

**PENGARUH KONSENTRASI NATRIUM SITRAT DAN LAMA
PENGERINGAN BEKU (*FREEZE DRYING*) TERHADAP
KARAKTERISTIK NASI (*Oryza sativa L.*) INSTAN**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Pasundan**

**Oleh
TANIA SALSABILLA JASMINE
213020128**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
2025**

ABSTRAK

PENGARUH KONSENTRASI NATRIUM SITRAT DAN LAMA PENGERINGAN BEKU (*FREEZE DRYING*) TERHADAP KARAKTERISTIK NASI (*Oryza sativa L.*) INSTAN

Oleh
Tania Salsabilla Jasmine
NIM : 213020128
(Program Studi Teknologi Pangan)

Sebagai masyarakat Indonesia dengan makanan pokok beras, tentu sangat penting dalam kebutuhan sehari-harinya. Tuntutan kebutuhan yang serba cepat, tanpa mengesampingkan gaya hidup sehat, ini maka dibutuhkan produk instan dan sehat. Oleh karena itu dibuatlah nasi instan yang diproduksi dengan adanya nilai tambah dari berkurangnya kandungan gula reduksi pada nasi instan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku (*freeze drying*) terhadap karakteristik nasi (*Oryza sativa L.*) instan. Metode yang digunakan yaitu metode RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan perlakuan yang diberikan meliputi tiga taraf konsentrasi natrium sitrat (3, 5, dan 7%) dan empat taraf lama pengeringan beku (10, 14, 18, dan 22 jam).

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisik dan kimia, sedangkan pada organoleptik nasi instan tidak berpengaruh nyata. Pada densitas kamba didapatkan hasil 0,25-0,39 g/mL. Pada daya serap air didapatkan hasil 70,604-75,939%. Pada rasio pengembangan didapatkan hasil 94,494-102,874%. Pada waktu rehidrasi didapatkan hasil 1,510-5,250 menit. Pada kadar air didapatkan hasil 0,498-1,195%. Pada gula reduksi didapatkan hasil 4,911-6,415%.

Konsentrasi natrium sitrat yang semakin tinggi cenderung meningkatkan porositas nasi sehingga mempercepat waktu rehidrasi dan meningkatkan daya serap air. Pengeringan beku yang semakin lama menurunkan kadar air dan gula reduksi, dan menghasilkan nasi instan mirip dengan nasi segar. Perlakuan terbaik diperoleh pada natrium sitrat 5% dan dengan lama pengeringan beku 10 dan 22 jam yang menurunkan kadar gula reduksi sebesar 20,418 %. lama pengeringan beku 18 jam yang menghasilkan nasi instan dengan waktu rehidrasi cepat, kadar air rendah.

Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan natrium sitrat dan metode pengeringan beku dapat meningkatkan kualitas nasi instan sehingga berpotensi dikembangkan sebagai produk pangan praktis dan rendah gula di masa depan.

Kata kunci: nasi instan, natrium sitrat, pengeringan beku

ABSTRACT

THE EFFECT OF SODIUM CITRATE CONCENTRATION AND FREEZE DRYING DURATION ON THE CHARACTERISTICS OF INSTANT RICE (*Oryza sativa* L.)

By

Tania Salsabilla Jasmine

NIM : 213020128

(Study Program of Food Technology)

As Indonesians, where rice is the staple food, it is certainly very important in daily needs. With the demands for fast and practical food without neglecting a healthy lifestyle, instant and healthy products are needed. Therefore, instant rice was developed with added value through the reduction of reducing sugar content in the instant rice.

*This study aims to determine the effect of sodium citrate concentration and freeze drying duration on the characteristics of instant rice (*Oryza sativa* L.). Treatments included of sodium citrate concentration (3, 5, and 7%) and freeze drying times (10, 14, 18, and 22 hours).*

The results showed that sodium citrate concentration and freeze drying time significantly affected the physical and chemical characteristics, while the organoleptic properties of the instant rice were not significantly affected. The bulk density 0.25-0.39 g/mL. Water absorption capacity 70.604-75.939%. Rehydration ratio 94.494-102.874%. Rehydration time 1.510-5.250 minutes. Moisture content 0.498-1.195%. Reducing sugar content 4.911-6.415%.

Increasing sodium citrate concentration tended to increase the porosity of the rice, thus accelerating rehydration time and increasing water absorption capacity. Longer freeze drying time decreased moisture and reducing sugar content, producing instant rice similar to fresh rice. The best treatment was obtained with 5% sodium citrate and freeze drying times of 10 and 22 hours, which reduced reducing sugar content by 20.418%. A freeze drying time of 18 hours resulted in instant rice with quick rehydration time and low moisture content.

