

Pengaruh Penambahan Natrium Klorida pada Larutan Karbohidrat untuk Efisiensi Proses Pemasakan Nasi

Dian Arlita Yuliana^a, Mukhammad Asy'ari^{a*}, Wasino Hadi Rahmanto^b

^a Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang 50275

* Corresponding author: asyari@live.undip.ac.id

Article Info

Keywords:
Cooking rice,
sodium chloride,
carbohydrates,
efficiency

Kata kunci:
pemasakan nasi,
natrium klorida,
karbohidrat,
efisiensi

Abstract

Cooking rice is a routine activity most of the population in Asia, which is generally less efficient in the use of heat energy. One of the strategies for energy efficiency in cooking rice is through material processing techniques. In this study we observed the effect of NaCl on the ability to transfer and store the hot energy of pure and mixed carbohydrate solution, then applied for the efficiency of rice cooking process. The study was conducted by observing the temperature rise during the heating process and the decreasing of temperature during the settling process. Based on the results obtained the addition of NaCl at various concentrations did not affect the ability of transfer however it tended to decrease the ability to store heat energy of carbohydrate solution. The addition of 1% NaCl caused the ability to store heat energy from carbohydrate solutions with complex molecular structure and larger molecular size longer than carbohydrate solutions with simple molecular structure and small molecular size. The application results showed that the addition of 3.0% jelly solution with the addition of 1% NaCl in the cooking process was able to achieve energy efficiency of 28.14% and 20% efficiency. The most efficient cooking process can be done by heating for 18 minutes and sifting for 7 minutes in a sealed system.

Abstrak

Memasak nasi merupakan rutinitas yang dilakukan oleh sebagian besar penduduk di Asia, yang pada umumnya kurang efisien dalam penggunaan energi panas. Salah satu strategi untuk efisiensi energi dalam memasak nasi adalah melalui teknik pengolahan bahan. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan pengaruh NaCl terhadap kemampuan mentransfer dan menyimpan energi panas larutan karbohidrat murni dan campuran, kemudian diaplikasikan untuk efisiensi proses pemasakan nasi. Penelitian dilakukan dengan pengamatan kenaikan suhu selama proses pemanasan dan penurunan suhu selama proses pendiaman. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan penambahan NaCl pada berbagai konsentrasi tidak mempengaruhi kemampuan mentransfer tetapi cenderung menurunkan kemampuan menyimpan energi panas larutan karbohidrat. Penambahan NaCl 1% menyebabkan kemampuan menyimpan energi panas dari larutan karbohidrat dengan struktur molekul kompleks dan ukuran molekul besar lebih lama dibandingkan dengan larutan karbohidrat dengan struktur molekul sederhana dan ukuran molekul kecil. Hasil aplikasi menunjukkan bahwa penambahan larutan jeli 3,0% dengan penambahan NaCl 1% dalam proses pemasakan nasi mampu mencapai efisiensi energi sebesar 28,14% dan efisiensi waktu 20%. Proses pemasakan nasi paling efisien bisa dilakukan dengan pemanasan selama 18 menit dan pendiaman selama 7 menit dalam sistem bersekat.

1. Pendahuluan

Memasak nasi merupakan rutinitas dilakukan oleh sebagian besar masyarakat di Asia baik dalam skala

rumah tangga maupun usaha. Pada umumnya penggunaan energi panas dalam proses memasak nasi kurang efisien, karena banyak energi yang terbuang ke

lingkungan. Akibatnya proses pemasakan nasi membutuhkan energi lebih besar dan waktu lebih lama. Strategi dalam memasak nasi perlu disiapkan dalam upaya untuk efisiensi energi, antara lain jenis kompor dan sumber energi, desain dan jenis material peralatan memasak, serta teknik pemasakan nasi [1].

