

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

##### 4.1.1 Penelitian dengan Metode *Microwave-Assisted Hydrodistillation*

Hasil penelitian yang telah dilakukan dengan metode *microwave-assisted hydrodistillation* telah menghasilkan beberapa data yang menunjukkan hubungan berbagai daya tungku gelombang mikro terhadap beberapa variabel yang telah ditentukan. Data penelitian dengan menggunakan metode *microwave-assisted hydrodistillation* yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.1; 4.2; 4.3; 4.4; dan 4.5

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian *Microwave-Assisted Hydrodistillation* pada Daya 140 Watt

daya : 140 watt			
waktu (menit)	minyak (ml)	berat (gr)	rendemen (%)
0	0	0	0
20	0	0	0
40	0	0	0
60	0	0	0
80	0	0	0
100	0	0	0
120	0	0	0
140	0	0	0
160	0	0	0
180	0	0	0
200	0	0	0
220	0	0	0

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian *Microwave-Assisted Hydrodistillation* pada Daya 280 Watt

daya : 280 watt			
waktu (menit)	minyak (ml)	berat (gr)	rendemen (%)
0	0	0	0
20	0	0	0
40	0	0	0
60	0	0	0
80	0,2	0,19	0,19
100	0,2	0,19	0,19
120	0,4	0,38	0,38
140	0,5	0,475	0,475
160	0,6	0,57	0,57
180	0,8	0,76	0,76
200	1	0,95	0,95
220	1	0,95	0,95
240	1,2	1,14	1,14
260	1,2	1,14	1,14
280	1,4	1,33	1,33
300	1,4	1,33	1,33
320	1,4	1,33	1,33
340	1,4	1,33	1,33
360	1,4	1,33	1,33
380	1,4	1,33	1,33
400	1,4	1,33	1,33

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian *Microwave-Assisted Hydrodistillation* pada Daya 420 Watt

daya : 420 watt			
waktu (menit)	minyak (ml)	berat (gr)	rendemen (%)
0	0	0	0
20	0,1	0,095	0,095
40	0,2	0,19	0,19
60	0,4	0,38	0,38
80	0,8	0,76	0,76
100	1	0,95	0,95
120	1,2	1,14	1,14
140	1,4	1,33	1,33
160	1,8	1,71	1,71
180	2	1,9	1,9
200	2	1,9	1,9
220	2,2	2,09	2,09
240	2,2	2,09	2,09
260	2,4	2,28	2,28
280	2,5	2,375	2,375
300	2,5	2,375	2,375
320	2,5	2,375	2,375
340	2,5	2,375	2,375

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian *Microwave-Assisted Hydrodistillation* pada Daya 560 Watt

daya : 560 watt			
waktu (menit)	minyak (ml)	berat (gr)	rendemen (%)
0	0	0	0
20	0,2	0,19	0,19
40	0,4	0,38	0,38
60	0,6	0,57	0,57
80	1	0,95	0,95
100	1,4	1,33	1,33
120	1,4	1,33	1,33
140	1,6	1,52	1,52
160	2	1,9	1,9
180	2,2	2,09	2,09
200	2,4	2,28	2,28
220	2,6	2,47	2,47
240	2,6	2,47	2,47
260	3	2,85	2,85
280	3	2,85	2,85
300	3	2,85	2,85
320	3	2,85	2,85

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian *Microwave-Assisted Hydrodistillation* pada Daya 700 Watt

daya : 700 watt			
waktu (menit)	minyak (ml)	berat (gr)	rendemen (%)
0	0	0	0
20	0,8	0,76	0,76
40	1,2	1,14	1,14
60	1,4	1,33	1,33
80	1,8	1,71	1,71
100	2	1,9	1,9
120	2,2	2,09	2,09
140	2,4	2,28	2,28
160	2,6	2,47	2,47
180	3	2,85	2,85
200	3,2	3,04	3,04
220	3,4	3,23	3,23
240	3,4	3,23	3,23
260	3,8	3,61	3,61
280	4	3,8	3,8
300	4	3,8	3,8
320	4	3,8	3,8
340	4	3,8	3,8