These results indicate that the use of sodium citrate and freeze drying methods can improve the quality of instant rice, making it potentially developed as a practical and low-sugar food product in the future.

Keywords: instant rice, sodium citrate, freeze drying

**PENGARUH KONSENTRASI NATRIUM SITRAT DAN LAMA
PENGERINGAN BEKU (*FREEZE DRYING*) TERHADAP
KARAKTERISTIK NASI (*Oryza sativa L.*) INSTAN**

Oleh :
TANIA SALSABILLA JASMINE
NPM : 213020128
(Program Studi Teknologi Pangan)

Fakultas Teknik
Universitas Pasundan

Menyetujui

Pembimbing



(Prof. Dr. Ir. Wisnu Cahyadi, M.Si)

**PENGARUH KONSENTRASI NATRIUM SITRAT DAN LAMA
PENGERINGAN BEKU (*FREEZE DRYING*) TERHADAP
KARAKTERISTIK NASI (*Oryza xsativa L.*) INSTAN**

Oleh :

TANIA SALSABILLA JASMINE

NPM : 213020128

Menyetujui :

Koordinator Akademik, Tugas Akhir, Kerja Praktek dan Kemahasiswaan

Program Studi Teknologi Pangan

Fakultas Teknik Universitas Pasundan

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'R' followed by a horizontal line extending to the right.

(Rizal Maulana Ghaffar, S.T., M.T.)

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Fakultas dan Universitas, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Pasundan. Referensi ke pustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat di tulis dalam bahasa Indonesia sebagai berikut:

Jasmine, T.S., Cahyadi, W., Risdianto, D. & Yelliantty (2025) : Pengaruh Perbandingan Konsentrasi Natrium Sitrat Dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Karakteristik Nasi (*Oriza sativa L.*) Instan, Tugas Akhir. Program Sarjana, Universitas Pasundan

dan dalam bahasa Inggris sebagai berikut :

Jasmine, T.S., Cahyadi, W., Risdianto, D. & Yelliantty (2025) : *The Effect of Sodium Citrate Concentration and Freeze-Drying Duration on the Characteristics of Instant Rice (Oryza sativa L.)*, Bachelor's Thesis, Pasundan University.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tugas akhir haruslah seizin Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasundan.

*Dipersembahkan kepada orang tua, adik kakak, serta keluarga besarku tercinta
yang senantiasa mendukung lahir dan batin.*

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkah rahmat dan karunia-Nya. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “PENGARUH KONSENTRASI NATRIUM SITRAT DAN LAMA PENGERINGAN BEKU (*FREEZE DRYING*) TERHADAP KARAKTERISTIK NASI (*Oryza sativa L.*) INSTAN”. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menempuh program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan. Tugas Akhir ini tidak mungkin terwujud tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Wisnu Cahyadi M.Si, selaku pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, saran, dan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir
2. Dr. Ir. Dian Risdianto, M.T. selaku dosen penguji I yang telah memberikan saran dan masukan, memberikan ilmu yang insyaAllah sangat bermanfaat bagi penulis.
3. Yelliantty, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji II yang telah memberikan saran dan masukan, memberikan ilmu yang insyaAllah sangat bermanfaat bagi penulis.
4. Kedua orang tua Wawan Hendrawan dan Diana Anggraeni serta Kakak Mochammad Yahya Eka Pratama, dan Adik-adik Mochammad Keanu Athaya Fadhli, Jihan Aulia Khansa yang selalu memberi dukungan kepada penulis, baik berupa doa, materi, dan motivasi selama penulisan proposal usulan penelitian.
5. Para orang terdekat yang selalu mendukung penulis dalam penulisan proposal usulan penelitian, selalu membangun semangat yang sangat

berarti bagi penulis yaitu Radita Wahyuni, Raisa Fitria Warnedi, Amanda Agisti Putri Gunawan, dan Muhammad Irfan Thammy.

