

BAB 6

PEMBAHASAN

6.1. Pengaruh Penambahan Tepung Rumput Laut Merah pada *Cookies* Berbahan Dasar Tanah Liat Terhadap Total Energi

Berdasarkan hasil analisis laboratorium diperoleh total energi pada produk *cookies* berbahan dasar tanah liat dan rumput laut yang berkisar antara $252,59 \pm 11,212$ - $291,05 \pm 5,816$ kkal per 100 gram *cookies*. Nilai tertinggi ditunjukkan pada sampel *cookies* (P3) yaitu sebesar $291,05 \pm 5,816$ kkal per 100 gram. Nilai terendah ditunjukkan pada sampel *cookies* (P0) yaitu sebesar $252,59 \pm 11,212$ kkal per 100 gram.

Tabel 6.1 Total Energi *Cookies* Berbahan Dasar Tanah Liat

No.	Sampel	Total Energi	
		Hasil Penelitian	Standar Pemanding
1.	P0	$252,59 \pm 11,212$	Maksimal 120 kkal per 100 gram (FDA, 2008)
2.	P1	$261,19 \pm 9,637$	
3.	P2	$284,75 \pm 2,467$	
4.	P3	$291,05 \pm 5,816$	

Dari Tabel 6.1 dapat diketahui bahwa perlakuan tersebut tidak memenuhi persyaratan sebagai *cookies* rendah energi. Pada perlakuan P0 dengan komposisi 100 gram tanah liat dan tanpa penambahan rumput laut, didapati memiliki hasil total energi paling rendah, sedangkan perlakuan P3 dengan komposisi 70 gram tanah liat dan 30 gram rumput laut, memiliki hasil total energi yang paling tinggi.

Hasil uji statistik *Kruskal-Wallis Test* pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa penambahan tepung rumput laut

merah memberikan perbedaan yang signifikan ($p=0,000$) terhadap total energi pada *cookies* berbahan dasar tanah liat dan rumput laut merah. Artinya semakin tinggi penambahan tepung rumput laut merah yang digunakan maka semakin tinggi total energi yang terkandung dalam *cookies* berbahan dasar tanah liat dan rumput laut merah. Hal ini diperkuat hasil koefisien korelasi *Spearman* sebesar $R = 0,883$ menunjukkan hubungan yang kuat bahwa penambahan tepung rumput laut merah memiliki pengaruh terhadap peningkatan total energi pada *cookies* tanah liat, karena rumput laut memiliki kandungan karbohidrat yang cukup besar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa peningkatan total energi berasal dari rumput laut yang ditambahkan, karena diketahui terdapat peningkatan total energi pada setiap perlakuan.

Walaupun uji statistik menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan total energi pada *cookies*, hasil tersebut masih jauh dari hasil perhitungan secara manual. Perhitungan manual yang dimaksud adalah perhitungan energi yang berasal dari masing-masing bahan penyusun dalam pembuatan *cookies* tanah liat sehingga didapatkan total energi yang lebih rendah.

6.2. Pengaruh Penambahan Tepung Rumput Laut Merah pada Cookies Berbahan Dasar Tanah Liat Terhadap Kadar Logam Merkuri

Berdasarkan hasil analisis laboratorium diperoleh kadar merkuri pada tepung tanah liat adalah tidak terdeteksi atau dengan kata lain tidak terkandung merkuri dalam sampel tepung tanah liat. Dari hasil tersebut maka dapat dilanjutkan pada proses selanjutnya yakni pembuatan *cookies*.

Menurut BPOM batas maksimal cemaran merkuri pada suatu produk kerang-kerangan adalah sebesar 1 mg/kg, hal ini menunjukkan bahwa maksimal konsumsi yang mampu di toleransi tubuh manusia sebesar 1 mg/kg per minggu. Sehingga *cookies* tanah liat dapat dikonsumsi berdasarkan kadar merkuri.

