 3.

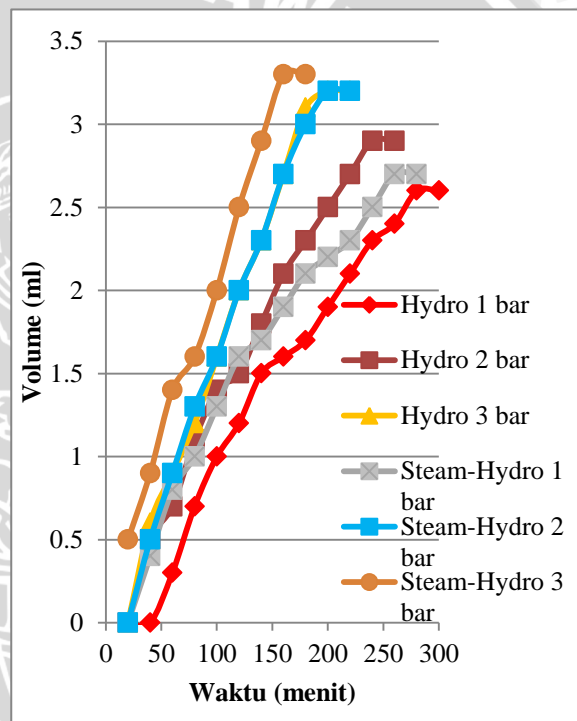


Gambar 3. Grafik hubungan tekanan dalam bejana distilator terhadap temperatur distilasi pada setiap metode dan variasi tekanan dengan fermentasi

Pada gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan maka waktu distilasi menjadi lebih cepat dikarenakan semakin tinggi tekanan yang diberikan maka entalpi penguapan menjadi kecil sehingga waktu yang

dibutuhkan menjadi lebih cepat. Dan dengan panas yang sama energi entalpi yang dibutuhkan untuk proses penguapan air menjadi lebih sedikit. Selain itu perbedaan kenaikan suhu disetiap tekanan diakibatkan perbedaan jumlah bahan bakar yang dikeluarkan tidak sama dan pengaruh tekanan terhadap kecepatan kenaikan temperatur.

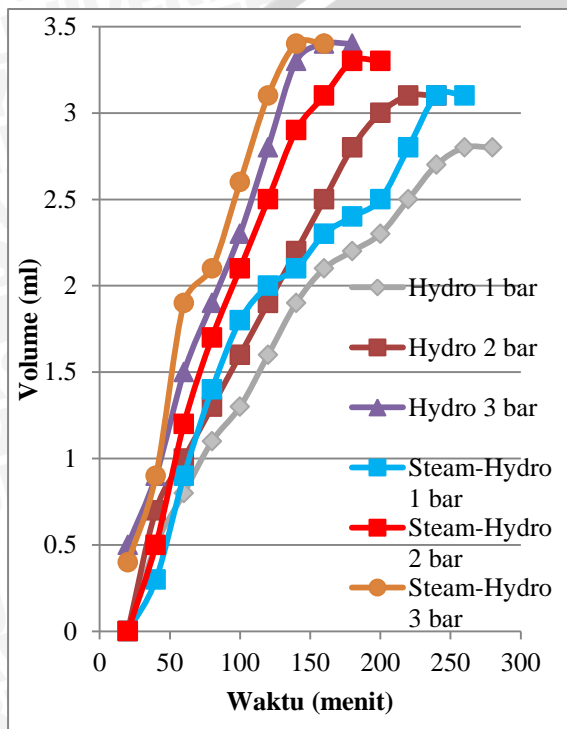
Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tekanan maka semakin tinggi pula temperatur penguapan air dalam bejana. Hal ini telah sesuai dengan teori bahwa semakin tinggi tekanan maka temperatur penguapan juga mengalami peningkatan.



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

Gambar 4 menunjukkan bahwa pada distilasi dengan daun nilam tanpa fermentasi menunjukkan hasil secara berurutan dari yang paling kecil hingga yang paling besar yaitu pada tekanan di bejana distilasi 1 bar metode *hydro distillation* diperoleh volume sebanyak 2.6 ml dengan waktu 280 menit, kemudian tekanan 1 bar metode *steam-hydro*