6. Para sahabat Ghaida Nur Firdausya, Putri Nurul Adhia, Nira Hasmala Dewi, Melvin Dame Ria Rajagukguk, Nabiilah Iftinaan Landau, dan Dina Nurassyfa Dwi Kurnia yang selalu bersama sejak masa kuliah baik dalam hal akademik maupun non akademik serta selalu mendukung penulis selama penulisan proposal seminar usulan penelitian.
7. Rekan-rekan Pengurus Perpustakaan Mahasiswa Teknologi Pangan (PMTP), yang selalu mendukung penulis dalam penulisan proposal usulan penelitian ini, khususnya para rekan terdekat Mahda Erlani Natasya, Shinta Nur Zakiah, Najmi Fathul Zahra, dan Putri Nurul Adhia.
8. Rekan-rekan satu bimbingan yaitu Mahda Erlani Natasya, Nadia Tri Naifa, Putri Agustine, dan Jaka Sanzika yang selalu saling menyemangati, berbagi ilmu dan berjuang bersama selama penulisan proposal usulan penelitian.
9. Terakhir saya menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada diri saya sendiri. Terima kasih telah bertahan, terus berjuang, dan tidak menyerah meskipun dihadapkan pada berbagai rintangan, tekanan, dan rasa lelah yang datang silih berganti. Terima kasih telah percaya bahwa proses ini akan terlewati, dan membuktikan bahwa segala usaha, air mata, dan waktu yang dicurahkan bukanlah hal yang sia-sia. Terima kasih karena telah memilih untuk menyelesaikan apa yang sudah dimulai.

Akhir kata, penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam proposal ini. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran yang membangun dari para pembaca guna perbaikan di masa yang akan datang. Semoga proposal usulan penelitian ini bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi semua pihak yang membacanya.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	4
1.3. Maksud dan Tujuan penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Kerangka Pemikiran	5
1.6. Hipotesis Penelitian	11
1.7. Tempat dan Waktu Penelitian	11
II. TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1. Beras	12
2.2. Nasi Instan	15
2.3. Natrium Sitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$)	17
2.4. <i>Freeze drying</i>	19
III. METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1. Bahan dan alat	24
3.1.1. Bahan Penelitian	24
3.1.2. Alat Penelitian	24
3.2. Metode Penelitian	25
3.2.1. Penelitian Pendahuluan	25
3.2.2. Penelitian Utama	25
3.2.3. Rancangan Perlakuan	25
3.2.4. Rancangan Percobaan	26
3.2.5. Rancangan Analisis	27

3.2.6.	Rancangan Respon	28
3.3.	Prosedur Penelitian	28
3.3.1.	Proses Pembuatan Nasi Instan	29
3.3.2.	Diagram Alir Penelitian Pendahuluan.....	31
3.3.3.	Diagram Alir Pembuatan Larutan Natrium Sitrat	32
3.3.4.	Diagram Alir Proses Pembuatan Nasi Instan	33
3.3.3.	Diagram Alir Implementasi Nasi Instan Berbumbu.....	34
3.4.	Jadwal Penelitian	35
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1.	Hasil Penelitian Pendahuluan	36
4.2.1.	Pembuatan Larutan Natrium Sitrat.....	36
4.2.2.	Pengujian Kadar Gula Reduksi	37
4.2.	Hasil Penelitian Utama	39
4.2.1.	Respon Fisik.....	40
4.2.2.	Respon Kimia.....	48
4.2.3.	Respon Organoleptik.....	55
4.3.	Standar Operasional Prosedur	61
4.3.1.	Standar Operasional Prosedur Pembuatan Nasi Instan	61
4.3.2.	Standar Operasional Prosedur Pembuatan Nasi Instan Berbumbu .	63
4.3.3.	Standar Operasional Prosedur Rehidrasi Nasi Instan	65
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
5.1.	Kesimpulan.....	66
5.2.	Saran	66
	DAFTAR PUSTAKA	68
	LAMPIRAN.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi Kimia Beras Putih (<i>Milled rice</i>).....	13
Tabel 2. Spesifikasi Persyaratan Mutu Beras	13
Tabel 3. Deskripsi Padi Varietas Pandanwangi	14
Tabel 4. Perbandingan Nasi Instan dengan Beras Biasa	16
Tabel 5. Rancangan Percobaan Faktorial	26
Tabel 6. Kelompok Ulangan Rancangan Percobaan	26
Tabel 7. Analisis Variansi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Karakteristik Nasi Instan.....	27
Tabel 8. Jadwal Penelitian.....	35
Tabel 9. Hasil Pengujian Pendahuluan Kadar Gula Reduksi	37
Tabel 10. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Densitas Kamba (g/50 mL)	40
Tabel 11. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Daya Serap Air (%)	42
Tabel 12. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Rasio Pengembangan (%)	45
Tabel 13. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Waktu Rehidrasi (menit).....	46
Tabel 14. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Kadar Air (%)	48
Tabel 15. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Gula Pereduksi (%)	50
Tabel 16. Penurunan Kadar Gula Reduksi nasi instan dibandingkan dengan nasi pemasakan rice cooker biasa	51
Tabel 17. Penurunan Kadar Gula Reduksi dibandingkan dengan nasi pemasakan rice cooker low carbo tanpa perendaman	52
Tabel 18. Penurunan Kadar Gula Reduksi dibandingkan dengan nasi instan sebelum pengeringan beku dan setelah pengeringan beku.....	53
Tabel 19. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Respon Organoleptik Atribut Warna	55
Tabel 20. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Respon Organoleptik Atribut Aroma.....	57
Tabel 21. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Respon Organoleptik Atribut Tekstur.....	58
Tabel 22. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Respon Organoleptik Atribut Rasa	60
Tabel 23. Tabel Formulir Uji Organoleptik Mutu Hedonik Nasi Instan	79
Tabel 24. Kebutuhan Sampel	80
Tabel 25. Kebutuhan Alat Penelitian.....	80