Tabel 4.6 Data Hasil Perhitungan Energi *Microwave-Assisted Hydrodistillation*

Daya (Watt)	Waktu (min)	Waktu (sec)	Energi (KJoule)	Energi per ml minyak nilam (Kjoule/ml)
140	0	0	0	0
280	246	14760	4132,8	2952
420	260	15600	6552	2620,8
560	246	14760	8265,6	2755,2
700	267	16020	11214	2803,5

#### 4.1.2 Penelitian dengan Metode *Hydro Distillation*

Hasil penelitian yang telah dilakukan dengan metode *hydro distillation* yang digunakan sebagai pembanding data penelitian menggunakan *microwave* telah menghasilkan beberapa data yang menunjukkan hubungan antara waktu distilasi terhadap rendemen minyak nilam. Data penelitian dengan menggunakan metode *hydro distillation* yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian *Hydro Distillation*

waktu (menit)	hydro		
	minyak (ml)	berat (gr)	rendemen (%)
0	0	0	0
20	0	0	0
40	0,1	0,097	0,097
60	0,2	0,194	0,194
80	0,4	0,388	0,388
100	0,6	0,582	0,582
120	1	0,97	0,97
140	1,2	1,164	1,164
160	1,6	1,552	1,552
180	2	1,94	1,94
200	2,2	2,134	2,134
220	2,4	2,328	2,328
240	2,8	2,716	2,716
260	3	2,91	2,91
280	3	2,91	2,91
300	3	2,91	2,91

Tabel 4.8 Data Hasil Perhitungan Energi LPG

Metode Distilasi	berat LPG		selisih (kg)	LHV (Kjoule/kg)	Energi (Kjoule)	Energi per ml minyak nilam (Kjoule/ml)
	sebelum (kg)	sesudah (kg)				
Hydro	5,72	5,47	0,25	46280	11570	3856,666667

#### 4.1.3 Analisis Kebutuhan Energi Distilasi

##### a) Metode *Microwave Distillation*

##### Contoh Perhitungan

###### o Perhitungan Rendemen

1. Nilai rendemen pada daya 700 Watt

$$\begin{aligned}
 \text{Rendemen} &= \frac{\text{berat minyak nilam}}{\text{berat spesimen uji}} \times 100\% \\
 &= \frac{3,8 \text{ gram}}{100 \text{ gram}} \times 100\% \\
 &= 3,8\%
 \end{aligned}$$

○ **Perhitungan Energi**

1. Energi pada daya 700 Watt

$$\begin{aligned} E &= P \times t \\ &= 700 \text{ Watt} \times 16020 \text{ sec} \\ &= 700 \frac{\text{Joule}}{\text{Sec}} \times 16020 \text{ Sec} \\ &= 11214 \text{ KJoule} \end{aligned}$$

2. Energi per mili liter minyak nilam pada daya 700 Watt

$$\begin{aligned} \text{Energi per ml minyak nilam} &= \frac{E}{\text{Volume Minyak Nilam}} \\ &= \frac{11214 \text{ KJoule}}{4 \text{ ml}} \\ &= 2803,5 \frac{\text{KJoule}}{\text{ml}} \end{aligned}$$

b) **Metode *Hydro Distillation***

**Contoh Perhitungan**

○ **Perhitungan Rendemen**

1. Nilai Rendemen pada Hasil Minyak Nilam dengan Metode *Hydro Distillation*

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{berat minyak nilam}}{\text{berat spesimen uji}} \times 100\% \\ &= \frac{2,91 \text{ gram}}{100 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 2,91\% \end{aligned}$$

○ **Perhitungan Energi**

1. Energi pada Metode *Hydro Distillation*

$$\begin{aligned} E &= \text{Massa LPG} \times \text{LHV LPG} \\ &= 0,25 \text{ kg} \times 46280 \text{ Kjoule/kg} \\ &= 11570 \text{ Kjoule} \end{aligned}$$