Strategi dari jenis kompor dan sumber energi bisa dilakukan dengan penggunaan kompor gas elpiji yang dapat menghasilkan nyala api biru yang menunjukkan tingkat energi panas lebih tinggi dibanding nyala api merah (rizki, 2008). Salah satu cara efisiensi agar kompor lebih efisien dilakukan dengan mengatur sirkulasi oksigen dan elpiji secara tepat pada sistem kompor. Desain dan jenis material pembentukan peralatan memasak juga mempengaruhi proses pengolahan bahan pangan contohnya panci Teflon yang memiliki polimer PTFE (Politetrafluoroetilen) pada lapisan permukaan, yang akan cepat mematangkan bahan pangan dibandingkan dengan panci biasa. Sehingga proses pematangan bahan pangan lebih cepat dibandingkan dengan panci biasa [2]. Peralatan memasak yang dibuat untuk efisiensi energi, contohnya adalah panci tekan. Tutup panci tekan yang berat menyebabkan uap tidak bisa keluar ke lingkungan, akibatnya suhu di sistem tetap tinggi dan tekanannya meningkat. Pengaruh dari tekanan dan suhu sistem tinggi inilah yang membuat bahan pangan matang tanpa pemanasan terus-menerus.

Dalam proses pengolahan pangan, bahan pangan selain berperan sebagai bahan yang diolah, juga berperan dalam mentransfer dan menyimpan energi panas. Memasak sayuran dengan penambahan garam merupakan peristiwa sehari-hari (empiris) yang menunjukkan bahwa pada saat memasak sayuran, garam dapur ditambahkan pada saat masakan setengah matang atau akhir masakan karena garam dapur selain dapat larut, garam yang bersifat konduktor akan mentransfer energi panas lebih cepat ke luar masakan, sehingga garam dapur akan menurunkan panas yang diterima masakan dari kompor sehingga tidak terjadi kematangan yang berlebih.

Selain berdasarkan pengalaman empiris dalam memasak sayuran dengan menambahkan garam, hasil uji pendahuluan yang dilakukan pada bahan pangan berbasis karbohidrat dan garam juga menunjukkan bahwa larutan karbohidrat mempunyai kemampuan dalam mentransfer dan menyimpan energi panas. Kemampuan mentransfer dan menyimpan energi panas dipengaruhi oleh struktur dan ukuran molekul. Larutan agar dan larutan jeli memiliki kemampuan transfer energi panas lebih baik daripada larutan tepung pati, larutan gula, dan larutan garam.

Berdasarkan fenomena dalam memasak sayuran dengan penambahan garam dapur, serta hasil pengujian pendahuluan dihipotesiskan bahwa sifat konduktor NaCl mampu menghantarkan panas (konduktor). Adanya korelasi pengaruh penambahan NaCl dengan struktur molekul, ukuran molekul, dan komponen larutan terhadap kemampuan mentransfer dan menyimpan panas. Untuk membuktikan hipotesis

tersebut, maka dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap larutan karbohidrat murni, dan larutan karbohidrat yang berupa campuran dengan penambahan NaCl. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah pengujian penentuan kemampuan mentransfer dan menyimpan panas larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl, serta aplikasi pada proses pemasakan nasi. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan pengaruh NaCl terhadap kemampuan mentransfer dan menyimpan energi panas larutan karbohidrat murni dan campuran, kemudian diaplikasikan untuk efisiensi proses pemasakan nasi.

2. Metode Penelitian

Pelarutan Bahan

Agar 2,5%, sukrosa 50%, glukosa 50%, dekstrin 3%, jeli 3%, dan amilum 2,5% ditambahkan dengan natrium klorida (NaCl) dengan variasi konsentrasi 1%; 5%; 10%; dan 20% kemudian diencerkan pada gelas beker volume 100 mL memakai akuades.

Kemampuan Mentransfer Energi Panas Larutan Karbohidrat dengan Penambahan NaCl

Larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditutup dengan sumbat yang telah terpasang termometer. Tabung reaksi dimasukkan ke dalam penangas air bersuhu 100 °C (gelas beaker 600 mL), kemudian dipanaskan di atas kompor listrik. Selanjutnya dilakukan pengamatan kenaikan suhu setiap 1 menit sampai suhu konstan, kemudian penangas air diangkat dari sumber panas.

Kemampuan Menyimpan Energi Panas Larutan Karbohidrat dengan Penambahan NaCl

Larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl setelah pemanasan, didinginkan pada suhu ruangan dengan sistem terbuka. Selanjutnya dilakukan pengamatan kenaikan suhu setiap 1 menit sampai suhu konstan.

