

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung tapioka merk “ROSE BRAND”. Dari hasil analisa bahan baku (AOAC,1998), diperoleh komposisi tepung tapioka sebagai berikut:

Kadar air	: 11,1 %
Kadar abu	: 0,58 %
Kadar lemak	: 0,10%
Kadar protein	: 0,27 %
Kadar karbohidrat	: 87,95 % (wb), 98,93 % (db)

Berdasarkan hasil analisa bahan baku diketahui tepung tapioka merk “ROSE BRAND” memiliki kisaran produk tepung tapioka komersial yang cukup baik karena sesuai dengan syarat mutu tepung tapioka yang dikeluarkan oleh Badan Standarisasi Nasional (SNI 01-2997-1996). Ikatan kompleks amilosa-lemak-protein resisten terhadap hidrolisis amilosa, Hal ini menyebabkan ikatan kompleks amilosa-lemak-protein membentuk endapan pada proses hidrolisis dan pada akhirnya mempengaruhi mutu produk maltodekstrin. Kadar lemak dan protein yang rendah pada tapioka merk Rose Brand diharapkan dapat menghasilkan produk maltodekstrin dengan mutu yang baik dan nilai DE yang tinggi. Kadar pati tapioka merk “ROSE BRAND” yang tinggi (98,93 % (db)) sangat baik untuk digunakan pada proses hidrolisa pati, dimana kadar pati yang tinggi diharapkan mampu menghasilkan pati termodifikasi dengan nilai dextrose equivalent yang tinggi pula.

4.2. Karakterisasi Oven microwave dan Perpindahan Energi Microwave

Oven mikrowave yang kami gunakan dalam penelitian adalah oven mikrowave merk *SANYO* 2450 Mhz, 700 watt, volume 20 L. pada penelitian ini kami menggunakan power level 1 dan 2, yang berarti daya yang digunakan adalah

10% (70 watt) dan 20% (140 watt) dari daya total oven microwave. Nilai *effective relative loss factor* (ϵ''_{eff}) dan konstanta dielektrik (ϵ') tepung tapioka diasumsikan sama dengan nilai tepung gandum basis kering dengan kadar air 12% (gambar 2.6).

Dari perhitungan menggunakan persamaan *industrial microwave heating* (Metaxas dan Meredith, 1993), diperoleh :

Tabel 4.1. Hasil perhitungan energi disipasi yang dihasilkan oleh microwave

Besaran	Nilai	Acuan	
ϵ''_{eff}	11	Gbr 2.6	
ϵ'	75	Gbr 2.6	
$\tan \delta_{eff}$	0.147	Pers 2.2	
V_L	0.05 L		
V_c	20 L		
V	0.0025	Pers 2.3	
Q -faktor	23838.23	Pers 2.4	
$Power$	70 watt	140 watt	
E_{max}	1565.55 V/m	2214.02 V/m	Pers 2.5
ϵ_0	8.85×10^{-12} F/m	8.85×10^{-12} F/m	
P_{av}	1.58×10^5 Kkal	3.16×10^5 Kkal	Pers 2.6

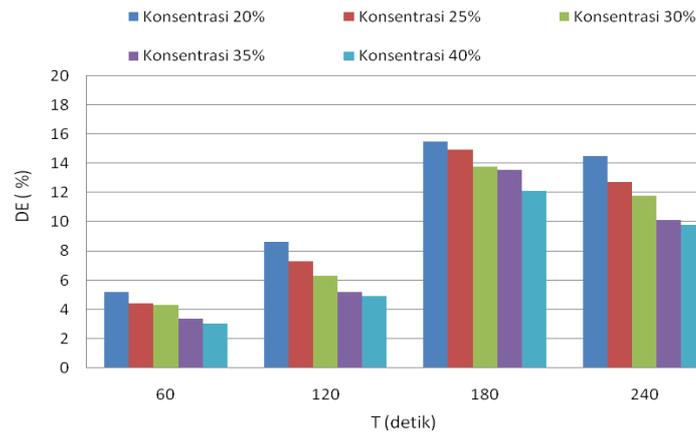
Dari tabel diatas maka dapat diketahui energi disipasi yang terbentuk akibat interaksi substrat terhadap radiasi gelombang mikro power 70 watt selama 1 jam pada tepung tapioka (kadar air 12% dan volume 0.05 liter) sebesar $1,58 \times 10^5$ Kkal. Energi disipasi yang dibangkitkan akibat interaksi substrat terhadap gelombang mikro selama 1 menit sebesar 2633,33 Kkal.