Tabel 26. Kebutuhan Analisis Penelitian	80
Tabel 27. Hasil Analisis Gula Pereduksi Penelitian Pendahuluan	83
Tabel 28. Tabel Ekivalen natrium tiosulfat	84
Tabel 29. Data Hasil Analisis Densitas Kamba.....	85
Tabel 30. Data Pengujian Analisis Densitas Kamba	86
Tabel 31. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Densitas Kamba.....	88
Tabel 32. Uji Lanjut Duncan Analisis Respon Fisik Densitas Kamba.....	89
Tabel 33. Uji Lanjut Duncan untuk Taraf N1 terhadap faktor L	90
Tabel 34. Uji Lanjut Duncan untuk Taraf N2 terhadap faktor L	90
Tabel 35. Uji Lanjut Duncan untuk Taraf N3 terhadap faktor L	90
Tabel 36. Uji Lanjut Duncan untuk Taraf L1 terhadap faktor N.....	91
Tabel 37. Uji Lanjut Duncan untuk Taraf L2 terhadap faktor N.....	91
Tabel 38. Uji Lanjut Duncan untuk Taraf L3 terhadap faktor N.....	91
Tabel 39. Uji Lanjut Duncan untuk Taraf L4 terhadap faktor N.....	91
Tabel 40. Interaksi Dwi Arah antara Faktor N dan Faktor L terhadap Densitas Kamba.....	92
Tabel 41. Data dengan Standar Deviasi	92
Tabel 42. Data Pengujian Analisis Rasio Pengembangan	93
Tabel 43. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Rasio Pengembangan	94
Tabel 44. Uji Lanjut Duncan Analisis Respon Fisik Rasio Pengembangan	95
Tabel 45. Interaksi Dwi Arah antara Faktor N dan Faktor L terhadap Rasio Pengembangan.....	96
Tabel 46. Data dengan Standar Deviasi	96
Tabel 47. Data Pengujian Analisis Daya Serap Air.....	98
Tabel 48. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Daya Serap Air	98
Tabel 49. Uji Lanjut Duncan Analisis Respon Fisik Daya Serap Air	100
Tabel 50. Interaksi Dwi Arah antara Faktor N dan Faktor L terhadap Daya Serap Air.....	101
Tabel 51. Data dengan Standar Deviasi	101
Tabel 52. Data Ratio Rehidrasi	102
Tabel 53. Data Pengujian Analisis Waktu Rehidrasi.....	103
Tabel 54. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Waktu Rehidrasi	103
Tabel 55. Uji Lanjut Duncan Analisis Respon Fisik Waktu Rehidrasi	105
Tabel 56. Interaksi Dwi Arah antara Faktor N dan Faktor L terhadap Waktu Rehidrasi.....	106
Tabel 57. Data dengan Standar Deviasi	106
Tabel 58. Data Pengujian Analisis Kadar Air.....	107
Tabel 59. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Kadar Air	108
Tabel 60. Uji Lanjut Duncan Analisis Respon Kimia Kadar Air	109
Tabel 61. Interaksi Dwi Arah antara Faktor N dan Faktor L terhadap Kadar Air	110
Tabel 62. Data dengan Standar Deviasi	110
Tabel 63. Data Pengujian Analisis Gula Reduksi.....	111
Tabel 64. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Gula Reduksi	111