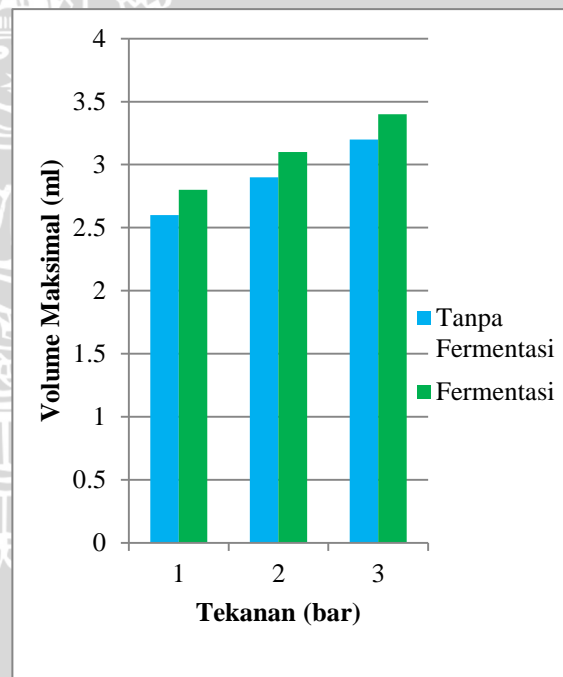
distillation dengan waktu 260 menit diperoleh volume sebanyak 2.7 ml. Selanjutnya tekanan 2 bar metode *hydro distillation* dengan waktu 240 menit sebanyak 2.9 ml lalu tekanan 2 bar metode *steam-hydro distillation* sebanyak 3.2 ml sama banyaknya dengan tekanan 3 bar metode *hydro distillation* yaitu 3.2 ml dan dengan waktu yang sama yaitu 200 menit dan terakhir pada tekanan 3 bar metode *steam-hydro distillation* dengan waktu 160 menit sebanyak 3.3 ml.



Gambar 5. Grafik hubungan antara waktu distilasi terhadap volume minyak nilam setiap metode pada daun nilam dengan proses fermentasi.

Gambar 5 dapat dilihat bahwa pada distilasi dengan daun nilam dengan fermentasi menunjukkan hasil secara berurutan dari yang paling kecil hingga yang paling besar yaitu pada tekanan di bejana distilasi 1 bar metode *hydro distillation* diperoleh volume sebanyak 2.8 ml dengan waktu 260 menit, kemudian tekanan 1 bar metode *steam-hydro distillation* dengan waktu 240 menit diperoleh volume sebanyak 3.1 ml. Selanjutnya tekanan 2 bar metode *hydro*

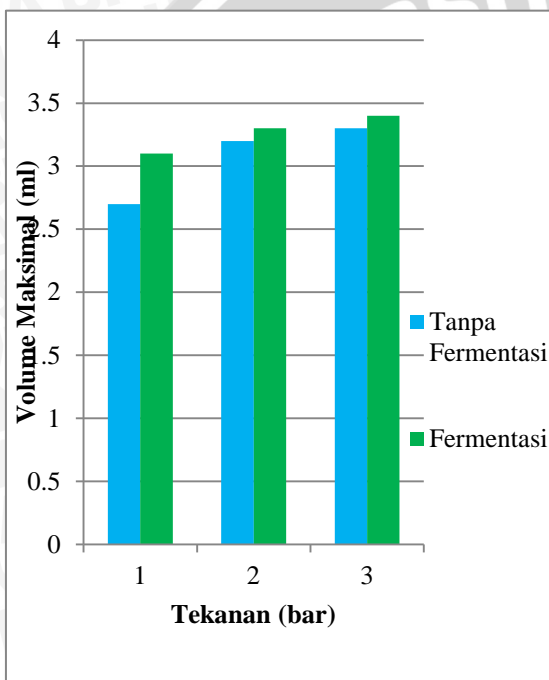
distillation dengan waktu 220 menit sebanyak 3.1 ml lalu tekanan 2 bar metode *steam-hydro distillation* sebanyak 3.3 ml dalam waktu 180 menit kemudian tekanan 3 bar metode *hydro distillation* yaitu 3.4 ml dan dengan waktu 160 menit dan yang terakhir pada tekanan 3 bar metode *steam-hydro distillation* dengan waktu 140 menit sebanyak 3.4 ml. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan maka volume minyak nilam yang dihasilkan juga akan semakin besar dan telah sesuai dengan dasar teori dan hipotesis. Selain itu grafik di atas menunjukkan bahwa metode *steam-hydro distillation* membutuhkan waktu lebih singkat dibandingkan metode *hydro distillation* yaitu dengan selisih waktu rata-rata 20 menit.



Gambar 6. Grafik hubungan antara tekanan pada bejana distilasi terhadap volume maksimal minyak nilam dengan metode *Hydro Distillation*.