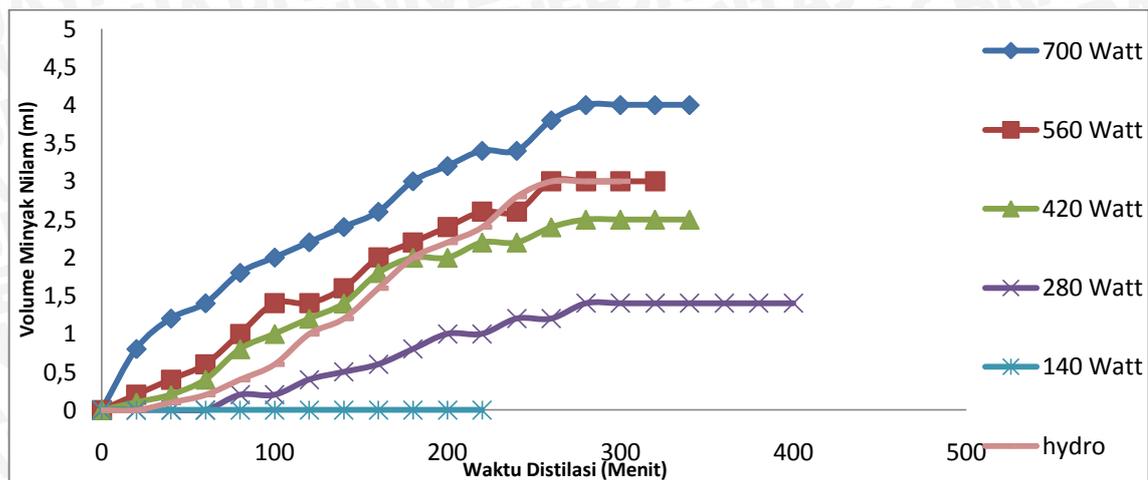
2. Energi per mili liter minyak nilam pada metode *Hydro Distillation*

$$\begin{aligned} \text{Energi per ml minyak nilam} &= \frac{E}{\text{Volume Minyak Nilam}} \\ &= \frac{11570 \text{ Joule}}{3 \text{ ml}} \\ &= 3856,67 \frac{\text{KJoule}}{\text{ml}} \end{aligned}$$

## 4.2 Analisis Grafik dan Pembahasan

### 4.2.1 Analisis Grafik Pengaruh Daya Gelombang Mikro terhadap Volume

#### Minyak Nilam dan Waktu Distilasi



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Daya Gelombang Mikro terhadap Volume Minyak Nilam dan Waktu Distilasi

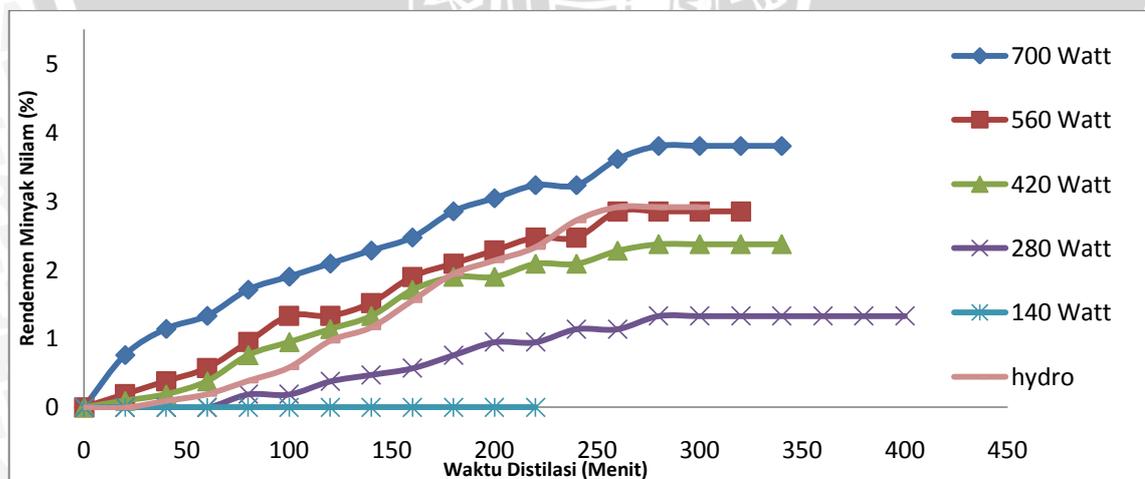
Hasil dari penelitian ini dapat dilihat pada grafik pengaruh daya tungku gelombang mikro terhadap volume minyak nilam dan waktu distilasi. Adapun variasi daya tungku gelombang mikro pada grafik pengaruh daya tungku gelombang mikro terhadap volume minyak nilam dan waktu distilasi yaitu 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt, dan 700 Watt.