Kandungan rata-rata merkuri dalam tanah secara alamiah adalah 0.03 $\mu\text{g/g}$ (Darmono, 1995). Tingginya kadar merkuri dalam tanah dapat disebabkan karena pembuangan limbah ke tanah apabila melebihi kemampuan tanah dalam mencerna limbah akan mengakibatkan pencemaran tanah. Jenis limbah yang berpotensi merusak lingkungan hidup adalah limbah yang termasuk dalam Bahan Beracun Berbahaya (B3) yang di dalamnya terdapat logam-logam berat.

Toksikitas kronik yang pernah terjadi adalah kasus keracunan di Irak, Minamata dan Niigata Jepang, serta Teluk Buyat Indonesia. Kasus toksikitas kronik di Jepang pertama kali dilaporkan pada Mei 1956 di daerah sekitar teluk Minamata. Hingga akhir tahun 1956 pasien bertambah menjadi 52 orang termasuk 17 orang tewas. Di tahun 1957, penyakit yang tidak diketahui ini disebut penyakit Minamata. Di Irak di awal tahun 1970 lebih dari 6000 orang dirawat di rumah sakit dan 459 orang tewas karena mengonsumsi roti yang dibuat dari tepung yang tercemar metilmerkuri yang berasal dari fungisida. Kadar merkuri dalam tepung saat itu berkisar 4,8-4,6 $\mu\text{g/g}$ (Yanuar, 2010).

Faktor makanan dapat mempengaruhi waktu retensi dari metilmerkuri yang masuk melalui mulut dari makanan atau minuman. makanan yang tinggi protein dan rendah lemak menurunkan waktu retensi

metilmerkuri pada tikus. Kadar vitamin E yang tinggi dapat menurunkan tingkat kematian akibat terserapnya metilmerkuri dan merkuri klorida (Dewi, 2000).

6.3. Pengaruh Penambahan Tepung Rumput Laut Merah pada *Cookies* Berbahan Dasar Tanah Liat Terhadap Kadar Logam Kadmium

Berdasarkan hasil analisis laboratorium diperoleh kadar kadmium pada produk *cookies* berbahan dasar tanah liat dan rumput laut yang berkisar antara $2,06 \pm 0,53$ - $3,00 \pm 0,15$ miligram per kilogram *cookies*. Nilai tertinggi ditunjukkan pada sampel *cookies* (P3) yaitu sebesar $3,00 \pm 0,155$ miligram per kilogram. Nilai terendah ditunjukkan pada sampel *cookies* (P0) yaitu sebesar $2,06 \pm 0,530$ miligram per kilogram.

Tabel 6.2 Kadar Kadmium *Cookies* Berbahan Dasar Tanah Liat

No.	Sampel	Kadar Kadmium	
		Hasil Penelitian	Standar Pbandingan
1.	P0	$2,06 \pm 0,53$	Maksimal 0,2 mg/kg (SNI 7387-2009)
2.	P1	$2,31 \pm 0,87$	
3.	P2	$3,00 \pm 0,15$	
4.	P3	$2,12 \pm 0,53$	

Dari Tabel 6.2 dapat diketahui bahwa perlakuan tersebut tidak memenuhi persyaratan menurut BPOM yang menyatakan bahwa kadar kadmium maksimal dalam suatu produk *cookies* adalah sebesar 0,2 mg/kg *cookies*. Pada perlakuan P0 dengan komposisi 100 gram tanah liat dan tanpa penambahan rumput laut, didapati memiliki hasil kadar kadmium paling rendah, sedangkan perlakuan P2 dengan komposisi 70 gram tanah liat dan 30 gram rumput laut, memiliki hasil kadar kadmium yang paling tinggi.

Menurut BPOM batas maksimal cemaran kadmium pada suatu produk kerang-kerangan adalah sebesar 1 mg/kg, hal ini menunjukkan bahwa maksimal konsumsi yang mampu di toleransi tubuh manusia sebesar 1 mg/kg per minggu. Sehingga konsumsi maksimal *cookies* tanah liat sebesar 47 gram/minggu berdasarkan kadar kadmium.