Hal yang serupa terjadi pada power 140 watt, dimana energi disipasi dalam 1 jam pada tepung tapioka (kadar air 12% dan volume 0.05 liter) sebesar $3,16 \times 10^5$ Kkal. Energi disipasi yang dibangkitkan akibat interaksi substrat terhadap gelombang mikro selama 1 menit radiasi sebesar 5266,66 Kkal.

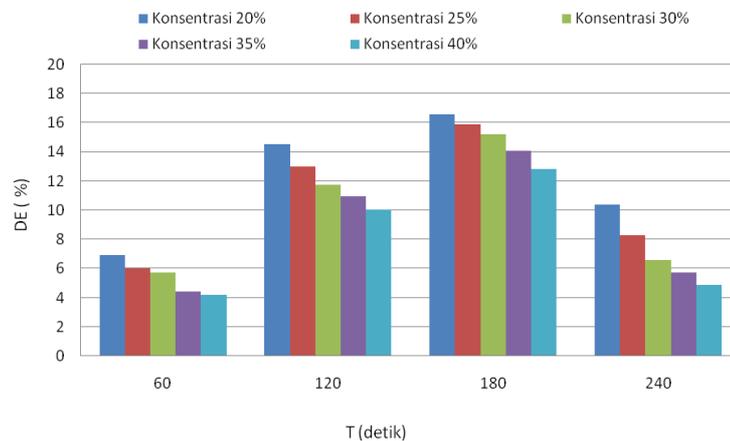
Nilai energi disipasi yang sebenarnya bisa saja lebih besar karena pada kondisi aktual penelitian kami menggunakan basis 100 ml air untuk melarutkan tepung tapioka (kadar air lebih dari 12%). Nilai energi disipasi tersebut juga bisa saja lebih rendah karena properti oven microwave dan bahan yang digunakan berbeda (penentuan nilai *effective relative loss factor* (ϵ''_{eff}) dan konstanta dielektrik (ϵ')).

Dengan demikian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membuktikan kecukupan energi yang terdisipasi menjadi panas pada hidrolisa tepung tapioka.

4.3. Penentuan Kondisi Operasi Relatif Baik



Gambar 4.1 Grafik pengaruh waktu radiasi 70 watt power microwave (Power 1) terhadap DE pada berbagai konsentrasi



Gambar 4.2 Grafik pengaruh waktu radiasi 140 watt power microwave (Power 2) terhadap DE pada berbagai konsentrasi

- **Waktu reaksi**

Dari kedua grafik diatas, dapat diketahui pada rentang waktu radiasi 60 detik – 180 detik terjadi peningkatan nilai DE pada berbagai konsentrasi, hal ini

disebabkan energi disipasi yang terbentuk akibat interaksi gelombang mikro terhadap substrat menghasilkan panas yang masih berada pada rentang suhu hidrolisa pati. Pada waktu dekstrinisasi 240 detik terjadi penurunan DE pada tiap konsentrasi. Hal ini dikarenakan pada waktu dekstrinisasi 240 detik, energi disipasi yang terbentuk akibat interaksi gelombang mikro terhadap substrat sangat besar, sehingga maltodekstrin mengalami perubahan struktur molekul dan terdekomposisi menjadi karamel (Kunlan et al, 2000).

- **Konsentrasi substrat**

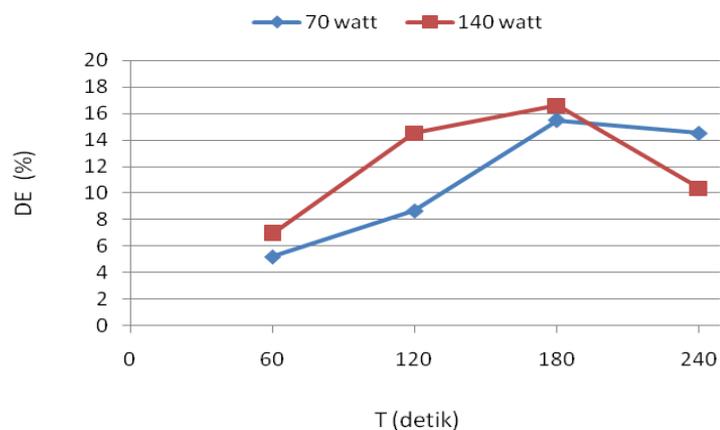
Penambahan konsentrasi substrat hingga level tertentu dapat menurunkan laju reaksi. Hal ini terjadi karena konsentrasi substrat yang tinggi menghambat proses pencampuran dan perpindahan massa. Selain itu substrat akhirnya menjadi inhibitor pada enzim, dimana begitu banyaknya substrat menyebabkan terjadinya persaingan antar substrat untuk menempati sisi aktif enzim, Sehingga tidak ada substrat yang dapat menempatnya dan reaksi tidak terjadi atau dapat terjadi namun membutuhkan waktu yang lama (Husnil, 2009).