Proses Pemasakan Nasi

Penambahan NaCl dalam Larutan Karbohidrat untuk Efisiensi Energi

Beras dan akuades dimasukkan dalam panci, dipanaskan pada kompor listrik sampai $\frac{3}{4}$ matang (berdasarkan hasil observasi), kemudian dilepaskan dari sumber panas. Selanjutnya air tajin diambil dan diganti dengan larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl panas (larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl terbaik yang diperoleh dari hasil uji mentransfer dan menyimpan energi panas sebelumnya). Dipanaskan kembali dengan variasi waktu waktu 8 menit, 10 menit, dan 15 menit, kemudian dilepaskan dari sumber panas dan ditempatkan pada termos modifikasi dengan sistem tertutup selama 20 menit. Diamati penurunan suhunya setiap 1 menit dan diamati kematangan dan cita rasa nasi.

Penambahan NaCl dalam Larutan Karbohidrat untuk Efisiensi Waktu

Beras dan air dimasukkan dalam panci, dipanaskan pada kompor listrik sampai $\frac{3}{4}$ matang (berdasarkan hasil observasi), kemudian dilepaskan dari sumber panas. Selanjutnya air tajin diambil dan diganti dengan larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl panas (larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl terbaik yang diperoleh dari hasil uji efisiensi energi). Pemanasan II dilakukan berdasarkan hasil uji dari efisiensi energi. Kemudian dilepaskan dari sumber panas dan ditempatkan pada termos modifikasi dengan sistem tertutup dengan variasi waktu, yaitu selama 5 menit, 7 menit, 10 menit, dan 15 menit. Diamati penurunan suhunya setiap menit dan diamati kematangan dan cita rasa nasi.

Penentuan Sistem Terbaik

Beras dan air dimasukkan dalam panci, dipanaskan pada kompor listrik sampai $\frac{3}{4}$ matang (berdasarkan hasil observasi), kemudian dilepaskan dari sumber panas. Selanjutnya air tajin diambil dan diganti dengan larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl panas (larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl terbaik yang diperoleh dari hasil uji efisiensi energi). Pemanasan II dilakukan berdasarkan hasil uji dari efisiensi energi. Kemudian dilepaskan dari sumber panas dan ditempatkan pada termos modifikasi dengan memvariasi sistem, yaitu meliputi:

1. Sistem bersekat, yaitu di dalam termos diberi sekat busa tahan panas pada setiap sisi dan juga penutup dari busa tahan panas
2. Sistem tertutup, yaitu hanya ditutup dengan busa tahan panas, dan
3. Sistem terbuka, yaitu dibiarkan di udara terbuka.

Waktu pendiaman dilakukan berdasarkan hasil dari uji efisiensi waktu. Diamati penurunan suhunya setiap menit dan diamati kematangan dan cita rasa nasi.

Penentuan Kadar Gula Pereduksi dengan Metode Nelson Somogyi [3]

Untuk membuktikan tingkat kematangan dari nasi yang telah ditambahkan larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl, dilakukan uji kadar gula pereduksi pada nasi sistem terbaik. Selain itu uji ini juga untuk membandingkan banyaknya kadar glukosa pada beras sebagai kontrol negatif, nasi matang pemasakan normal sebagai kontrol positif, nasi matang hasil uji terbaik dalam segi efisiensi energi, efisiensi waktu maupun sistem pada kondisi matang dan setengah matang. Pengujian dilakukan dengan reagen [3].

Preparasi Sampel

Sebanyak 100 g sampel nasi dihomogenasi dalam 50 mL akuades, kemudian disaring dengan menggunakan kain kasa. Larutan putih kental yang terbentuk diencerkan dalam 50 mL akuades panas, kemudian distirer sampai homogen. Larutan disentrifugasi pada 2000 rpm selama 15 menit. Supernatan yang terbentuk kemudian didiamkan selama 24 jam untuk menyempurnakan pengendapan. Pada beras, sebanyak

10 g beras dihomogenasi dengan 35 mL akuades. Perlakuan berikutnya sama seperti yang dilakukan pada sampel nasi.

Untuk mengetahui banyaknya kadar glukosa yang terkandung pada sampel nasi dan beras terlebih dahulu dilakukan pengukuran pada kurva standar glukosa yang telah diketahui konsentrasinya. Untuk kurva standar glukosa sebanyak 10mg glukosa dilarutkan dalam akuades sampai 100mL. Selanjutnya dari larutan glukosa tersebut dibuat pengenceran dengan variasi konsentrasi 2 : 4 : 6 : dan 8 mg/100mL.