Hal tersebut menunjukkan bahwa tanah merupakan bagian dari siklus logam berat. Unsur logam berat Kadmium terdapat dalam tanah secara alami dengan kandungan rata-rata rendah yaitu 0,4 mg/kg tanah. Pada tanah yang bebas polusi kandungannya adalah 0,06-1,00 mg/kg tanah. Peningkatan kandungan kadmium dapat berasal dari asap kendaraan bermotor dan pupuk fosfat yang terakumulasi di tanah. Pada umumnya tanaman menyerap hanya sedikit (1-5%) larutan kadmium yang ditambahkan ke dalam tanah. Akumulasi dalam jangka waktu lama dapat meningkatkan kandungan kadmium dalam tanah dan tanaman yang sedang tumbuh. Sayuran mengakumulasi kadmium lebih banyak dibandingkan tanaman pangan yang lain.

Hasil uji korelasi *Spearman* pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa penambahan tepung rumput laut merah memberikan perbedaan yang tidak signifikan ($p = 0,357$) terhadap kadar kadmium pada *cookies* berbahan dasar tanah liat dan rumput laut merah. Artinya semakin besar penambahan tepung rumput laut merah tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap kadar kadmium pada *cookies* tanah liat. Hal ini diperkuat dengan hasil koefisien korelasi *Spearman* sebesar $R = -0,452$, yang menunjukkan hubungan yang lemah antara penambahan tepung rumput laut merah terhadap kadar kadmium

cookies tanah liat. Pada perlakuan P0 hingga P2 didapat hasil bahwa kadar kadmium selalu meningkat, sedangkan pada P3 terjadi penurunan kadar kadmium. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rumput laut memiliki kecenderungan akan meningkatkan kadar kadmium.

Keracunan kadmium akut pada ternak yang termakan atau terminum bahan yang tercemar kadmium dengan dosis 350 mg kadmium akan mengakibatkan keracunan dengan gejala mual, diare, kejang perut dan hipersalivasi. Keracunan kadmium pada manusia terjadi sangat erat kaitannya dengan kualitas lingkungan yang menurun. Gejala yang timbul terlihat setelah keracunan dalam waktu lama. Akumulasi kadmium pada manusia setelah kadmium terakumulasi dalam ginjal sampai jumlah 50 µg/g berat basah dan dapat dijumpai pada umur 50 tahun. Konsentrasi kritis kadmium adalah 200 µg/g pada saat terjadi kegagalan ginjal. Gejala yang terlihat adalah glikosuria diikuti dengan diuresis dan aminuria, proteinuria, asiduria dan hiperkalsiuria (Darmono, 1995).

Logam kadmium dalam usus akan menempel pada dinding usus sehingga diduga sel epitel usus mengatur absorpsi kadmium. Apabila sel epitel terkelupas maka kadmium ikut keluar dari dalam tubuh. Konsentrasi kadmium yang tinggi pada dinding usus dapat merusak usus dan mengganggu transportasi kadmium. Beberapa komponen tertentu seperti protein, kalsium, besi dan seng dapat mempengaruhi absorpsi kadmium dalam usus (Darmono, 1995).

6.4. Pengaruh Penambahan Tepung Rumput Laut Merah pada Cookies Berbahan Dasar Tanah Liat Terhadap Kadar Karbohidrat

Berdasarkan hasil analisis laboratorium diperoleh kadar karbohidrat pada produk *cookies* berbahan dasar tanah liat dan rumput laut yang berkisar antara $20,71 \pm 0,30$ - $32,62 \pm 0,49$ gram per 100 gram sampel *cookies*. Nilai tertinggi ditunjukkan pada sampel *cookies* (P3) yaitu sebesar $32,62 \pm 0,492$ gram sampel. Nilai terendah ditunjukkan pada sampel *cookies* (P0) yaitu sebesar $20,71 \pm 0,299$ gram sampel.

