BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Penelitian dengan Metode *Microwave Assisted Steam Distillation*

Penelitian ini9menggunakan media pemanas berupa *microwave* dengan penambahan panas dari uap panas yang dialirakan melalui selang berasal dari panci *pressure-cooker* yang dipanaskan pada tekanan 1,5 bar dengan variasi daya pada *microwave* 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt, 700 Watt. Hasil data penelitian dengan menggunakan metode *Microwave Assisted Steam Distillation* dapat dilihat pada tabel 4.1; 4.2; 4.3; 4.4; 4.5.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian *Microwave Assisted Steam Distillation* pada tekanan 1 atm dengan daya 140 Watt

Daya 140 Watt				
Waktu (menit)	Minyak (ml)	Berat (gr)	Rendemen (%)	Temperatur (^oC)
0	0	0	0	32
10	0	0	0	83
20	0.1	0.08	0.08	85
30	1.1	0.88	0.88	84
40	1.2	0.96	0.96	82
50	1.4	1.12	1.12	88
60	1.6	1.28	1.28	92
70	1.7	1.36	1.36	90
80	2.0	1.6	1.6	92
90	2.3	1.84	1.84	88
100	2.4	1.92	1.92	91
110	2.5	2	2	85
120	2.65	2.12	2.12	87
130	2.7	2.16	2.16	83
140	2.75	2.2	2.2	84
150	2.8	2.24	2.24	84
160	2.8	2.24	2.24	82
170	2.9	2.32	2.32	87
180	3.0	2.4	2.4	86
190	3.0	2.4	2.4	90
200	3.0	2.4	2.4	92
210	3.0	2.4	2.4	91
220	3.0	2.4	2.4	88
230	3.0	2.4	2.4	90

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Minyak nilam yang dihasilkan sebanyak 3ml membutuhkan waktu 180 menit

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian *Microwave Assisted Steam Distillation* pada tekanan 1 atm dengan daya 280 Watt

Daya 280 Watt				
Waktu (menit)	Minyak (ml)	Berat (gr)	Rendemen (%)	Temperatur (^oC)
0	0	0	0	27
10	0	0	0	83
20	0.5	0.4	0.4	84
30	1.6	1.28	1.28	84
40	1.9	1.52	1.52	83
50	2.2	1.76	1.76	85
60	2.5	2	2	84
70	2.7	2.16	2.16	85
80	3.0	2.4	2.4	87
90	3.4	2.72	2.72	89
100	3.6	2.88	2.88	95
110	4.0	3.2	3.2	91
120	4.2	3.36	3.36	89
130	4.4	3.52	3.52	88
140	4.4	3.52	3.52	92
150	4.5	3.6	3.6	90
160	4.6	3.68	3.68	87
170	4.6	3.68	3.68	88
180	4.6	3.68	3.68	91
190	4.6	3.68	3.68	89
200	4.6	3.68	3.68	93
210	4.6	3.68	3.68	90

Minyak nilam yang dihasilkan sebanyak 4,6 ml membutuhkan waktu 160 menit

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian *Microwave Assisted Steam Distillation* pada tekanan 1 atm dengan daya 420 Watt

Daya 420 Watt				
Waktu (menit)	Minyak (ml)	Berat (gr)	Rendemen (%)	Temperatur (ºC)
0	0	0	0	30
10	0.5	0.4	0.4	93
20	1.8	1.44	1.44	98
30	2.0	1.6	1.6	95
40	2.3	1.84	1.84	95
50	3.4	2.72	2.72	100
60	3.5	2.8	2.8	98
70	3.7	2.96	2.96	99
80	3.9	3.12	3.12	93
90	4.0	3.2	3.2	100
100	4.0	3.2	3.2	91
110	4.1	3.28	3.28	90
120	4.1	3.28	3.28	89
130	4.1	3.28	3.28	93
140	4.2	3.36	3.36	95
150	4.2	3.36	3.36	96
160	4.2	3.36	3.36	96
170	4.2	3.36	3.36	93
180	4.2	3.36	3.36	91
190	4.2	3.36	3.36	89

Minyak nilam yang dihasilkan sebanyak 4,2 ml membutuhkan waktu 140 menit

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian *Microwave Assisted Steam Distillation* pada tekanan 1 atm dengan daya 560 Watt

Daya 560 Watt				
Waktu (menit)	Minyak (ml)	Berat (gr)	Rendemen (%)	Temperatur (°C)
0	0	0	0	30
10	0.7	0.56	0.56	96
20	2.3	1.84	1.84	100
30	2.9	2.32	2.32	98
40	3.2	2.56	2.56	100
50	3.4	2.72	2.72	101
60	3.6	2.88	2.88	100
70	3.6	2.88	2.88	93
80	3.7	2.96	2.96	91
90	3.7	2.96	2.96	98
100	3.7	2.96	2.96	101
110	3.7	2.96	2.96	99
120	3.7	2.96	2.96	100
130	3.7	2.96	2.96	98

Minyak nilam yang dihasilkan sebanyak 3,7 ml membutuhkan waktu 80 menit

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian *Microwave Assisted Steam Distillation* pada tekanan 1 atm dengan daya 700 Watt