Penentuan Kadar Gula Pereduksi

Sebanyak 0,1 mL larutan sampel ditambah akuades sampai 1,5 mL, kemudian ditambah 0,2 ml larutan $Ba(OH)_2$ 0,01 M dan 0,2 mL larutan $ZnSO_4$ 0,01 M, digojog dan disentrifuse pada 2000 rpm selama 15 menit. Sebanyak 1 mL supernatan dibubuhi 1 mL reagen Nelson-Soumogyi, lalu dipanaskan di dalam air mendidih selama 15 menit, kemudian dinginkan dalam air dingin. Setelah itu dibubuhi 1 mL reagen Arsenomolibdat dan dibiarkan selama 1 menit sampai semua endapan larut. Encerkan larutan hasil yang berwarna biru dalam akuades sampai 10 mL, kemudian ditentukan absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada $\lambda = 510$ nm. Prosedur yang sama juga dilakukan terhadap larutan standar glukosa.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Konsentrasi NaCl terhadap Kemampuan Mentransfer dan Menyimpan Energi Panas

Larutan karbohidrat yang mampu mentransfer dan menyimpan energi panas secara optimal adalah glukosa 50%, sukrosa 50%, dekstrin 3%, agar 2,5%, jeli 3%, dan amilum 2,5% yang kemudian dilakukan penambahan NaCl dalam variasi konsentrasi sehingga didapatkan kemampuan mentransfer (Tabel 1) dan menyimpan energi panas (Tabel 2).

Tabel 1. Kemampuan mentransfer energi panas larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl

Sampel	Waktu*(menit)				
	NaCl 0%	NaCl 1%	NaCl 5%	NaCl 10%	NaCl 20%
Glukosa 50%	4	4	3	4	4
Sukrosa 50%	3	4	5	4	4
Dekstrn 3,0%	5	4	5	4	4
Amilum 2,5%	4	5	5	4	5
Jeli 3,0%	4	4	4	4	4
Agar 2,5%	5	4	4	4	4

Keterangan: (*) waktu yang dibutuhkan sampel untuk mencapai suhu 98 °C selama pemanasan

Dari Tabel 1 diperoleh hasil bahwa penambahan NaCl dalam berbagai konsentrasi kurang mempengaruhi kemampuan larutan karbohidrat dalam mentransfer energi panas, terlihat dari waktu yang relatif sama yang dibutuhkan oleh sampel untuk mencapai suhu 98°C. Glukosa 50% dengan penambahan NaCl 5% mempunyai

kemampuan mentransfer energi panas paling baik dibandingkan dengan dengan sampel lain yang yang juga terdapat penambahan NaCl. Glukosa 50% memiliki struktur molekul yang sederhana dan ukuran molekul yang kecil serta adanya penambahan NaCl 5% yang memiliki sifat konduktor sehingga berakibat pada pencapaian suhu maksimum dari glukosa 50% dengan penambahan NaCl 5% lebih tinggi dan dengan waktu yang lebih cepat.

Tabel 2 Kemampuan meyimpan energi panas larutan karbohidrat dengan penambahan variasi konsentrasi NaCl

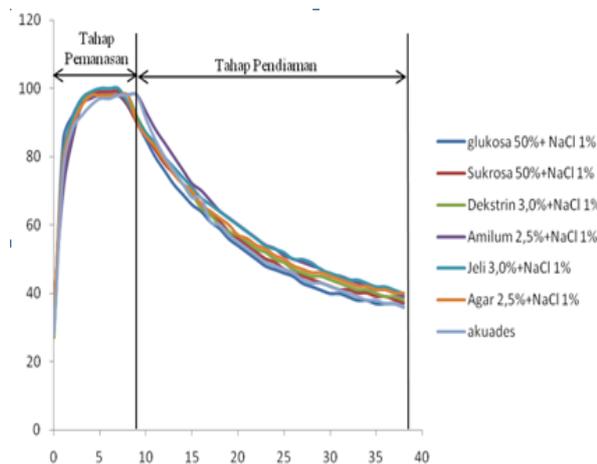
Sampel	Waktu*(menit)				
	NaCl 0%	NaCl 1%	NaCl 5%	NaCl 10%	NaCl 20%
Glukosa 50%	37	27	26	26	27
Sukrosa 50%	35	29	24	25	24
Dekstrn 3,0%	31	31	29	29	28
Amilum 2,5%	33	33	32	33	30
Jeli 3,0%	33	34	31	31	31
Agar 2,5%	34	32	29	28	27