Tabel 65. Uji Lanjut Duncan Analisis Respon Kimia Gula Reduksi	113
Tabel 66. Interaksi Dwi Arah antara Faktor N dan Faktor L terhadap Gula Reduksi	114
Tabel 67. Data dengan Standar Deviasi	114
Tabel 68. Data Hasil Pengamatan Respon Organoleptik Atribut Warna (Ulangan 1)	115
Tabel 69. Data Hasil Pengamatan Respon Organoleptik Atribut Warna (Ulangan 2)	116
Tabel 70. Data Asli Pengujian Organoleptik Atribut Warna	117
Tabel 71. Data Transformasi Pengujian Organoleptik Atribut Warna.....	118
Tabel 72. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Organoleptik Warna.....	118
Tabel 73. Data dengan Standar Deviasi	119
Tabel 74. Data Asli Pengujian Organoleptik Atribut Aroma.....	120
Tabel 75. Data Transformasi Pengujian Organoleptik Atribut Aroma	121
Tabel 76. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Analisis Organoleptik Aroma	121
Tabel 77. Data dengan Standar Deviasi	122
Tabel 78. Data Asli Pengujian Organoleptik Atribut Tekstur Pulen.....	123
Tabel 79. Data Transformasi Pengujian Organoleptik Atribut Tekstur Pulen.....	124
Tabel 80. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Analisis Organoleptik Tekstur Pulen	124
Tabel 81. Data dengan Standar Deviasi	125
Tabel 82. Data Asli Pengujian Organoleptik Atribut Rasa.....	126
Tabel 83. Data Transformasi Pengujian Organoleptik Atribut Rasa	127
Tabel 84. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Analisis Organoleptik Rasa	127
Tabel 85. Data dengan Standar Deviasi	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Beras.....	12
Gambar 2. Natrium Sitrat.....	17
Gambar 3. Struktur Natrium Sitrat.....	18
Gambar 4. <i>Freeze dryer</i>	21
Gambar 5. Tripel Air	21
Gambar 6. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan.....	31
Gambar 7. Diagram Alir Pembuatan Larutan Natrium Sitrat	32
Gambar 8. Diagram Alir Pembuatan Nasi Instan Ready to cook.....	33
Gambar 9. Diagram Alir Implementasi Nasi Instan Berbumbu	34
Gambar 10. Pembuatan Larutan Natrium Sitrat 3%, 5%, dan 7%.....	37
Gambar 11. nasi instan (<i>oven</i>).....	39
Gambar 12. nasi instan (<i>freeze drying</i>)	39
Gambar 13. Langkah Pengacakan Rancangan Percobaan	74
Gambar 14. Penempatan Perlakuan Pada Layout Rancangan Percobaan.....	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Rancangan Percobaan Penelitian	73
Lampiran 2. Penentuan Layout Rancangan Perlakuan	74
Lampiran 3. Analisis Densitas Kamba	75
Lampiran 4. Analisis Daya Serap Air	75
Lampiran 5. Analisis Rasio Pengembangan	76
Lampiran 6. Analisis Waktu Rehidrasi	76
Lampiran 7. Analisis Kadar Air Metode Gravimetri	77
Lampiran 8. Analisis Gula Reduksi Metode Luff Schoorl	78
Lampiran 9. Formulir Uji Organoleptik Mutu Hedonik Nasi Instan	79
Lampiran 10. Perhitungan Kebutuhan Sampel	80
Lampiran 11. Kebutuhan Bahan Penelitian	80
Lampiran 12. Kebutuhan Analisis Penelitian	80
Lampiran 13. Perhitungan Pembuatan Larutan Natrium Sitrat	81
Lampiran 14. Dokumentasi Pembuatan Larutan Natrium Sitrat	81
Lampiran 15. Perhitungan Kadar Gula Reduksi Penelitian Pendahuluan	82
Lampiran 16. Hasil Analisis Gula Pereduksi Pendahuluan	83
Lampiran 17. Tabel Luff Schoorl	84
Lampiran 18. Dokumentasi Pengujian Kadar Gula Reduksi Penelitian Pendahuluan	85
Lampiran 19. Perhitungan Analisis Densitas Kamba	85
Lampiran 20. Perhitungan Analisis Rasio Pengembangan	93
Lampiran 21. Perhitungan Analisis Daya Serap Air	97
Lampiran 22. Perhitungan Analisis Waktu Rehidrasi	102
Lampiran 23. Perhitungan Analisis Kadar Air	107
Lampiran 24. Perhitungan Analisis Gula Reduksi	111
Lampiran 25. Data Hasil Respon Organoleptik Warna Nasi Instan	115
Lampiran 26. Data Hasil Respon Organoleptik Aroma Nasi Instan	120
Lampiran 27. Data Hasil Respon Organoleptik Tekstur Pulen Nasi Instan	123
Lampiran 28. Data Hasil Respon Organoleptik Rasa Nasi Instan	126
Lampiran 29. Perhitungan Kadar Gula Reduksi Nasi Instan Kering Formulasi (N2L3)	129
Lampiran 30. Dokumentasi Proses Pembuatan Nasi Instan	131
Lampiran 31. Dokumentasi Analisis Nasi Instan	132