Daya 700 Watt				
Waktu (menit)	Minyak (ml)	Berat (gr)	Rendemen (%)	Temperatur (°C)
0	0	0	0	28
10	0.8	0.64	0.64	98
20	2.8	2.24	2.24	97
30	3.0	2.4	2.4	101
40	3.1	2.48	2.48	100
50	3.2	2.56	2.56	105
60	3.3	2.64	2.64	101
70	3.3	2.64	2.64	100
80	3.3	2.64	2.64	98
90	3.3	2.64	2.64	99
100	3.3	2.64	2.64	100
110	3.3	2.64	2.64	102

Minyak nilam yang dihasilkan sebanyak 3,3 ml membutuhkan waktu 110 menit

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 4.6 Data Temperatur Masuk dan Keluar pada *Microwave Assisted Steam Distillation*

Temperatur Distillasi										
Waktu (menit)	140		280		420		560		700	
	In (°C)	Out (°C)	In (°C)	Out (°C)	In (°C)	Out (°C)	In (°C)	Out (°C)	In (°C)	Out (°C)
0	101.67	32.08	100.79	27.13	102.13	30.41	105.54	30.19	103.30	28.51
10	95.23	113.10	96.51	83.30	95.11	93.15	96.82	96.38	96.36	98.53
20	96.01	119.79	95.55	83.66	96.78	98.41	95.99	100.01	97.11	97.38
30	95.72	126.98	95.61	84.17	95.19	95.07	95.91	98.44	96.55	101.53
40	95.41	124.43	95.64	83.02	95.32	95.88	95.68	100.22	94.41	99.79
50	95.23	124.67	95.12	84.98	96.93	99.67	96.79	101.15	95.81	104.67
60	97.56	122.36	95.23	84.31	97.07	98.11	96.17	99.81	95.16	101.19
70	95.73	121.03	95.93	85.20	97.38	99.21	96.51	93.21	96.63	100.05
80	95.22	120.44	96.79	87.12	97.88	93.33	94.97	91.52	97.21	98.16
90	95.31	115.59	97.12	88.73	97.19	100.10	95.11	98.13	96.19	99.02
100	95.07	106.13	96.46	95.41	96.54	90.79	95.66	100.99	95.87	99.59
110	95.96	103.08	97.18	91.29	96.14	90.15	96.81	99.20	95.49	101.97
120	95.73	101.81	97.43	89.19	97.09	89.45	96.59	100.13		
130	96.72	102.19	96.77	88.11	95.79	93.21	96.20	97.86		
140	95.59	101.22	96.19	91.59	95.18	94.66				
150	95.83	100.07	95.91	90.05	96.33	96.36				
160	95.95	98.33	95.86	87.35	96.48	96.18				
170	95.71	98.94	96.23	88.12	95.91	92.57				
180	95.11	99.11	95.14	90.99	95.90	91.13				
190	96.18	101.42	95.35	89.30	95.89	88.80				
200	95.45	100.19	95.16	93.19						
210	95.22	100.85	96.04	89.72						
220	95.25	98.31								
230	95.13	99.28								

Tabel 4.7 Data Hasil Perhitungan Energi LPG dengan metode *Microwave Assisted Steam Distillation*

Daya (Watt)	*Waktu (min)*	*Waktu (sec)*	*Energi (kJ)*	*Energi per ml minyak nilam (kJ/ml)*
140	180	10800	17501.03	5833.68
280	160	9600	15556.47	3381.84
420	140	8400	13611.91	3240.93
560	80	4800	7778.24	2102.23
700	60	3600	5833.68	1767.78

Tabel 4.8 Data Hasil Perhitungan Energi *Microwave* dengan metode *Microwave Assisted Steam Distillation*

Daya (Watt)	*Waktu (min)*	*Waktu (sec)*	*Energi (kJ)*	*Energi per ml minyak nilam (kJ/ml)*
140	180	10800	1512	504
280	160	9600	2688	584.34
420	140	8400	3528	840
560	80	4800	2688	726.48
700	60	3600	2520	763.63

4.1.2 Pengolahan Data

Data yang diperoleh saat penelitian adalah sebagai berikut :

- Massa jenis (ρ) gas lpg = 2,1 kg/m^3 = 0,0021 kg/L
- Energi (E) = 140 watt = 140 Joule/sekon
- LHV gas propana = 46133,884 kJ/kg
- LHV gas butana = 46464,176 kJ/kg
- Komposisi gas LPG = 50% propana dan 50% butane
- Debit gas LPG = 1 L/menit

Contoh Perhitungan

1. Perhitungan Energi yang dibutuhkan untuk distilasi tiap mili liter minyak nilam

- Nilai Kalor (LHV) gas LPG

  LHV_{LPG} = (50% *x* $LHV_{propane}$) + (50% *x* LHV_{butana})

  LHV_{LPG} = (0,5 *x* 46133,884 *kJ/kg*) + (0,5 *x* 46464,176 *kJ/kg*)