Dari gambar 4.1, didapatkan hubungan konsentrasi pati dengan DE. Variabelnya adalah pada 70 watt power mikrowave dengan varian waktu dekstrinisasi. Pada waktu dekstrinisasi 180 detik dengan konsentrasi 20% diperoleh DE paling tinggi yaitu 15,56; pada waktu dekstrinisasi 180 detik dengan konsentrasi 25% diperoleh DE paling tinggi yaitu 14,92; pada waktu dekstrinisasi 180 detik dengan konsentrasi 30% diperoleh DE paling tinggi yaitu 13,78; pada waktu dekstrinisasi 180 detik dengan konsentrasi 35% diperoleh DE paling tinggi yaitu 13,54; dan pada waktu dekstrinisasi 180 detik dengan konsentrasi 40% diperoleh DE paling tinggi yaitu 12,12. Dari data – data tersebut menunjukkan pada dekstrinisasi 70 watt power oven mikrowave, DE paling tinggi yang didapatkan dengan variabel konsentrasi pati 20% pada waktu 180 detik. Hal tersebut menunjukkan penurunan konsentrasi diikuti kenaikan DE produk, dikarenakan dengan konsentrasi pati lebih besar untuk terkonversi oleh enzim menjadi dekstrin membutuhkan waktu lama maka kenaikan konsentrasi pada waktu yang sama menyebabkan penurunan DE produk (Ozer et al, 2005).

Dari gambar 4.2, didapatkan hubungan konsentrasi pati dengan DE. Variabelnya adalah pada 140 watt power microwave dengan varian waktu dekstrinisasi. Pada waktu dekstrinisasi 180 detik dengan konsentrasi 20% diperoleh DE paling tinggi yaitu 16,60; pada waktu dekstrinisasi 180 detik dengan konsentrasi 25% diperoleh DE paling tinggi yaitu 15,88; pada waktu dekstrinisasi 180 detik dengan konsentrasi 30% diperoleh DE paling tinggi yaitu 15,21; pada waktu dekstrinisasi 180 detik dengan konsentrasi 35% diperoleh DE paling tinggi yaitu 14,06; dan pada waktu dekstrinisasi 180 detik dengan konsentrasi 40% diperoleh DE paling tinggi yaitu 12,82. Dari data – data tersebut menunjukkan pada dekstrinisasi menggunakan 140 watt power oven microwave, DE paling tinggi yang didapatkan dengan variabel konsentrasi pati 20% pada waktu 180 detik. Hal tersebut menunjukkan penurunan konsentrasi diikuti kenaikan DE produk, dikarenakan dengan konsentrasi pati lebih besar untuk terkonversi oleh enzim menjadi dekstrin membutuhkan waktu lama maka kenaikan konsentrasi pada waktu yang sama menyebabkan penurunan DE produk (ozer et al, 2005).

- **Power microwave**

Pada gambar 4.1 dan gambar 4.2, diambil nilai DE tertinggi pada tiap-tiap waktu. Kemudian dibuat grafik untuk menentukan pengaruh power microwave terhadap DE yang dihasilkan.



Gambar 4.3 Grafik pengaruh power microwave terhadap dextrose equivalent

Dari grafik diatas, diketahui pada rentang waktu 60 detik sampai 180 detik nilai DE produk pada power 2 (140 watt) lebih tinggi dibandingkan nilai DE produk power 1 (70 watt). Hal ini dikarenakan pada 140 watt power microwave, gelombang mikro yang terbentuk pada magnetron memiliki kekuatan medan elektrik yang lebih besar, sehingga energi disipasi yang terjadi akibat interaksi gelombang mikro terhadap substrat juga lebih besar (Metaxas et al, 1993). Hal ini menyebabkan kenaikan panas pada power 2 (140 watt) lebih cepat dibandingkan pada power 1 (70 watt). Namun pada waktu yang lebih lama (240 detik), nilai DE produk power 2 menurun dan lebih rendah dibanding nilai produk power 1. Hal ini disebabkan energi disipasi yang terbentuk terlampaui tinggi, sehingga produk maltodekstrin yang dihasilkan mengalami proses oksidasi dan terdekomposisi menjadi karamel (Kunlan et al, 2000).