Keterangan: (*) waktu yang dibutuhkan sampel untuk mencapai suhu 43 °C selama pendiaman

Dari Tabel 2 menunjukkan bahwa pengaruh penambahan NaCl dalam berbagai konsentrasi cenderung menurunkan kemampuan larutan karbohidrat dalam menyimpan energi panas. Semakin tinggi konsentrasi NaCl yang ditambahkan pada larutan karbohidrat, kemampuan menyimpan energi panasnya semakin rendah. Dari Tabel 2 diperoleh kemampuan optimal dalam menyimpan energi panas pada larutan karbohidrat dengan penambahan variasi konsentrasi NaCl yaitu NaCl dengan konsentrasi 1%.

Profil Energi Panas dalam Larutan Karbohidrat dengan Penambahan NaCl 1%

Profil energi panas merupakan grafik yang menggambarkan kondisi energi panas saat pemanasan ataupun pendiaman. Data-data yang diperoleh kemudian dikorelasikan dalam bentuk grafik, sehingga didapatkan profil energi panas dalam larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl 1% untuk tiap sampel pada konsentrasi optimum, seperti disajikan pada gambar 1.



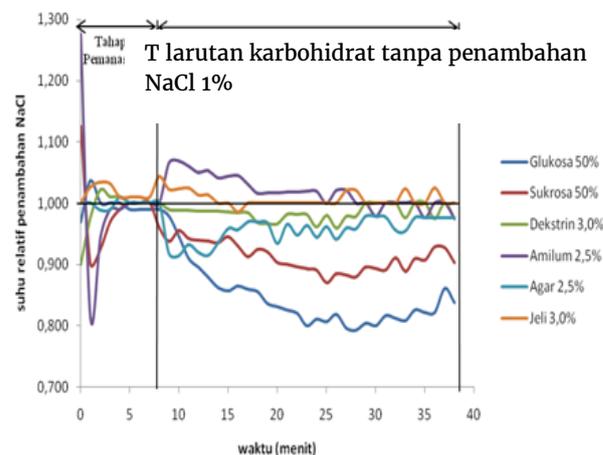
Gambar 1. Profil energi panas larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl 1%

Profil energi panas larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl 1% dari semua sampel digunakan untuk mengetahui larutan karbohidrat yang memiliki kemampuan mentransfer dan menyimpan energi panas terbaik. Data profil larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl 1% kurang dapat menjelaskan pengaruh NaCl 1% terhadap larutan karbohidrat, sehingga dari data pemanasan dan pendiaman larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl 1% dibuat relatif dengan data pemanasan dan pendiaman larutan karbohidrat yang dirumuskan seperti pada persamaan IV.2

$$T_{\text{relatif penambahan NaCl}} = \frac{T_{\text{larutankarbohidrat tanpa penambahan NaCl 1\%}}}{T_{\text{larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl 1\%}}}$$

Keterangan : T = Suhu (°C)

Profil suhu relatif penambahan NaCl dalam larutan karbohidrat disajikan pada gambar 2



Gambar 2 Profil suhu larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl 1% relatif terhadap suhu larutan karbohidrat tanpa NaCl

Profil relatif penambahan NaCl pada menit ke-0 menunjukkan suhu awal beberapa larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl 1% berada pada keadaan yang rendah yaitu dibawah angka 1,0 (glukosa 50%, dekstrin 3,0%, jeli 3,0%, dan agar 2,5%). Sedangkan sukrosa 50% dan amilum 2,5% berada diatas angka 1,0 yang berarti sukrosa 50% dan amilum 2,5% dengan penambahan NaCl 1% mempunyai profil energi panas lebih tinggi dibandingkan sukrosa 50% dan amilum 2,5% tanpa penambahan NaCl 1%. Pada saat larutan karbohidrat mulai dipanaskan, suhu larutan karbohidrat cenderung berada pada keadaan yang sama yaitu diantara angka 1,0 yang menandakan profil energi panas larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl dan tanpa penambahan NaCl dapat mencapai suhu optimum pemanasan yang sama.