  LHV_{LPG} = 46299,03 *kJ/kg* = 46299030 *Joule/kg*

- Massa alir gas LPG

  $\dot{m} = \rho_{LPG} \times Q$

  $\dot{m}$ = 0,0021 kg/L *x* 1 L/menit

  $\dot{m}$ = 0,0021 kg/menit

- Massa gas LPG

  $m = \dot{m} \times t$

  m = 0,0021 kg/menit *x* 180 menit

  m = 0,38 kg

- Energi yang dibutuhkan untuk pembakaran

1. Energi pada LPG dengan metode *microwave assisted steam distillation* pada tekanan 1 atm menit 180 menit

   E = $massa_{LPG}$ x LHV_{LPG}

   = 0,38 kg *x* 46299,03 kJoule/kg

   = 17501.03 kJoule

2. Energi per mili liter minyak nilam pada metode *microwave assisted steam distillation* pada tekanan 1 atm menit 180

   Energi per ml minyak nilam = $\frac{E}{Volume\ Minyak\ Nilam}$

   $= \frac{17501.03\ \text{kJoule}}{3\text{ml}}$

   $= 5833.68\ \frac{\text{kJoule}}{\text{ml}}$

2. Perhitungan Rendemen

- Nilai Rendemen pada hasil minyak nilam dengan metode *microwave assisted steam distillation* pada tekanan 1 atm menit 180

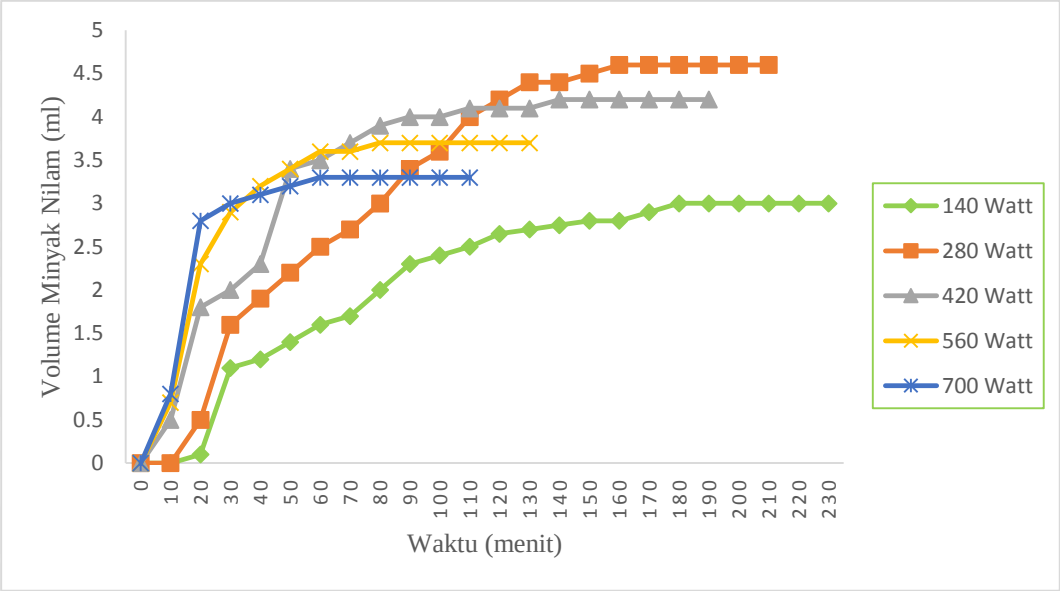
$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat minyak nilam}}{\text{berat spesimen uji}}\ x\ 100\%$$

$$= \frac{2.4\ \text{gram}}{100\ \text{gram}}\ x\ 100\%$$

= 2.4 %

4.2 Analisa Grafik dan Pembahasan

4.2.1 Analisa Grafik Pengaruh Daya *Microwave* terhadap Volume Minyak Nilam dan Waktu Distillasi



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Daya *Microwave* terhadap Volume Minyak Nilam dan Waktu Distillasi dengan Metode *Microwave Assisted Steam Distillation*

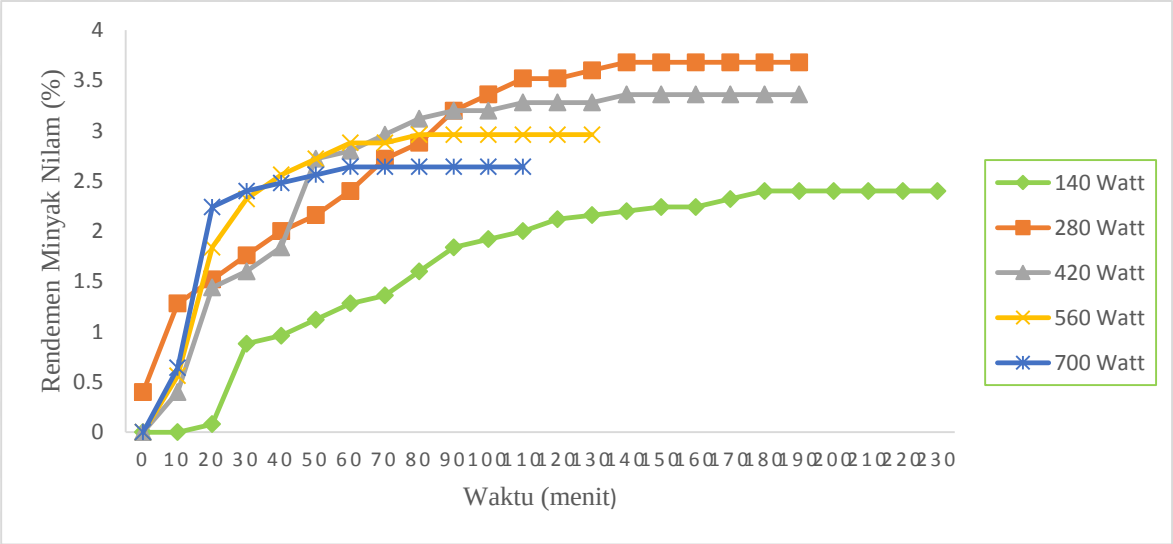
Gambar 4.1 adalah grafik pengaruh peningkatan daya *microwave* terhadap volume minyak nilam dan waktu distillasi dengan metode *microwave assisted steam distillation.* Variasi daya yang digunakan pada grafik pengaruh peningkatan daya *microwave* terhadap perubahan nilai volume minyak nilam dan waktu yang dibutuhkan untuk proses distillasi yaitu 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt dan 700 Watt.