I. PENDAHULUAN

Bab ini akan menguraikan mengenai : (1.1) Latar Belakang, (1.2) Identifikasi Masalah, (1.3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (1.4) Manfaat Penelitian, (1.5) Kerangka Penelitian, (1.6) Hipotesis Penelitian, (1.7) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1. Latar Belakang

Manusia membutuhkan tiga kebutuhan pokok menurut teori hierarki kebutuhan Maslow dikutip dari Oktavia (2010), yaitu sandang, pangan, dan papan. Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia yang harus selalu tersedia dan mudah diakses. Indonesia, sebagai negara dengan kekayaan budaya dan hasil alam yang bervariasi di setiap daerah, memiliki potensi besar dalam menghasilkan aneka produk pangan. Salah satu komoditas utama yang menjadi makanan pokok di Indonesia adalah beras.

Beras merupakan makanan pokok yang berasal dari tanaman padi (*Oryza sativa L.*) yang salah satunya menghasilkan varietas beras putih. Beras putih umumnya diolah menjadi nasi dan hampir 97% masyarakat Indonesia menjadikan beras sebagai makanan pokok utama, hal tersebut menunjukkan bahwa masyarakat Indonesia sangat membutuhkan beras sebagai kebutuhan pokok pangan, dan produksi beras di Indonesia.

Produksi padi di Indonesia tahun 2024 mencapai sekitar 53,14 juta ton GKG (Gabah Kering Giling), dan konsumsi pangan penduduk mencapai rata-rata konsumsi beras 30,34 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2025). Hal tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan beras di Indonesia sudah cukup memenuhi kebutuhan tahunannya.

Saat ini, produksi nasi instan di Indonesia masih terbatas, sebagian produk yang beredar di pasaran berasal dari impor, terutama dari negara Asia Timur

yang lebih dahulu mengembangkan inovasi pangan berbasis beras. Di sisi lain, Indonesia belum memanfaatkan potensi ekspor nasi instan secara maksimal, meskipun permintaan global terhadap makanan praktis terus meningkat.

Dengan kapasitas produksi beras nasional yang tinggi, Indonesia bisa memiliki peluang besar untuk memproduksi nasi instan secara lokal dan menjadikannya komoditas ekspor. Ketersediaan bahan baku yang melimpah dan preferensi pasar global terhadap produk instan berbasis pangan menjadikan nasi instan buatan Indonesia berpotensi bersaing di pasar internasional.

Seiring perubahan gaya hidup modern, kebutuhan akan makanan praktis, makanan cepat saji, dan persiapan yang mudah semakin dibutuhkan. Nasi instan menjadi salah satu alternatif solusi yang banyak diminati. Inovasi ini memberikan kemudahan dalam penyajian sekaligus membuka peluang modifikasi pada proses produksi beras menjadi nasi.

Pembuatan nasi instan meliputi pencucian dan perendaman, pemasakan nasi, pembekuan dan pengeringan. Perendaman dengan penambahan natrium sitrat guna diperoleh nasi instan yang *porous* (Banurea et al ., 2020). Penggunaan natrium sitrat sebagai bahan perendam dapat meningkatkan rasio rehidrasi, hal ini disebabkan karena perendaman dalam natrium sitrat menyebabkan struktur protein rusak dan mengakibatkan terjadinya sifat *porous* sehingga meningkatkan rasio rehidrasi dengan kata lain struktur protein yang lebih terbuka, beras yang telah direndam natrium sitrat memiliki waktu rehidrasi yang lebih singkat dan densitas kamba yang lebih rendah. (Hoseney, 1998).

Selain itu juga perendaman dalam larutan natrium sitrat dapat memberikan hasil yang baik untuk waktu rehidrasi, penyerapan air dan pengembangan volume bahan (Mulyana, 1988).

Pada proses pembuatan nasi instan salah satu tahapan yang diperlukan yaitu proses pengeringan, pengeringan merupakan salah satu tahapan penting untuk menghilangkan kandungan air di dalam nasi sehingga menjadi produk kering. Pada proses pengeringan terjadi perpindahan panas dan massa yang akan merubah struktur makanan baik secara fisik maupun kimia tergantung dari metode pengeringan yang digunakan (Oikonomopoulou et al ., 2011).