- **Penentuan kondisi operasi yang relatif baik**

Menurut Badan Standarisasi Nasional (SNI 7599:2010), maltodekstrin dibagi menjadi:

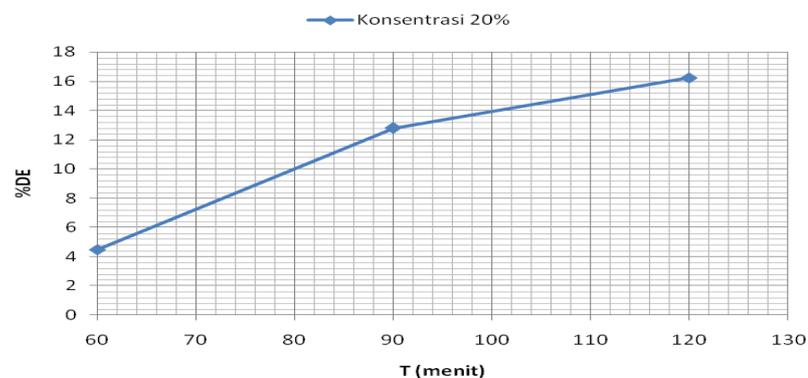
1. "Tipe MDX-12" memiliki kadar gula pereduksi (DE) 11% sampai 15%, dipergunakan antara lain untuk bahan tambahan pada industri makanan, minuman, kimia dan farmasi.
2. "Tipe MDX-18" memiliki kadar gula pereduksi (DE) 17% sampai 20%, dipergunakan antara lain untuk bahan tambahan pada industri makanan (termasuk makanan bayi), minuman, kimia dan farmasi.
3. "Tipe MDX-29" memiliki kadar gula pereduksi (DE) 28% sampai 31%, dipergunakan antara lain untuk bahan tambahan pada industri makanan (termasuk makanan bayi), minuman, kimia dan farmasi.

Berdasarkan gambar 4.1 dan gambar 4.2, serta mengacu pada ketentuan badan standarisasi nasional, dapat diketahui bahwa maltodekstrin terbaik yang dihasilkan pada penelitian ini berada pada rentang maltodekstrin "Tipe MDX-12". Maka ditinjau dari segi efisiensi energi dan ekonomis proses maka kondisi operasi yang relatif baik hidrolisis enzimatis tepung tapioka menjadi maltodekstrin

menggunakan pemanas microwave yaitu pada konsentrasi 40%, waktu radiasi 180 detik, dan 70 watt power microwave (P1). Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi 40%, diketahui berat tepung tapioka lebih besar dibanding konsentrasi dibawahnya, sehingga pati yang tak terkonversi menjadi maltodekstrin ikut terjual sebagai maltodekstrin dan produk menjadi lebih berat. Penggunaan power rendah (70 watt) membutuhkan energi yang lebih sedikit dibanding menggunakan power tinggi (140 watt), sehingga penggunaan power 70 watt diharapkan dapat menghemat energi listrik.

4.4. Perbandingan waktu reaksi hidrolisis dengan menggunakan microwave terhadap waktu reaksi hidrolisis menggunakan pemanas konvensional

Dengan menggunakan pemanas konvensional dengan variabel konsentrasi pati 20%, kebutuhan enzim 0,5 liter/ton tepung kering, kebutuhan $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 40 ppm, suhu operasi (87°C), kecepatan putaran pengaduk (skala 7 = 1080 rpm), waktu operasi (60; 90; 120 menit), diperoleh:



Gambar 4.4 Grafik pengaruh waktu dekstrinisasi menggunakan pemanas konvensional terhadap dextrose equivalent (DE)

Dari grafik diatas, diketahui DE produk tertinggi yang dihasilkan pada hidrolisa tapioka menggunakan pemanas konvensional adalah 16,25%, dengan waktu hidrolisa selama 2 jam. Sedangkan pada hidrolisa tapioka menggunakan pemanas microwave diperoleh DE produk tertinggi sebesar 16,60% dengan waktu hidrolisa 180 detik.

Bila dibandingkan dengan menggunakan pemanas konvensional, maka penggunaan oven microwave dapat menghemat waktu hidrolisa pati hingga 40 kali. Hal ini dikarenakan pada pemanas konvensional, proses pemanasan terjadi melalui gradien panas, sedangkan bila menggunakan oven microwave, pemanasan terjadi melalui interaksi langsung antara material dengan gelombang mikro. Hal tersebut mengakibatkan transfer energi berlangsung lebih cepat, dan berpotensi meningkatkan laju reaksi dan kualitas produk (Venkatesh dan Ragvahan, 2004). Pada pemanasan dengan microwave, semua molekul berusaha mensejajarkan diri dengan medan elektrik yg terbawa oleh microwave, menyebabkan pergerakan yang tidak teratur dalam substrat. Pergerakan dan tumbukan antar molekul menyebabkan timbulnya energi disipasi. Hal ini menyebabkan semua molekul lebih berenergi, sehingga pada akhirnya meningkatkan laju reaksi dan selektivitas reaksi (Kunlan et al, 2000).