Grafik pengaruh peningkatan daya *microwave* terhadap volume minyak nilam dan waktu distillasi dapat kita lihat bahwa dengan metode *microwave assisted steam distillation* pada daya 280 Watt diperoleh volume minyak nilam paling banyak yaitu pada volume 4.6 ml dan yang paling sedikit volume minyak nilam yang dihasilkan adalah pada daya 140 Watt dengan volume yang dihasilkan yaitu 3.0 ml, sedangkan pada daya 700 Watt dimana seharusnya menghasilkan volume paling banyak, hanya menghasilkan 3.3 ml minyak nilam. Namun, pada daya 700 Watt diperoleh penambahan volume minyak nilam paling cepat dimana, pada 10 menit hingga 20 menit pertama diperoleh volume minyak nilam berturut-turut yaitu 0.8 ml hingga 2.8 ml minyak nilam yang dihasilkan tetapi setelah 30 menit waktu distilasi, volume minya nilam yang dihasilkan hanya bertambah sedikit demi sedikit hingga mencapai volume maksimal yaitu 3.3 ml. Sedangkan pada daya 280 Watt volume minyak nilam yang dihasilkan mulai terlihat pada waktu 20 menit sebanyak 0.5 ml dan bertambah terus-menerus sampai pada volume maksimal yaitu 4.6 ml. Hal ini dikarenakan pada saat

proses distilasi dengan menggunakan daya 700 Watt penambahan temperatur akan sangat cepat sehingga menyebabkan proses distilasi menjadi cepat dan minyak yang dihasilkan akan ikut bertambah cepat akan tetapi penurunan nilai volume minyak nilam yang dihasilkan pada daya 420 Watt, 560 Watt dan 700 Watt disebabkan karena ketika daun nilam mengalami proses distilasi dimana sel minyak dari daun nilam dan uap panas yang bercampur jadi satu menguap keluar *microwave* dengan suhu yang cukup tinggi menyebabkan ketika uap panas melewati kondensor hanya sebagian yang terkondensasi dikarenakan suhu yang terlalu tinggi, sehingga proses pengembunan yang terjadi karena uap panas yang didinginkan secara cepat oleh air pada kondensor tidak sepenuhnya berubah menjadi air bercampur minyak dengan kata lain proses kondensasi tidak berfungsi secara optimal. Pada grafik pengaruh peningkatan daya *microwave* terhadap volume minyak nilam dan waktu distillasi telah sesuai dengan hipotesis dimana semakin besar daya yang digunakan pada proses distilasi dengan metode *microwave assisted steam distillation* menyebabkan semakin cepat proses distilasi yang terjadi. Hal ini dikarenakan dengan penambahan daya pada *microwave* menyebabkan kenaikan temperature yang semakin cepat sehingga volume minyak nilam yang dihasilkan semakin cepat pula.

Pada grafik pengaruh peningkatan daya *microwave* terhadap volume minyak nilam dan waktu distillasi dengan metode *microwave assisted steam distillation* jumlah minyak nilam yang dihasilkan berturut-turut dari daya 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt dan 700 Watt adalah 3.0 ml, 4.6 ml, 4.2 ml, 3.7 ml, 3.3 ml. Dimana, volume minyak nilam paling banyak dihasilkan pada daya 280 Watt dan paling sedikit pada daya 140 Watt. Namun, ketika kita mengambil sempel pada 20 menit pertama volume minyak nilam yang dihasilkan dari daya 140 Watt hingga 700 Watt berturut-turut adalah 0.1 ml, 0.5 ml, 1.8 ml, 2.3 ml, 2.8 ml. Dimana, volume minyak nilam paling banyak yang dihasilkan pada 20 menit pertama proses distillasi adalah pada daya 700 Watt yaitu 2.8 ml dan paling sedikit pada daya 140 Watt yaitu 0.1 ml. Hal tersebut mendukung kebenaran hipotesis dimana seiring bertambahnya daya yang digunakan pada proses distilasi dengan metode *microwave assisted steam distillation,* volume minyak nilam yang dihasilkan akan semakin cepat dikarenakan bertambahnya daya pada *microwave* menyebabkan kenaikan temperatur yang semakin cepat sehingga mempercepat proses distilasi pada daun nilam.