Untuk menjaga kualitas, maka pembuatan nasi instan akan menggunakan metode pengeringan beku (*freeze drying*). Keunggulan produk instan yang diproses dengan pengeringan beku (*freeze drying*) adalah memiliki kadar air yang sangat rendah sehingga mempunyai kemampuan rehidrasi yang baik (Banurea et al ., 2020). Hal ini disebabkan karena perbedaan dalam mekanisme penguapan pada suhu tinggi, pada pengeringan beku (*freeze drying*) melalui mekanisme sublimasi yaitu perubahan wujud padat menjadi gas tanpa proses pencairan dahulu, seperti es yang menguap tanpa mencair terlebih dahulu, sehingga struktur fisik dan nilai gizi nasi dapat lebih terjaga. Sebaliknya dengan pengeringan beku, pengeringan konvensional menggunakan panas langsung atau aliran udara panas untuk menguapkan air, yang cenderung menyebabkan degradasi warna, tekstur, dan beberapa komponen nutrisi akibat suhu tinggi. Meskipun lebih murah dan sederhana, pengeringan konvensional seringkali menghasilkan beras dengan rehidrasi yang kurang optimal dan mutu sensorik yang menurun dibandingkan dengan hasil dari pengeringan beku (Rejo et al ., 2017).

Penelitian mengenai pengaruh pengeringan beku pada bahan pangan telah banyak dilakukan, namun dalam membahas durasi pengeringan beku terhadap karakteristik nasi instan, masih terbatas dan belum mendalam. Oleh karena itu, pada penelitian ini juga akan dilakukan pembahasan mengenai pengaruh variasi lama pengeringan beku terhadap karakteristik nasi instan, guna memberikan informasi ilmiah yang dapat menjadi acuan dalam proses produksi dengan kualitas optimal.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama pengeringan beku (*freeze dryer*) terhadap karakteristik nasi instan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan produk nasi instan yang berkualitas tinggi dan praktis untuk dikonsumsi.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah bagaimana pengaruh konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku (*freeze drying*) terhadap karakteristik nasi (*Oryza sativa L.*) instan?

1.3. Maksud dan Tujuan penelitian

Maksud dari penelitian yang dilakukan yaitu untuk meneliti pengaruh konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku (*freeze drying*) terhadap karakteristik nasi (*Oryza sativa L.*) instan.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku (*freeze drying*) terhadap karakteristik nasi (*Oryza sativa L.*) instan.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan dan referensi ilmiah di bidang teknologi pangan, khususnya mengenai pengaruh natrium sitrat dan *freeze drying* terhadap karakteristik nasi instan.
2. Memberikan acuan bagi industri pangan untuk mengembangkan produk nasi instan yang lebih sehat, praktis, dan berkualitas melalui optimasi formulasi serta proses pengolahan.
3. Menyediakan alternatif pangan instan berbasis beras yang bergizi,

aman, dan sesuai dengan gaya hidup modern, sekaligus meningkatkan nilai tambah komoditas lokal.

1.5. Kerangka Pemikiran

Beras adalah biji-bijian dari famili rumput-rumputan (*Gramineae*) yang kaya akan karbohidrat sehingga menjadi sumber makanan pokok manusia. Beras berasal dari tanaman padi yang telah menguning dan siap untuk dipanen. Biji beras yang putih dan bersih didapat dari proses pengelupasan lapisan kulit ari dari beras yang digiling (*Milled rice*). Beras mengandung nilai gizi yang cukup tinggi sebesar 40-80% kalori dan 45-55% protein (Fiqriansyah et al ., 2021)

Berdasarkan kadar amilosanya beras diklasifikasikan menjadi beras beramilosa rendah (10-20%), beras beramilosa sedang (20-24%), dan beras beramilosa tinggi (>25%). Beras beramilosa rendah jika dimasak akan menghasilkan nasi yang lengket, mengkilap, tidak mengembang, dan tetap menggumpal setelah dingin. Beras beramilosa tinggi jika dimasak akan menghasilkan nasi yang tidak lengket, dapat mengembang, dan menjadi keras jika sudah dingin. Beras beramilosa sedang jika dimasak akan menghasilkan nasi yang pulen (Sari et al ., 2020).

Kandungan amilosa pada beras mempengaruhi sifat pemekaran volume, keempukan, dan kepulenan nasi. Semakin tinggi kandungan amilosanya maka semakin mekar nasinya. Sedangkan semakin rendah kandungan amilosanya maka semakin pulen nasi tersebut (Winarno, 2004).

Durasi pemasakan nasi memiliki peranan penting dalam memastikan nasi yang dihasilkan matang dengan baik. Jika waktu pemasakan terlalu singkat atau terlalu lama, maka kualitas tekstur dan cita rasa nasi dapat mengalami penurunan. Umumnya, nasi yang dimasak menggunakan *rice cooker* standar memerlukan waktu sekitar 40-55 menit mulai dari persiapan bahan hingga

menjadi nasi, tergantung pada jumlah beras serta tipe *rice cooker* yang digunakan (Sukartini, 2018).