Tabel 6.3 Kadar Karbohidrat Cookies Berbahan Dasar Tanah Liat

No.	Sampel	Kadar Karbohidrat	
		Hasil Penelitian	Standar Pemanding
1.	P0	$20,71 \pm 0,30$	Minimal 70% (SNI 01-2973-1992)
2.	P1	$24,09 \pm 0,42$	
3.	P2	$29,18 \pm 0,33$	
4.	P3	$32,62 \pm 0,49$	

Dari Tabel 6.3, dapat diketahui bahwa perlakuan tersebut tidak memenuhi persyaratan di dalam SNI yang menyatakan bahwa kadar karbohidrat minimal dalam suatu produk *cookies* adalah sebesar 70% per 100 gram *cookies*. Pada perlakuan P0 dengan komposisi 100 gram tanah liat dan tanpa penambahan rumput laut, didapati memiliki hasil kadar karbohidrat paling rendah, sedangkan perlakuan P3 dengan komposisi 70 gram tanah liat dan 30 gram rumput laut, memiliki hasil kadar karbohidrat yang paling tinggi.

Pada beberapa penelitian terhadap kadar karbohidrat dalam *cookies*, Supriadi (2004), meneliti *cookies* dengan penambahan rumput laut 9% memiliki kadar karbohidrat sebesar 59,8%, sedangkan Wariyah (2003), meneliti *cookies* dengan tepung bekatul memiliki kadar

karbohidrat 65,33%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *cookies* berbahan dasar tanah liat dan rumput laut merah memiliki kadar karbohidrat yang rendah. Hal ini disebabkan karena komposisi utama dari *cookies* ini adalah tanah liat, yang merupakan bahan non sumber karbohidrat. Pada *cookies* yang lain, bahan utama dari *cookies* adalah sumber karbohidrat, seperti tepung terigu, tepung sagu, tepung gandum, dan sebagainya.

Hasil uji statistik *Kruskal-Wallis Test* pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa penambahan tepung rumput laut merah memberikan perbedaan yang signifikan ($p = 0.000$) terhadap kadar karbohidrat pada *cookies* berbahan dasar tanah liat dan rumput laut merah. Artinya semakin banyak rumput laut yang ditambahkan, maka akan signifikan terhadap kadar karbohidrat. Hal ini diperkuat hasil koefisien korelasi *Spearman* sebesar $R = 0,969$ yang menunjukkan hubungan yang kuat antara penambahan tepung rumput laut merah terhadap peningkatan kadar karbohidrat *cookies* tanah liat. Dari hasil korelasi *Spearman* tersebut dapat disimpulkan bahwa kadar karbohidrat yang tinggi dihasilkan oleh rumput laut. Hal tersebut menunjukkan bahwa rumput laut memiliki karbohidrat yang tinggi sesuai dengan hasil data analisis tepung rumput laut yang diperoleh Isbarni (2005) sebesar 91,61%.

6.5. Pengaruh Penambahan Tepung Rumput Laut Merah pada Cookies Berbahan Dasar Tanah Liat Terhadap Kadar Air

Berdasarkan hasil analisis laboratorium diperoleh kadar air pada produk *cookies* berbahan dasar tanah liat dan rumput laut yang berkisar antara $2,08 \pm 0,64 - 4,27 \pm 1,49$ % sampel *cookies*. Nilai tertinggi ditunjukkan

pada sampel *cookies* P3 yaitu sebesar $4,27 \pm 1,49$ % sampel. Nilai terendah ditunjukkan pada sampel *cookies* P0 yaitu sebesar $2,08 \pm 0,637$ % gram sampel.

Tabel 6.4 Kadar Air *Cookies* Berbahan Dasar Tanah Liat

No.	Sampel	Kadar Air	
		Hasil Penelitian	Standar Pemanding
1.	P0	$2,08 \pm 0,64$	Maksimal 5% (SNI 01-2973-1992)
2.	P1	$3,89 \pm 1,65$	
3.	P2	$2,72 \pm 1,11$	
4.	P3	$4,27 \pm 1,49$	

Dari Tabel 6.4 dapat diketahui bahwa perlakuan tersebut telah memenuhi persyaratan di dalam SNI yang menyatakan bahwa kadar air maksimal dalam suatu produk *cookies* adalah sebesar 5% per 100 gram *cookies*. Nilai tersebut juga sesuai jika dibandingkan dengan kadar air yang terkandung di dalam produk *cookies* yang beredar di Indonesia secara umum yaitu memiliki rata-rata sebesar 2,69 % per 100 gram *cookies* (Wijaya, 2010). Supriadi (2004), membuat *cookies* dengan penambahan rumput laut, hasil analisis kadar air didapat sebesar 7,8 %.