Dari grafik pengaruh daya gelombang mikro terhadap volume minyak nilam dan waktu distilasi dapat kita lihat bahwa dengan metode *microwave-assisted hydrodistillation* pada daya 700 Watt didapat volume minyak nilam paling banyak dari kedua metode tersebut, yaitu sebesar 4,0 ml, sedangkan volume minyak nilam yang didapat dengan metode konvensional *hydro distillation* adalah sebesar 3 ml. hal ini sudah sesuai dengan hipotesis dimana metode distilasi dengan menggunakan gelombang mikro akan lebih banyak menghasilkan volume minyak nilam dibandingkan dengan metode konvensional, hal ini dikarenakan pada distilasi gelombang mikro, minyak yang berada dalam sel sel daun akan dipaksa keluar dengan menggunakan gelombang mikro, sehingga molekul molekul minyak akan berorientasi menyesuaikan dengan gelombang mikro hingga pada lapisan dalam sel.

Sedangkan untuk *microwave-assisted hydrodistillation*, pada daya 700 Watt didapat volume minyak nilam paling tinggi yaitu sebesar 4 ml. Jika kita lihat volume minyak yang dihasilkan berturut turut dari daya yang paling rendah ke daya yang paling

tinggi pada daya 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt, dan 700 Watt adalah sebesar 0 ml, 1,4 ml, 2,5 ml, 3 ml, dan 4 ml. Hal ini sudah sesuai dengan hipotesa bahwa semakin tinggi daya maka volume minyak nilam yang dihasilkan akan semakin tinggi, dikarenakan semakin tinggi daya maka energi yang digunakan pada *microwave* juga semakin besar sehingga gelombang gelombang mikro yang dihasilkan akan masuk ke dalam sel sel daun dan memompa minyak keluar dari sel. Pada daya 140 Watt tidak dihasilkan minyak nilam dikarenakan pada daya tersebut pelarut tidak mencapai titik didihnya pada tekanan 1 atm. Sedangkan untuk waktu distilasi berturut turut dari daya *microwave* yang paling rendah ke daya *microwave* yang paling tinggi pada daya 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt, dan 700 Watt adalah sebesar 280 menit, 280 menit, 260 menit, dan 280 menit. Menurut hipotesis, semakin besar daya *microwave* maka akan semakin cepat proses distilasinya. Hal ini sudah sesuai dengan hipotesis dimana jika kita mengambil volume minyak nilam yang dihasilkan pada volume yang sama, contoh pada volume minyak nilam 1,4 ml, pada daya 280 Watt volume minyak nilam mencapai 1,4 ml pada menit ke 280, pada daya 420 Watt pada menit ke 140, pada daya 560 Watt pada menit ke 100, dan pada daya 700 Watt volume minyak nilam mencapai 1,4 ml pada menit ke 60. Hal ini dikarenakan semakin besar daya *microwave* maka kenaikan temperatur akan semakin cepat, sehingga proses distilasi akan berjalan semakin cepat.