4.2.2 Analisa Grafik Pengaruh Daya *Microwave* terhadap Rendemen Minyak Nilam dan Waktu Distillasi



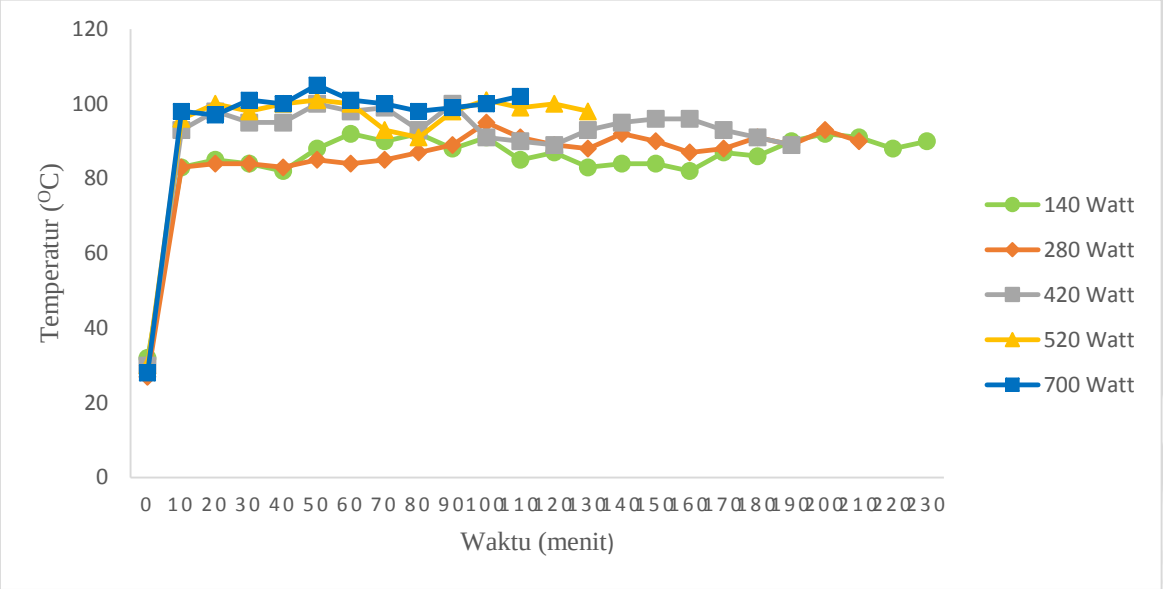
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Daya *Microwave* terhadap Rendemen Minyak Nilam dan Waktu Distillasi dengan Metode *Microwave Assisted Steam Distillation*

Gambar 4.2 adalah grafik pengaruh daya *microwave* terhadap rendemen minyak nilam dan waktu distillasi dengan metode *microwave assisted steam distillation.* Variasi daya yang digunakan pada grafik pengaruh peningkatan daya *microwave* terhadap nilai rendemen dari minyak nilam dan waktu yang diperlukan untuk proses distillasi yaitu 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt dan 700 Watt.

Grafik pengaruh daya *microwave* terhadap rendemen minyak nilam dan waktu distillasi dengan metode *microwave assisted steam distillation* diperoleh nilai rendemen minyak nilam yang dihasilkan paling banyak berada pada daya 280 Watt dengan rendemen sebanyak 3.68 % dan nilai rendemen paling sedikit arau sebanyak 2.4 % dihasilkan pada penggunaan daya 140 Watt. Pada daya 420 Watt diperoleh nilai rendemen minyak nilam pada 3.36 %, pada daya 560 Watt diperoleh rendemen minyak nilam sebesar 2.96 % dan pada daya 700 Watt diperoleh nilai rendemen sebesar 2.64 %. Pada grafik pengaruh daya *microwave* terhadap rendemen minyak nilam dan waktu distillasi dengan metode *microwave assisted steam distillation* pada daya 700 Watt seharusnya diperoleh nilai rendemen paling besar, namun hanya didapat rendemen minyak nilam sebesar 2.64 %. Hal ini seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa pada saat proses distilasi dengan menggunakan daya 420 Watt, 560 Watt hingga 700 Watt penambahan temperatur akan sangat cepat sehingga menyebabkan proses distilasi menjadi cepat dan minyak yang dihasilkan akan ikut bertambah cepat akan tetapi penurunan nilai rendemen minyak nilam yang dihasilkan pada daya 420 Watt, 560 Watt dan 700 Watt disebabkan karena ketika daun nilam mengalami

proses distilasi dimana sel minyak dari daun nilam dan uap panas yang bercampur jadi satu menguap keluar *microwave* dengan suhu yang cukup tinggi menyebabkan ketika uap panas melewati kondensor hanya sebagian yang terkondensasi dikarenakan suhu yang terlalu tinggi, sehingga proses pengembunan yang terjadi karena uap panas yang didinginkan secara cepat oleh air pada kondensor tidak sepenuhnya berubah menjadi air bercampur minyak dengan kata lain proses kondensasi tidak berfungsi secara optimal. Karena nilai rendemen didapat dari perbandingan antara berat minyak nilam dengan berat speismen uji maka nilai volume minyak nilam akan berbanding lurus dengan nilai rendemen minyak nilam yang dihasilkan sehingga grafik pengaruh daya *microwave* terhadap rendemen minyak nilam dan waktu distillasi dengan metode *microwave assisted steam distillation* tidak jauh berbeda dengan grafik pengaruh daya *microwave* terhadap volume minyak nilam dan waktu distillasi dengan metode *microwave assisted steam distillation.*