Pada beberapa penelitian terhadap kadar air dalam *cookies*, Indriyani (2007) meneliti *cookies* tepung garut dengan penambahan 16% agar-agar memiliki kadar air sebesar 3,66%, sedangkan Supriadi (2004) meneliti *cookies* dengan penambahan tepung rumput laut 9% memiliki kadar air sebesar 7,8%. Riyanto (2008), meneliti *cookies* dengan penambahan ampas rumput laut 50% memiliki kadar air sebesar 3,57% dan Wariyah (2007), meneliti *cookies* dengan tepung bekatul memiliki kadar air sebesar 4,27%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *cookies* berbahan dasar tanah liat dan rumput laut merah memiliki kadar air yang

sesuai dengan standar, jika di bandingkan dengan penelitian Supriadi (2004), maka kadar air *cookies* berbahan dasar tanah liat lebih baik.

Berdasarkan hasil uji korelasi dapat diketahui bahwa penambahan tepung rumput laut merah terhadap kadar air *cookies* tanah liat didapat nilai $R = 0,336$ dan $p = 0,079$, hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan ($p < 0,05$). Artinya semakin besar penambahan tepung rumput laut merah maka tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap kadar air *cookies* tanah liat. Hal ini diperkuat hasil koefisien korelasi *R Spearman* sebesar 0,336 menyatakan bahwa besar derajat keeratan antara penambahan tepung rumput laut merah terhadap kadar air *cookies* tanah liat adalah lemah.

Meningkatnya kadar air pada beberapa perlakuan *cookies* diduga karena adanya kandungan air yang cukup tinggi pada rumput laut yang ditambahkan. Hal ini di sebabkan tepung rumput laut mengandung serat pangan dan sifat serat pangan adalah memiliki kapasitas pengikat air yang besar dan merangkap dalam matriks setelah pembentukan gel rumput laut. Selain itu, frekuensi dalam membuka dan menutup oven selama pemanasan diduga akan mempengaruhi perubahan suhu yang akan mempengaruhi proses penguapan air dalam bahan.

6.6. Pengaruh Penambahan Tepung Rumput Laut Merah pada *Cookies* Berbahan Dasar Tanah Liat Terhadap Kadar Abu

Berdasarkan hasil analisis laboratorium diperoleh kadar abu pada produk *cookies* berbahan dasar tanah liat dan rumput laut yang berkisar antara $40,49 \pm 0,584$ - $54,68 \pm 1,148$ % sampel *cookies*. Nilai tertinggi

ditunjukkan pada sampel *cookies* (P0) yaitu sebesar $54,68 \pm 1,148\%$ sampel. Nilai terendah ditunjukkan pada sampel *cookies* (P3) yaitu sebesar $40,49 \pm 0,584 \%$ gram sampel.

Tabel 6.5 Kadar Abu *Cookies* Berbahan Dasar Tanah Liat

No.	Sampel	Kadar Abu	
		Hasil Penelitian	Standar Pemanding
1.	P0	$54,68 \pm 1,148$	Maksimal 1,6% (SNI 01-2973-1992)
2.	P1	$48,96 \pm 0,484$	
3.	P2	$44,52 \pm 0,930$	
4.	P3	$40,49 \pm 0,584$	

Dari Tabel 6.5 dapat diketahui bahwa perlakuan tersebut tidak memenuhi persyaratan di dalam SNI yang menyatakan bahwa kadar abu maksimal dalam suatu produk *cookies* adalah sebesar 1,6% per 100 gram *cookies*. Pada perlakuan P0 dengan komposisi 100 gram tanah liat dan tanpa penambahan rumput laut, didapati memiliki hasil kadar abu paling tinggi, hal ini membuktikan bahwa semakin banyak tanah liat yang ditambahkan dapat meningkatkan kadar abu. Berbeda dengan perlakuan P3 dengan komposisi 70 gram tanah liat dan 30 gram rumput laut, memiliki hasil kadar abu yang paling rendah.