Pada saat pendiaman yaitu mulai menit ke-9, larutan karbohidrat dijauhkan dari sumber panas sehingga beberapa larutan karbohidrat profilnya berada diatas angka 1,0 yaitu amilum 2,5% dan jeli 3,0% sedangkan larutan glukosa 50%, sukrosa 50%, dekstrin

3,0%, dan agar 2,5% memiliki profil energi panas yang rendah (dibawah 1,0). Hal ini dikarenakan pada larutan karbohidrat dengan struktur molekul yang kompleks dan ukuran molekul yang besar mempunyai pengaruh yang kecil terhadap penambahan NaCl. Tetapi pada pendiaman dengan waktu yang lebih lama, glukosa 50% dan sukrosa 50% mempunyai profil energi panas yang sangat drastis penurunannya. Hal ini dikarenakan struktur molekul yang sederhana dan ukuran molekul yang kecil serta adanya NaCl cenderung menurunkan kemampuan menyimpan energi panas. Sedangkan pada amilum 2,5%, dekstrin 3,0, agar 2,5%, dan jeli 3,0% pada saat pendiaman, profil energi panasnya stabil dan mendekati angka 1,0. Karena larutan karbohidrat dengan stuktur molekul yang kompleks dan ukuran molekul yang besar lebih baik dalam kemampuan menyimpan energi panas.

Kemampuan Larutan Karbohidrat dengan Penambahan NaCl 1% dalam Mentransfer Energi Panas

Kemampuan larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl 1% dalam mentransfer energi panas terbaik ditentukan berdasarkan waktu yang dibutuhkan oleh bahan untuk mencapai suhu maksimum. Berdasarkan hasil penelitian maka didapatkan kemampuan mentransfer energi panas larutan karbohidrat seperti disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kemampuan mentransfer energi panas larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl

Sampel	Waktu*(menit)	
	NaCl 0%	NaCl 1%
Glukosa 50%	4	4
Sukrosa 50%	3	4
Dekstrin 3,0%	5	4
Amilum 2,5%	4	5
Jeli 3,0%	4	4
Agar 2,5%	5	4

Keterangan: (*) waktu yang dibutuhkan sampel untuk mencapai suhu 98 °C selama pemanasan

Dari Tabel 3 terlihat bahwa adanya NaCl 1% dalam larutan karbohidrat cenderung kurang mempengaruhi dalam mentransfer energi panas. Hal tersebut dikarenakan NaCl mempunyai sifat konduktor pada saat pemanasan sehingga larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl kurang dapat menahan panas dalam larutan karbohidrat dan cenderung cepat keluar dari sistem ke lingkungan.

Kemampuan Larutan Karbohidrat dengan Penambahan NaCl 1% dalam Menyimpan Energi Panas

Kemampuan larutan karbohidrat dalam menyimpan energi panas ditentukan berdasarkan waktu terlama untuk mencapai suhu konstan tertinggi. Berdasarkan hasil penelitian maka urutan kemampuan menyimpan energi panas larutan karbohidrat disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kemampuan menyimpan energi panas larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl

Sampel	Waktu*(menit)	
	NaCl 0%	NaCl 1%
Glukosa 50%	37(VI)	27(VI)
Sukrosa 50%	35(V)	29(V)
Dekstrin 3,0%	31(IV)	31(IV)
Amilum 2,5%	33(III)	33(II)
Jeli 3,0%	33(II)	34 (I)
Agar 2,5%	34(I)	32(III)

Keterangan: (*) waktu yang dibutuhkan sampel untuk mencapai suhu 43 °C selama pendiaman

Dari data pada Tabel 4 terlihat pula bahwa, dengan adanya NaCl kemampuan menyimpan energi panasnya semakin rendah sehingga waktu menyimpan dari larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl juga semakin cepat. Hal tersebut dikarenakan NaCl mempunyai sifat konduktor sehingga NaCl dalam larutan karbohidrat cenderung melepaskan energi panas dari sistem ke lingkungan.

Jeli 3,0% dengan penambahan NaCl 1% memiliki kemampuan menyimpan energi panas paling baik dibandingkan larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl 1% lain yang memiliki struktur molekul kompleks dan ukuran molekul yang besar. Hal ini karena jeli 3,0% memiliki kemampuan membentuk gel pada saat didinginkan. Ketika didinginkan, molekul-molekul jeli mulai saling merapat, memadat, dan membentuk kisi-kisi yang mengurung molekul-molekul air, sehingga dapat terbentuk sistem koloid padat-cair [4](Belitz *et al*, 2004).