4.2.3 Analisa Grafik Pengaruh Daya *Microwave* terhadap Temperatur Keluar *Microwave* dengan Metode *Microwave Assisted Steam Distillation*



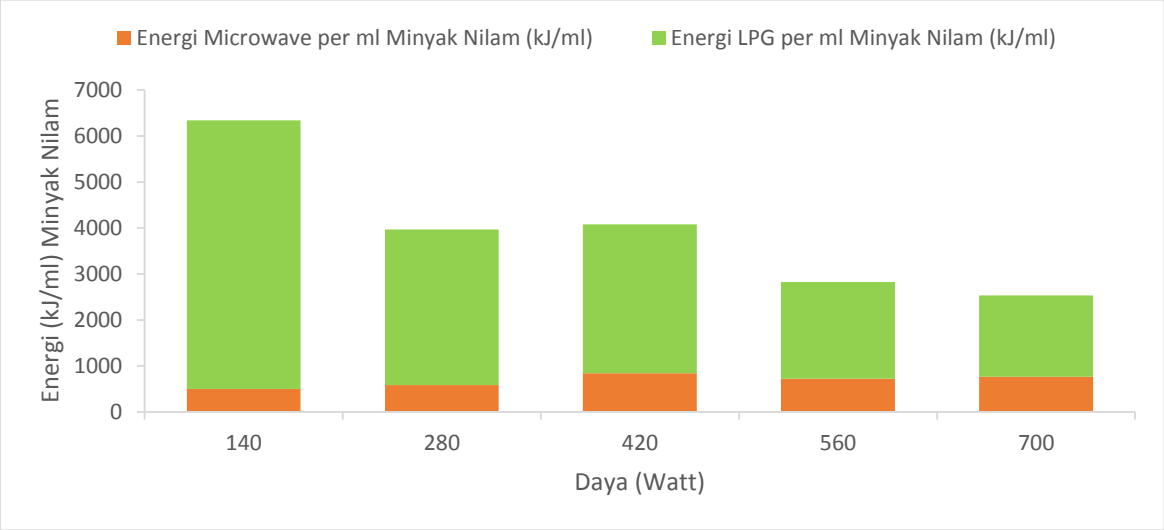
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Daya *Microwave* terhadap terhadap Temperatur Keluar *Microwave* dengan Metode *Microwave Assisted Steam Distillation*

Gambar 4.3 menunjukan grafik pengaruh daya *microwave* terhadap terhadap temperatur keluar *microwave* dengan metode *microwave steam distillation.* Pada proses distilasi dengan metode *microwave assisted steam distillation* penghitungan data dimulai ketika suhu dalam panci *pressure cooker* (T in) telah mencapai sekitar 100 °C hingga 105 °C dan pada tekanan 1.5 bar kemudian, katup selang yang mengalirkan uap panas menuju *microwave* dibuka.

Pada grafik pengaruh daya *microwave* terhadap terhadap temperatur keluar *microwave* dengan metode *microwave assisted steam distillation* pada daya 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt hingga 700 Watt diperoleh nilai temperature tertinggi pada daya 700 Watt yang mana diperoleh kenaikan temperatur maksimal yaitu sebesar 105 ºC. Hal ini mendukung dasar teori yang mengatakan bahwa, seiring bertambahnya daya *microwave* yang digunakan pada proses distilasi dengan metode *microwave assisted steam distillation*, menyebabkan kenaikan temperatur yang semakin besar, sehingga jika semakin besar energi yang digunakan maka akan meningkatkan kecepatan kenaikan temperature. Sedangkan ketika kita melihat table temperatur maka dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai temperatur yang terjadi pada uap panas yang keluar dari *boiler* air yang mengalami penurunan nilai temperatur ketika uap panas keluar melewati *microwave* adalah sebab dari perpindahan panas secara konveksi yang terjadi ketika uap panas keluaran *boiler* air melewati kawat kasa dan daun nilam sehingga terjadi perpindahan panas dari uap panas *boiler* air berpindah pada daun nilam, kawat kasa dan dinding wadah kaca.

Untuk nilai kenaikan temperartur yang stabil yang terjadi pada grafik pengaruh daya *microwave* terhadap terhadap temperatur keluar *microwave* dengan metode *microwave assisted steam distillation* ini dikarenakan letak ujung termokopel berada pada posisi yang seharusnya (tidak terpengaruh konduktor lain) maka akan didapat nilai temperature yang sesuai dengan dasar teori. Seperti terlihat pada daya 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt dan 700 Watt dimana temperature maksimal yang diperoleh berturut-turut sebesar92 ºC pada daya 140 Watt, 95 ºC pada daya 280 Watt, 100 ºC pada daya 420 Watt, 101 ºC pada daya 560 Watt dan 105 ºC pada daya 700 Watt. Sedangkan nilai temperature yang bervariasi (tidak stabil) dikarenakan sifat dari gelombang micro dalam proses transfer panas yang tidak stagnan pada satu garis, melainkan bergelombang.