#### 4.2.2 Analisis Grafik Pengaruh Daya Gelombang Mikro terhadap Rendemen Minyak Nilam dan Waktu Distilasi



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Daya Gelombang Mikro terhadap Rendemen Minyak Nilam dan Waktu Distilasi

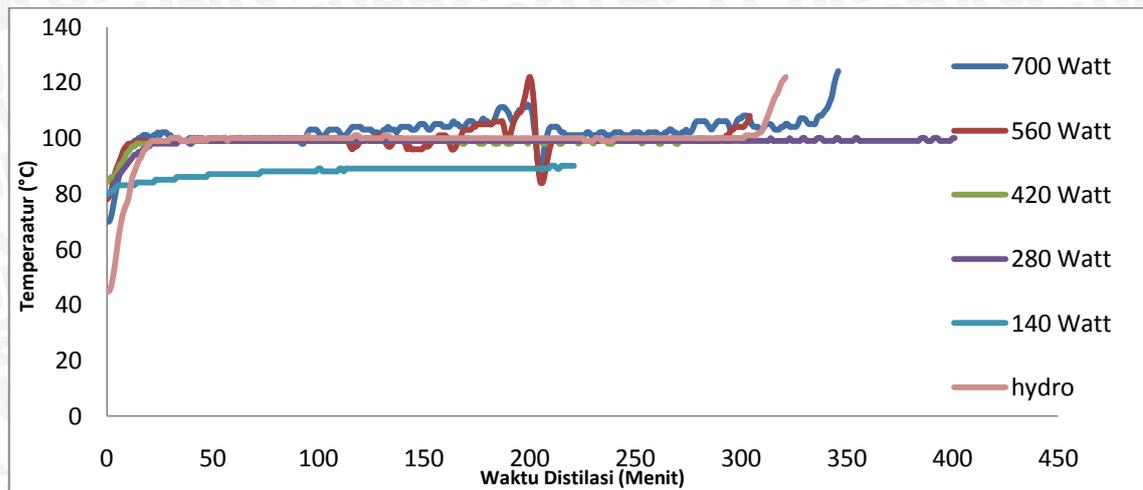
Hasil dari penelitian ini dapat dilihat pada grafik pengaruh daya tungku gelombang mikro terhadap rendemen minyak nilam dan waktu distilasi. Adapun variasi

daya tungku gelombang mikro pada grafik pengaruh daya tungku gelombang mikro terhadap volume minyak nilam dan waktu distilasi yaitu 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt, dan 700 Watt.

Dari grafik pengaruh daya gelombang mikro terhadap volume minyak nilam dan waktu distilasi dapat kita lihat bahwa dengan metode *microwave-assisted hydrodistillation* pada daya 700 Watt didapat rendemen minyak nilam paling besar dari kedua metode tersebut, yaitu sebesar 3,8%, sedangkan rendemen minyak nilam paling kecil didapat pada metode *microwave-assisted hydrodistillation* pada daya 280 Watt dengan rendemen minyak nilam sebesar 1,33% dan pada distilasi konvensional dengan metode pelarut didapat rendemen minyak nilam sebesar 2,91%. Pada hasil tersebut dapat kita simpulkan bahwa metode *microwave-assisted hydrodistillation* memang lebih baik daripada metode penyulingan konvensional dengan menggunakan pelarut (*hydro steam*), hal ini sudah sesuai dengan hipotesis dimana metode distilasi dengan menggunakan gelombang mikro akan lebih banyak menghasilkan volume minyak nilam dibandingkan dengan metode konvensional, hal ini dikarenakan pada distilasi gelombang mikro, minyak yang berada dalam sel sel daun akan dipaksa keluar dengan menggunakan gelombang mikro sehingga molekul molekul minyak akan berorientasi menyesuaikan dengan gelombang mikro hingga pada lapisan dalam sel.

Pada metode *microwave-assisted hydrodistillation* secara berturut turut pada daya 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt, dan 700 Watt diperoleh rendemen minyak nilam sebesar 0%, 1,33%, 2,375%, 2,85%, dan 3,8%. Rendemen tertinggi diperoleh pada daya *microwave* 700 Watt sebesar 3,8%, sedangkan rendemen paling kecil diperoleh pada daya *microwave* 140 Watt sebesar 0%. Hal ini sudah sesuai dengan hipotesis yang sudah dibuat, yaitu semakin besar daya *microwave* maka akan semakin besar juga rendemen minyak nilam yang didapat. Hal ini dikarenakan semakin tinggi daya maka energi yang digunakan pada *microwave* juga semakin besar sehingga gelombang gelombang mikro yang dihasilkan akan masuk ke dalam sel sel daun dan memompa minyak keluar dari sel. Pada daya 140 Watt rendemen sebesar 0% hal ini dikarenakan pada daya tersebut, pelarut tidak mencapai titik didih pada tekanan 1 atm.