Proses Pemasakan Nasi

Penambahan NaCl 1% pada Larutan Karbohidrat untuk Efisiensi Energi

Penentuan larutan karbohidrat yang lebih efisien energi dalam pemasakan nasi didasarkan pada kemampuannya dalam mematangkan nasi dengan waktu paling cepat saat pemanasan kedua. Data mengenai pengukuran suhu ditampilkan pada Lampiran H. Berdasarkan penelitian maka didapatkan hasil pemasakan nasi dengan variasi waktu pemanasan kedua disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pemasakan nasi dengan variasi waktu pemanasan kedua

Larutan karbohidrat + NaCl 1% yang ditambahkan	Waktu pemanasan kedua (menit)	Hasil
Amilum 2,5%	8	Tidak matang
	10	Matang
	15	Matang
Agar 2,5%	8	Tidak matang
	10	Matang
	15	Matang
Jeli 3,0%	8	Matang
	10	Matang
	15	Matang

Hasil pengujian didapatkan larutan jeli 3,0% dengan penambahan NaCl 1% mampu mematangkan nasi pada pemanasan kedua selama 8 menit. Gel yang terbentuk dari jeli 3,0% menahan energi panas terlepas dari sistem, sehingga suhu sistem tetap tinggi. Penurunan suhu pun tidak terlalu drastis, sehingga energi panas dapat digunakan untuk mematangkan nasi, data mengenai hal ini disajikan pada lampiran H.3.1. Energi panas dari sistem tidak cepat lepas ke lingkungan karena terlindungi oleh termos, sehingga suhu sistem cukup tinggi dan tertahan cukup lama. Salah satu profil efisiensi energi adalah profil efisiensi energi pada semua larutan karbohidrat yang disajikan pada gambar 3.

Untuk menentukan larutan karbohidrat yang lebih efisien energi dilakukan dengan menghitung kebutuhan energi listrik (kompor) untuk mematangkan nasi pada tahap pemanasan yang disajikan pada Lampiran I. Kebutuhan energi listrik untuk mematangkan nasi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kebutuhan energi listrik untuk mematangkan nasi

Pemasakan nasi (matang)	Waktu pemanasan total* (menit)	Energi listrik terpakai (kwh)	Efisiensi Energi (%)
Penambahan Agar 2,5%+NaCl 1%	10	0,133	20,36
Penambahan Amilum 2,5%+NaCl 1%	10	0,133	20,36
Penambahan Jeli 3,0%+NaCl 1%	8	0,12	28,14

Keterangan: (*) Waktu pemanasan total adalah pemanasan I+pemanasan II

Berdasarkan Tabel 6 penambahan larutan jeli 3,0% dengan penambahan NaCl 1% pada pemanasan II selama 8 menit merupakan pemanasan lebih efisien energi, yaitu sebesar 28,14% dibandingkan dengan pemanasan normal.

Penambahan NaCl 1% pada Jeli 3,0% dengan untuk Efisiensi Waktu

Penentuan larutan karbohidrat yang lebih efisien energi dalam pemasakan nasi didasarkan pada kemampuannya dalam mematangkan nasi dengan waktu paling cepat saat pendiaman. Berdasarkan penelitian maka didapatkan hasil pemasakan nasi dengan variasi waktu pendiaman disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil pemasakan nasi dengan variasi waktu pendiaman

Waktu pendiaman (menit)	Hasil
5	Tidak matang
7	Tidak matang
10	Matang
15	Matang

Dari Tabel 7 dapat disimpulkan semakin lama waktu pendiaman nasi akan matang.

Untuk menentukan larutan karbohidrat dengan penambahan NaCl 1% yang lebih efisien waktu dilakukan dengan menghitung berapa lama waktu yang digunakan untuk mematangkan nasi pada tahap pendiaman yang disajikan pada Lampiran K. Efisiensi waktu untuk mematangkan nasi disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Efisiensi waktu untuk mematangkan nasi

Waktu pemasakan total* (menit)	Efisiensi waktu (%)
35 (pemasakan normal dengan pendiaman 20 menit)	0
28 (pendiaman selama 10 menit)	20
33 (pendiaman selama 15 menit)	5,71
38 (pendiaman selama 20 menit)	-8,57

Keterangan: (*) Waktu pemanasan total adalah pemanasan I+pemanasan II

Berdasarkan Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa dengan pemasakan nasi dengan penambahan NaCl 1% pada larutan jeli pada pendiaman selama 10 menit merupakan waktu memasak yang lebih efisien, yaitu sebesar 20% dibandingkan pemasakan normal.