Indriyani (2007) meneliti *cookies* tepung garut dengan penambahan 16% agar-agar memiliki kadar abu sebesar 3,06%, sedangkan Supriadi (2004) meneliti *cookies* dengan penambahan tepung rumput laut 9% memiliki kadar abu sebesar 2,6%. Riyanto (2008), meneliti *cookies* dengan penambahan ampas rumput laut 50% memiliki kadar abu sebesar 3,32% dan Wariyah (2007), meneliti *cookies* dengan tepung bekatul memiliki kadar abu sebesar 4,18%. Wijaya (2010), meneliti kadar abu pada beberapa *cookies* di pasaran, didapat pada sampel nomor 2

sebesar 1,62% dan sampel nomor 3 sebesar 0,92%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *cookies* berbahan dasar tanah liat dan rumput laut merah memiliki kadar abu yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena komposisi utama dari *cookies* ini adalah tanah liat, dimana pada saat proses analisa, partikel tanah liat diyakini sebagai abu.

Tingginya kadar abu tersebut juga dipengaruhi oleh kandungan serat yang lebih tinggi dibandingkan dengan terigu. Hal ini disebabkan serat terdiri atas unsur-unsur pokok penyusun dinding sel tanaman yang mengandung ion-ion anorganik seperti silikon, kalsium dan magnesium. Serat mampu berperan sebagai pengikat mineral dan elektrolit karena terdapat gugus karboksil bebas pada asam glukuronat penyusun hemiselulosa (Schneeman, 1986). Sehingga dengan semakin tinggi kandungan serat dalam bahan, menyebabkan semakin tingginya kadar abu, hal ini sesuai dengan perbandingan dengan *cookies* pada penelitian oleh Wijaya (2010).

Berdasarkan hasil uji korelasi dapat diketahui bahwa penambahan tepung rumput laut merah terhadap kadar abu *cookies* tanah liat didapat nilai $R = -0,969$ dan $p = 0,000$, hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan ($p < 0,05$). Artinya semakin besar penambahan tepung rumput laut merah maka memberikan perbedaan yang signifikan terhadap kadar abu *cookies* tanah liat. Hal ini diperkuat hasil koefisien korelasi R Spearman sebesar $-0,969$ menyatakan bahwa besar derajat keeratan antara penambahan tepung rumput laut merah terhadap kadar air *cookies* tanah liat adalah kuat. Dari hasil korelasi Spearman tersebut dapat disimpulkan bahwa kadar abu yang tinggi dihasilkan oleh tanah liat.

Rumput laut merupakan salah satu bahan pangan yang kaya akan kandungan mineral seperti Na, Ca, K, Cl, Mg, Fe, I, dan S (Ensminger *et al.* 1995), sehingga menyebabkan tingginya nilai kadar abu. Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* adalah rumput laut penghasil karaginan yang kaya mineral dan mengandung garam-garam seperti Na, K, Ca, dan sulfat. Garam-garam tersebut tergolong dalam senyawa anorganik yang akan tertinggal setelah proses pengabuan (Winarno, 1997).

6.7. Kelemahan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa kelemahan diantaranya adalah tidak adanya kontrol waktu secara tepat pada saat proses pemanggangan di oven. Hal ini menyebabkan adanya perbedaan kadar air pada perlakuan P4, di mana hasil analisisnya menunjukkan terjadinya peningkatan, meskipun masih memenuhi standar SNI. Tidak seragamnya ukuran *cookies* juga diyakini sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi kadar air.

Pada pengujian total energi, didapat perbedaan yang mencolok dari hasil analisis dibandingkan dengan hasil perhitungan manual. Perbedaan tersebut dikarenakan tidak mempertimbangkan kadar karbohidrat pada rumput laut sehingga hasil perhitungan energinya rendah.

Dalam penelitian ini, tidak dilakukan analisis terhadap tepung tanah liat dan rumput laut merah, sehingga tidak dapat dianalisis sebagai pembanding pada hasil *cookies*.