### 4.2.3 Analisis Grafik Pengaruh Daya Gelombang Mikro terhadap Temperatur Distilasi



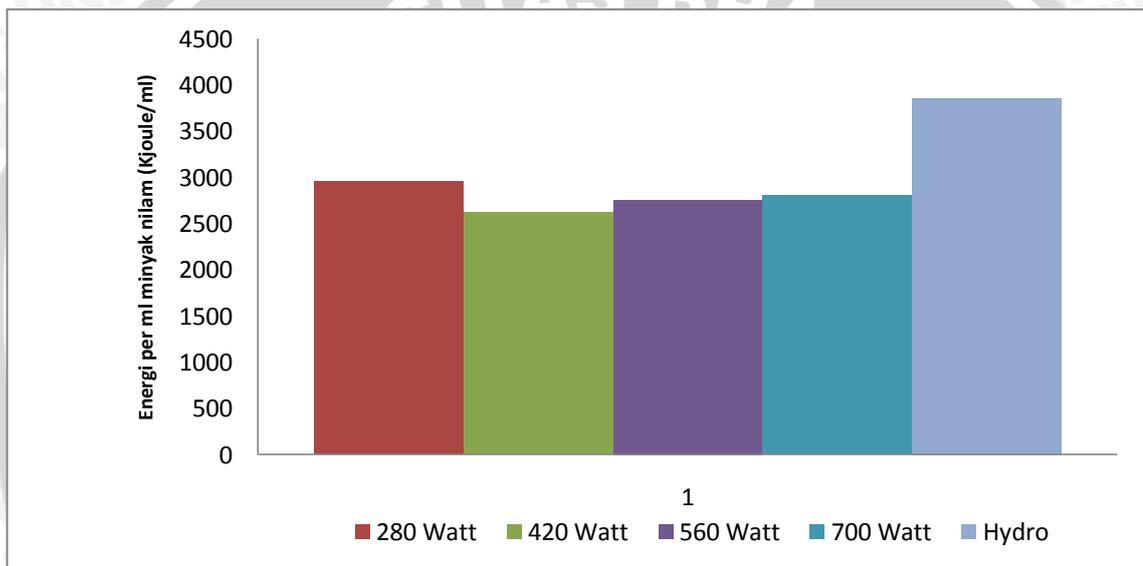
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Daya Gelombang Mikro terhadap Temperatur Distilasi

Gambar 4.3 menunjukkan grafik pengaruh daya gelombang mikro terhadap temperatur distilasi. Pada grafik tersebut menunjukkan hubungan antara temperatur dengan waktu distilasi pada berbagai variasi daya gelombang mikro dan metode hydro steam distillation dan hydro distillation.

Pada gambar 4.3 kita akan membahas kenaikan temperatur pelarut pada berbagai daya gelombang mikro. Pertama kita akan mengambil temperatur awal pada masing masing variasi daya gelombang mikro yaitu sebesar 85°C dan temperatur akhir sebesar 99 °C. Pada daya gelombang mikro berturut turut pada daya 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt, 700 Watt mencapai temperatur 99 °C dimulai dari temperatur awal sebesar 85 °C adalah 30 menit, 20 menit, 11 menit, 8 menit dan pada daya 140 Watt tidak mencapai titik didih pada tekanan 1 atm. Sedangkan pada metode *hydro distillation* waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur 99 °C dimulai dari temperatur awal sebesar 85 °C adalah 10 menit. Kenaikan temperatur paling cepat adalah pada daya gelombang mikro sebesar 700 Watt, dan semakin menurun daya nya maka kenaikan temperatur akan semakin lama. Hal ini sudah sesuai dengan dasar teori, yaitu semakin besar daya gelombang mikro maka proses untuk menaikkan temperatur akan semakin besar, hal ini dikarenakan semakin besar daya gelombang mikro maka akan semakin besar juga energi yang dikeluarkan untuk menaikkan temperatur pelarut. Sehingga jika semakin besar energi yang dikeluarkan maka akan semakin cepat kenaikan temperatur yang terjadi. Jika metode gelombang mikro dibandingkan dengan metode konvensional