Penentuan Sistem Terbaik dalam Proses Pemasakan Nasi

Penentuan sistem terbaik dalam pemasakan nasi sama seperti pada penentuan efisiensi waktu, yaitu didasarkan pada kemampuannya dalam mematangkan nasi dengan waktu paling cepat saat pendiaman. Hasil yang diperoleh adalah nasi matang pada saat ditempatkan pada sistem bersekat dan tertutup, sementara pada sistem terbuka nasi tidak matang. Hal ini disebabkan karena pada sistem terbuka energi panas dari sistem langsung lepas ke lingkungan, sehingga energi panas akan cepat turun, akibatnya nasi belum matang. Data mengenai pengukuran suhu disajikan pada Lampiran L.

Untuk menguji kematangan dilakukan dengan metode organoleptik. Dari segi tingkat kematangan, sistem bersekat lebih matang daripada yang lain. Dari hasil yang didapatkan, disimpulkan bahwa sistem bersekat merupakan sistem terbaik untuk memasak nasi.

Kematangan nasi dari hasil penentuan sistem terbaik juga diuji dengan menggunakan metode [3]Nelson-Somogyi, yang bisa diketahui dari konsentrasi gula pereduksi yang terukur. Pada saat proses pemasakan nasi, pati atau amilum yang terkandung didalamnya akan terhidrolisis menjadi gula pereduksi (salah satunya glukosa) karena adanya pemanasan. Pengujian dilakukan pada nasi matang dan setengah matang hasil penentuan sistem terbaik, dan sebagai kontrol positif menggunakan nasi matang hasil pemasakan normal, sedangkan kontrol negatif menggunakan beras. Dari hasil pengukuran (Lampiran N) diperoleh nasi matang hasil penentuan sistem terbaik mengandung gula pereduksi paling besar

dibandingkan yang lain, yaitu 0,423 mg/100 mL. Hal ini membuktikan bahwa kondisi pemasakan untuk nasi matang mampu menghidrolisis polisakarida lebih baik dibandingkan kondisi pemasakan sampel yang lain.

4. Kesimpulan

Penambahan NaCl pada berbagai konsentrasi tidak mempengaruhi kemampuan mentransfer, tetapi cenderung menurunkan kemampuan menyimpan energi panas larutan karbohidrat. Penambahan NaCl 1% menyebabkan kemampuan menyimpan energi panas dari larutan karbohidrat dengan struktur molekul kompleks dan ukuran molekul besar lebih lama dibandingkan dengan larutan karbohidrat dengan struktur molekul sederhana dan ukuran molekul kecil. Efisiensi energi 28,14% dan waktu 20% bisa dicapai pada proses pemasakan nasi dengan penambahan jeli 3,0% dan NaCl 1%. Proses pemasakan nasi yang paling efisien bisa dilakukan dengan pemanasan total 18 menit dan pendiaman selama 7 menit dalam sistem bersekat.

5. Daftar Pustaka

- [1] Matthew J. Taylor, Biomass in the borderlands: charcoal and firewood production in Sonoran Ejidos, *Journal of the Southwest*, 48, 1, (2006) 63-90.
- [2] Roy J. Plunkett, The History of Polytetrafluoroethylene: Discovery and Development, in: R.B. Seymour, G.S. Kirshenbaum (Eds.) *High Performance Polymers: Their Origin and Development: Proceedings of the Symposium on the History of High Performance Polymers at the American Chemical Society Meeting held in New York, April 15-18, 1986*, Springer Netherlands, Dordrecht, 1986, pp. 261-266.
- [3] Michael Somogyi, A new reagent for the determination of sugars, *Journal of Biological Chemistry*, 160, (1945) 61-68.
- [4] HD Belitz, W Grosch, P Schieberle, *Food Chemistry*, 3rd revised English edition, in, Springer, Berlin, 2004.