4.2.4 Analisa Grafik Pengaruh Variasi Daya *Microwave* terhadap Kebutuhan Energi *Microwave dan* Energi LPG tiap ml Minyak Nilam dengan Metode *Microwave Assisted Steam Distillation*



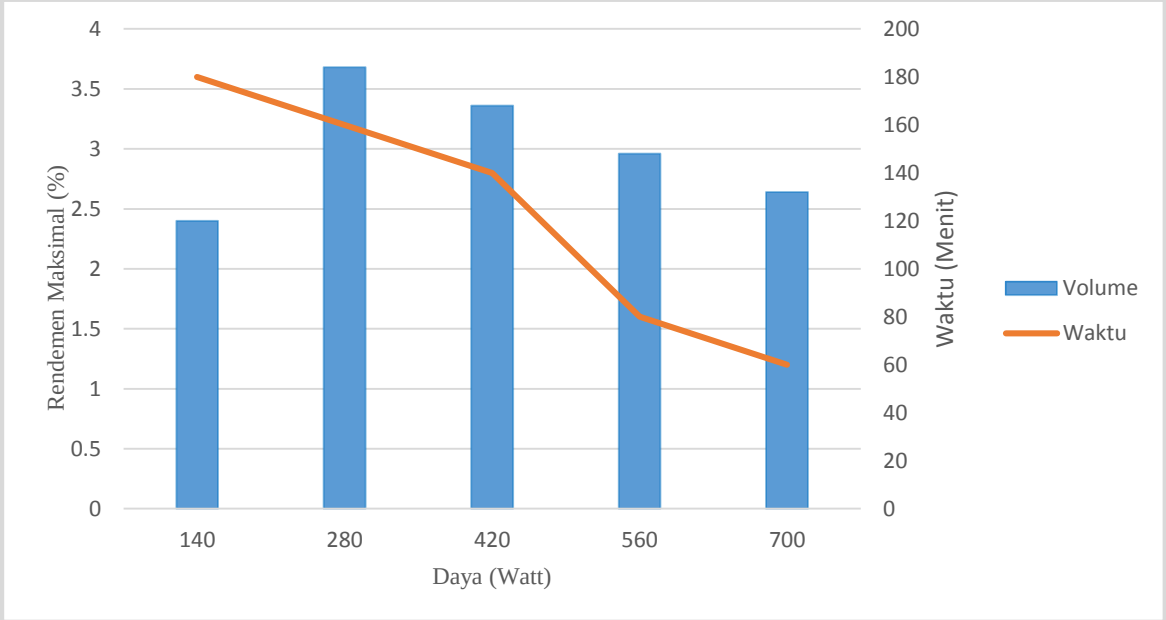
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Variasi Daya terhadap Kebutuhan Energi *Microwave dan* Energi LPG tiap ml Minyak Nilam dengan Metode *Microwave Assisted Steam Distillation*

Gambar 4.4 menunjukan grafik hubungan antara kebutuhan energi *microwave* dengan energy LPG yang digunakan untuk proses distilasi daun nilam dengan metode *microwave assisted steam distillation.* Variasi daya yang digunakan berturut-turut adalah 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt 560 Watt dan 700 Watt.

Pada grafik hubungan antara kebutuhan energi *microwave* dengan energy LPG yang digunakan untuk proses distilasi daun nilam dengan metode *microwave assisted steam distillation* dapat dilihat beberapa untuk data energy *microwave* yang dibutuhkan dapat diperoleh dengan cara mengkalikan daya *microwave* yang digunakan (Watt) dengan waktu distilasi (menit) ketika diperoleh volume minyak yang tidak mengalami penambahan nilai volume atau volume maksimal yang diperoleh dengan penggunaan daya tertentu pada proses distilasi dengan metode *microwave assisted steam distillation,* kemudian jumlah energy yang diperoleh dapat dibagi dengan volume maksimal dari minyak nilam ynag dapat dihasilkan dengan masing-masing variasi daya yang digunakan sehingga didapat nilai dari energy *microwave* tiap mili liter minyak nilam (kJ/ml). Sedangkan, untuk mengetahui nilai kebutuhan energy dari LPG yang digunakan dapat diperoleh dengan mencari massa gas LPG yang telah terkonsumsi kemudian dikalikan dengan nilai LVH dari gas LPG yang nantinya jumlah total energy yang digunakan dapat dibagi dengan volume maksimal dari minyak nilam yang bisa dihasilkan dengan masing-masing variasi daya yang digunakan sehingga didapat nilai dari energy LPG tiap mili liter minyak nilam (kJ/ml)