(*hydro distillation*) maka metode gelombang mikro akan lebih cepat kenaikan temperaturnya. Hal ini sudah sesuai dengan dasar teori bahwa pemanasan dengan metode gelombang mikro akan lebih cepat daripada secara konvensional dikarenakan pemanasan secara gelombang mikro hampir terjadi secara bersamaan pada seluruh bagian bahan sedangkan pemanasan dengan metode konvensional akan dimulai dari permukaan bahan tersebut dan tergantung pada besarnya konduktivitas termal konveksi dan konduksi bahan.

#### 4.2.4 Analisis Grafik Energi yang Dibutuhkan Tiap ml Minyak Nilam Pada Variasi Daya Gelombang Mikro



Gambar 4.4 Grafik Energi yang Dibutuhkan Tiap ml Minyak Nilam Pada Variasi Daya Gelombang Mikro

Gambar 4.4 menunjukkan grafik hubungan energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan tiap ml rendemen minyak nilam. Variasi daya gelombang mikro yang digunakan adalah 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt, dan 700 Watt. Sedangkan pada daya 140 Watt tidak dicantumkan karena pada daya 140 Watt tidak mencapai temperatur 100°C pada tekanan 1 atm. Sedangkan metode yang lainnya selain *microwave-assisted hydrodistillation* adalah metode *hydro distillation*.

Analisis energi yang dibutuhkan untuk tiap ml minyak nilam adalah dengan menghitung energi yang dikeluarkan gelombang mikro selama proses distilasi pada temperatur awal 100 °C. Kemudian waktu distilasi yang didapat dikalikan dengan daya

gelombang mikro yang didapat, setelah diketahui energi yang dikeluarkan selama proses distilasi, jumlah energi tersebut dibagi dengan volume minyak nilam yang didapat. Sedangkan untuk metode *hydro distillation* yaitu dengan cara mengukur berat LPG sebelum proses distilasi dimulai, kemudian setelah proses distilasi selesai berat LPG kembali diukur untuk mengetahui selisihnya. Setelah selisih berat LPG diketahui maka akan dikalikan dengan LHV LPG. Jumlah energi yang didapat dibagi dengan volume minyak nilam yang diperoleh. Pada analisis ini, berturut turut pada daya gelombang mikro 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt, dan 700 Watt energi yang dibutuhkan untuk tiap ml rendemen minyak nilam adalah sebesar 2952 Kjoule; 2620,8 Kjoule; 2755,2 Kjoule; dan 2803,5 Kjoule. Pada daya gelombang mikro 140 Watt, energi tiap ml minyak nilam tidak dapat dihitung dikarenakan pada daya tersebut minyak nilam yang dihasilkan sebesar 0 ml. energi per ml minyak nilam yang paling besar yaitu pada daya 280 Watt yaitu sebesar 2952 Kjoule. Sedangkan energi per ml minyak nilam yang paling kecil yaitu pada daya 420 Watt yaitu sebesar 2620,8 Kjoule. Sedangkan untuk metode *hydro distillation*, energi yang dibutuhkan untuk tiap ml minyak nilam adalah sebesar 3856,67 Kjoule. Jika dibandingkan metode *microwave* dengan metode konvensional, maka metode *microwave-assisted hydrodistillation* energi yang dibutuhkan tiap ml minyak nilam lebih sedikit daripada metode *hydro distillation* hal ini dikarenakan pada metode *microwave-assisted hydrodistillation* waktu yang dibutuhkan untuk distilasi lebih sedikit daripada metode konvensional dengan menggunakan pelarut.