Dari grafik 6 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 2.6 ml,

kemudian tekanan 2 bar meningkat sebanyak 0.3 ml sehingga menjadi 3.3 ml dan pada tekanan 3 bar meningkat sebanyak 0.3 ml sehingga menjadi 3.2 ml. Selanjutnya distilasi daun dengan fermentasi menunjukkan hasil secara berturut-turut dari yang paling kecil hingga paling besar yaitu pada tekanan di bejana distilasi 1 bar menghasilkan volume sebesar 2.8 ml, kemudian tekanan 2 bar meningkat sebanyak 0.3 ml sehingga menjadi 3.1 ml dan pada tekanan 3 bar meningkat sebanyak 0.3 ml sehingga menjadi 3.4 ml.

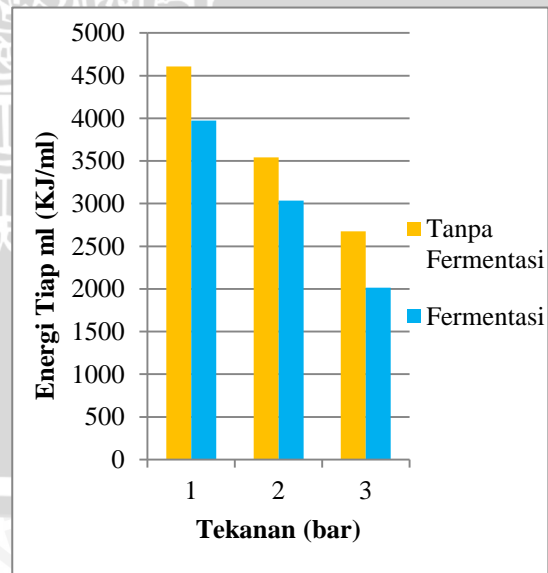


Gambar 7. Grafik hubungan antara tekanan pada bejana distilasi terhadap volume maksimal minyak nilam dengan metode *Steam-Hydro Distillation*.

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 2.7 ml, kemudian tekanan 2 bar meningkat sebanyak 0.5 ml sehingga menjadi 3.2 ml dan pada tekanan 3 bar meningkat sebanyak 0.1 ml sehingga menjadi 3.3 ml. Adapun distilasi daun

dengan fermentasi pada tekanan di bejana distilasi 1 bar menghasilkan volume sebesar 3.1 ml, kemudian tekanan 2 bar meningkat sebanyak 0.2 ml sehingga menjadi 3.3 ml dan pada tekanan 3 bar meningkat sebanyak 0.1 ml sehingga menjadi 3.4 ml.

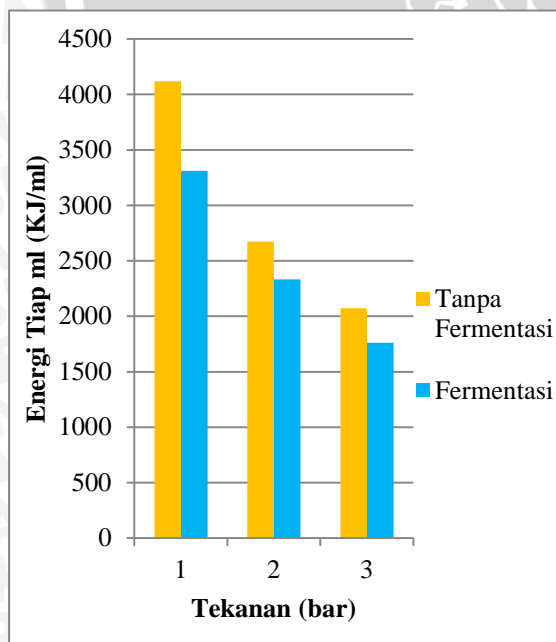
Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan di bejana distilasi maka volume minyak nilam yang dihasilkan juga semakin besar dan telah sesuai dengan dasar teori dan hipotesis. Semakin tinggi tekanan yang diberikan dapat membuat semakin tinggi temperatur penguapan air di dalam bejana 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 proses fermentasi juga dapat mempengaruhi volume minyak nilam. Hal ini dikarenakan fermentasi menyebabkan terpecahnya dinding sel yang dapat membuat lebih optimalnya minyak nilam yang keluar dari daun.



Gambar 8. Grafik hubungan antara tekanan distilasi terhadap kebutuhan energi/ml volume minyak nilam pada setiap tekanan dengan metode *Hydro Distillation*.



Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada distilasi dengan daun tanpa fermentasi membutuhkan energi/ml minyak nilam secara berturut-turut dari yang terbesar hingga terkecil yaitu pada tekanan di bejana distilasi 1 bar memerlukan energi sebesar 4607 KJ/ml minyak nilam, pada tekanan 2 bar terjadi penurunan kebutuhan energi sebesar 1066 KJ/ml sehingga menjadi 3540 KJ/ml minyak nilam, pada tekanan 3 bar terjadi penurunan kebutuhan energi sebesar 866 KJ/ml sehingga menjadi 2673 KJ/ml minyak nilam. Adapun distilasi dengan daun dengan fermentasi membutuhkan energi/ml minyak nilam secara berturut-turut dari yang terbesar hingga terkecil yaitu pada tekanan di bejana distilasi 1 bar memerlukan energi sebesar 3972 KJ/ml minyak nilam, pada tekanan 2 bar terjadi penurunan kebutuhan energi sebesar 936 KJ/ml sehingga menjadi 3036 KJ/ml minyak nilam, pada tekanan 3 bar terjadi penurunan kebutuhan energi sebesar 1022 KJ/ml sehingga menjadi 2013 KJ/ml per mililiter minyak nilam.



Gambar 9. Grafik hubungan antara tekanan distilasi terhadap kebutuhan energi/ml volume minyak nilam pada setiap tekanan dengan metode *Steam-Hydro Distillation*.

Dari grafik gambar 9 tersebut dapat dilihat bahwa pada distilasi dengan daun tanpa fermentasi membutuhkan energi/ml minyak nilam secara berturut-turut dari yang terbesar hingga terkecil yaitu pada tekanan di bejana distilasi 1 bar memerlukan energi sebesar 4119 KJ/ml minyak nilam, pada tekanan 2 bar terjadi penurunan kebutuhan energi sebesar 1445 KJ/ml sehingga menjadi 2673 KJ/ml minyak nilam, pada tekanan 3 bar terjadi penurunan kebutuhan energi sebesar 599 KJ/ml sehingga menjadi 2074 KJ/ml minyak nilam. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada distilasi dengan daun dengan fermentasi membutuhkan energi/ml minyak nilam secara berturut-turut dari yang terbesar hingga terkecil yaitu pada tekanan di bejana distilasi 1 bar memerlukan energi sebesar 3312 KJ/ml minyak nilam, pada tekanan 2 bar terjadi penurunan kebutuhan energi sebesar 978 KJ/ml sehingga menjadi 2333 KJ/ml minyak nilam, pada tekanan 3 bar terjadi penurunan kebutuhan energi sebesar 571 KJ/ml sehingga menjadi 1761 KJ/ml per mililiter minyak nilam. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan pada bejana 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. Semakin singkatnya proses distilasi dapat menurunkan nilai dari kebutuhan energi.

Selain itu dari grafik juga dapat dilihat bahwa kebutuhan energi pada proses distilasi dengan daun nilam dengan fermentasi terlihat lebih kecil daripada distilasi dengan daun nilam tanpa fermentasi. Hal ini dikarenakan proses distilasi pada daun nilam dengan fermentasi 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 dengan

fermentasi. Dari kedua grafik di atas dapat disimpulkan bahwa kebutuhan energi/ml volume minyak nilam pada setiap tekanan dengan metode *steam-hydro distillation* lebih sedikit dibandingkan dengan metode *hydro distillation*.

KESIMPULAN

1. Proses fermentasi dan penambahan tekanan terbukti berpengaruh terhadap banyaknya produksi minyak nilam.
2. Dengan adanya proses fermentasi dan peningkatan tekanan maka jumlah produksi minyak nilam meningkat dan kebutuhan energi menjadi lebih sedikit.
3. Metode Steam-Hydro Distillation untuk setiap variasi tekanan membutuhkan waktu lebih sedikit dibandingkan dengan menggunakan metode Hydro Distillation.
4. Kebutuhan energi atau bahan bakar pada proses distilasi tiap metode pada daun nilam yang melalui fermentasi dan tanpa fermentasi sama-sama mengalami penurunan setiap peningkatan tekanan pada bejana distilasi.
5. Pada penelitian ini menunjukkan hasil yang optimal pada metode Steam-Hydro Distillation ditambah proses fermentasi dan tekanan 3 bar dengan hasil minyak nilam sebanyak 3.4 ml, selama 140 menit dan membutuhkan energi sebesar 5989 KJ.

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] Iksan. 2015. *Pengaruh Tekanan Terhadap Unjuk Kerja Ekstraksi*

Minyak Nilam dengan Metode Hydro Distillation dan Steam Hydro Distillation. Jurnal Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.

- [4] Gusnawaty. 2014. *Karakterisasi Morfologis Trichoderma spp.Indigenus SULAWESI TENGGARA*–Jurusan Agroteknologi Universitas Halu Oleo, Kendari. Vol. 4 No.2
- [5] Andreas, Ferry.2014. *Pengaruh Fermentasi terhadap Kadar Patchouli Alcohol dan Volume Minyak Nilam*. Jurnal Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.