Jumlah energy yang di dapat pada analisa kebutuhan energy LPG untuk tiap mili liter minyak nilam dengan variasi daya 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt hingga 700 Watt berturut-turut adalah 5833.68 kJ/ml, 3381.84 kJ/ml, 3240.93 kJ/ml, 2102.23 kJ/ml, 1767.78 kJ/ml. Sedangkan, kebutuhan energy *microwave* tiap mili liter minyak nilam dengan variasi daya 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt hingga 700 Watt berturut-turut adalah 504 kJ/ml, 584.34 kJ/ml, 840 kJ/ml, 726.48 kJ/ml, 763.43 kJ/ml. Untuk analisa kebutuhan energy yang digunakan oleh *microwave* tiap mili liter minyak nilam, diperoleh kebutuhan energi paling besar pada daya 420 Watt yaitu sebesar 840 kJ/ml dan paling kecil pada daya 140 Watt dengan nilai energy 504 kJ/ml. Hal ini bertentangan dengan teori dimana semakin besar daya yang digunakan pada proses distilasi maka akan semakin besar energy yang digunakan *microwave* untuk proses distilasi. Hal ini disebabkan karena pada 420 Watt waktu distilasi cukup lama sedangkan volume minyak nilam yang dihasilkan tidak begitu banyak. Sedangkan untuk analisa kebutuhan energy dari LPG tiap mili liter minyak nilam diperoleh kebutuhan energi paling kecil pada daya 700 Watt yaitu sebesar 1767.78 kJ/ml dan paling besar pada daya 140 Watt dengan nilai energy 5833.68 kJ/ml. Hal ini dikarenakan waktu distilasi yang dibutuhkan untuk memperoleh volume minyak nilam paling maksimal berturut-turut yaitu 180 menit pada daya 140 Watt, 160 menit pada daya 280 Watt, 140 menit pada daya 420 Watt, 80 menit pada daya 560 Watt dan 60 menit pada daya 700 Watt, dimana pada daya 140 Watt diperlukan waktu yang cukup lama sehingga konsumsi bahan bakar gas LPG untuk tiap mili liter minyak nilam semakin besar dan waktu distilasi semakin singkat berturut-turut hingga pada daya 700 Watt. Sehingga, energy yang terkonsumsi dari bahan bakar gas LPG untuk tiap mili liter minyak nila semakin sedikit.

4.2.5 Analisa Grafik Pengaruh Variasi Daya *Microwave* terhadap Rendemen Maksimal Minyak Nilam dan Waktu Distilasi dengan Metode *Microwave Assisted Steam Distillation*



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Variasi Daya terhadap Rendemen Maksimal Minyak Nilam dan Waktu Distilasi dengan Metode *Microwave Assisted Steam Distillation*

Pada gambar 4.5 menunjukan pengaruh variasi daya terhadap rendemen maksimal minyak nilam dan waktu distilasi dengan metode *microwave assisted steam distillation*. Variasi daya yang digunakan yaitu 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt dan 700 Watt.

Gambar di atas menunjukan bahwa dengan variasi daya 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt dan 700 Watt diperlukan waktu distilasi yang semakin singkat sedangkan dengan penggunaan variasi daya yang sama guna menghasilkan minyak nilam dapat dilihat bahwa dengan variasi daya 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt dan 700 Watt terjadi perubahan nilai rendemen minyak nilam maksimal yang dapat dihasilkan. Waktu distilasi semakin singkat dikarenakan saat proses distilasi dengan penggunaan daya yang semakin meningkat menyebabkan kenaikan temperature yang semakin cepat yang menyebabkan proses pemisahan sel minyak dari daun yang semakin cepat, sehingga proses distilasi juga ikut semakin cepat.

Perubahan nilai rendemen maksimal dari minyak nilam yang dapat dihasilkan adalah dampak dari pada saat proses distilasi dimana ketika terjadi penguapan yang sangat cepat karena kenaikan temperatur yang sangat cepat menyebabkan beberapa daun nilam tidak terdistilasi secara menyeluruh dimana uap yang keluar menuju kondensor sebagian besar adalah uap yang dihasilkan dari boiler air. Sedangkan, uap panas yang membawa sel minyak

dari daun nilam belum sepenuhnya trangkat keluar dari daun nilam saat uap tersebut menuju kondensor untuk proses pengembunan. Perubahan nilai rendemen maksimal ini juga disebabkan karena uap panas dari *microwave* tidak terkondensasi dengan sempurna ketika masuk kondensor sehingga masih ada uap panas yang kluar ke udara bebas.

Pada grafik pengaruh peningkatan daya *microwave* terhadap rendemen maksimal minyak nilam dan waktu distillasi dengan metode *microwave assisted steam distillation* jumlah minyak nilam yang dihasilkan berturut-turut dari daya 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt dan 700 Watt adalah 2.4 %, 3.68 %, 3.36 %, 2.96 %, 2.64 %. Dimana, rendemen maksimal minyak nilam paling banyak dihasilkan pada daya 280 Watt dan paling sedikit pada daya 140 Watt. Namun, ketika kita mengambil sempel pada 20 menit pertama volume minyak nilam yang dihasilkan dari daya 140 Watt hingga 700 Watt berturut-turut adalah 0.08 %, 0.4 %, 1.44 %, 1.84 %, 2.24 %. Dimana, rendemen maksimal minyak nilam paling banyak yang dihasilkan pada 20 menit pertama proses distillasi adalah pada daya 700 Watt yaitu 2.24 % dan paling sedikit pada daya 140 Watt yaitu 0.08 %. Hal tersebut mendukung kebenaran hipotesis dimana seiring bertambahnya daya yang digunakan pada proses distilasi dengan metode *microwave assisted steam distillation,* volume minyak nilam yang dihasilkan akan semakin cepat dikarenakan bertambahnya daya pada *microwave* menyebabkan kenaikan temperatur yang semakin cepat sehingga mempercepat proses distilasi pada daun nilam.