Selama proses pemasakan, terjadi penguapan air di dalam *rice cooker*, dan nasi akan terus menyerap uap air tersebut hingga matang secara merata. Penelitian mengungkapkan bahwa suhu dan tingkat kelembapan dalam *rice cooker* turut memengaruhi lama waktu yang dibutuhkan untuk memasak nasi. Penyesuaian jumlah air, baik dengan menambah atau mengurangnya, dapat mempercepat atau memperlambat proses pemasakan (Hadi & Suryanto, 2020).

Proses pemanasan yang berlangsung terlalu lama dapat menurunkan kandungan senyawa antinutrisi dalam nasi. Di sisi lain, pemanasan juga dapat meningkatkan ketersediaan beberapa zat gizi, salah satunya adalah karbohidrat. Konsumsi karbohidrat dalam jumlah berlebihan berisiko bagi kesehatan karena dapat menyebabkan kelebihan asupan gula dalam tubuh. Namun demikian, kandungan nutrisi lain seperti protein cenderung mengalami penurunan akibat proses pemanasan yang berkepanjangan (Sundari, 2015).

Berdasarkan kondisi dapur umum masa kini juga dibutuhkan inovasi dalam pemenuhan gizi dalam pemenuhan gizi seseorang yang lebih mudah dan efisien dalam pembuatannya, seperti pemenuhan makanan pokok yang dikonsumsi setiap harinya seperti nasi dengan waktu pemasakan yang biasanya membutuhkan waktu sekitar 40-55 menit mulai dari persiapan bahan hingga menjadi nasi dengan tingkat kematangan yang sempurna. Persiapan nasi yang begitu lama, maka dibutuhkan nasi cepat masak ataupun nasi instan dengan waktu pemasakan sekitar 5 menit siap untuk dikonsumsi pada keadaan apapun dengan pemenuhan gizi yang sama dengan nasi yang dimasak dengan waktu yang lama (Rudini et al., 2023).

Tahapan proses pengolahan nasi instan meliputi pencucian, perendaman, pemasakan, pembekuan, pengeringan. Perendaman meningkatkan keseragaman masuknya air ke dalam butir beras, tergantung pada lamanya

waktu perendaman dan suhu air perendaman. Perendaman air ini memperkecil kecenderungan butir beras terpisah atau pecah akibat tekanan osmotik pada butir beras selama pemasakan, pati mulai terlepas ke dalam air pemasakan (Putra, 2018).

Perendaman dapat dilakukan dengan menggunakan larutan kimia, pemberian garam natrium mengakibatkan struktur fisik beras setelah pemasakan lebih porous, sehingga proses penyerapan air akan lebih cepat pada waktu perendaman maupun waktu rehidrasi. Zat kimia yang dapat digunakan untuk memodifikasi struktur protein beras adalah garam sitrat, magnesium sitrat, sodium sitrat, dan kalsium sitrat. Garam sitrat dengan konsentrasi yang sedikit memiliki sedikit pengaruh terhadap porositas beras, oleh karena itu dibutuhkan perlakuan panas untuk mendukung perendaman (Putra, 2018).

Perendaman bahan menggunakan natrium sitrat berpengaruh nyata pada terbentuknya pori-pori pada nasi instan. Dengan bertambahnya penggunaan konsentrasi natrium sitrat maka terjadi penurunan terhadap nilai kadar air (Banurea et al ., 2020).

Menurut Putra (2018), perlakuan natrium sitrat terbaik dilakukan pada konsentrasi 5% dengan waktu perendaman 12 jam terhadap karakteristik beras kentan instan yang meliputi kecerahan warna, daya kembang, densitas kamba, rasio rehidrasi, cooking loss, kadar abu, dan kadar air.

Pada variasi konsentrasi natrium sitrat (2% dan 5%) terhadap karakteristik *multigrain* nasi instan didapatkan nilai kadar air diperoleh rentang 3,47%-5,03%, lemak 3,53%- 4,09%, serat 5,07%-5,51%, protein 12,23%-12,79, waktu rehidrasi 5,07-5,51 menit, dan warna diperoleh nilai kecerahan sebesar 53,22%-53,79%, nilai kemerahan 7,08%- 6,53%, dan nilai kekuningan 14,22% -14,81% (Hartanti & Kurniawati, 2023).

Perendaman beras dengan larutan natrium sitrat 7% pada rasio 1:2 disertai pemanasan pada suhu 50°C selama 2 jam pada pembuatan nasi instan dengan indeks glikemik rendah, menghasilkan waktu rehidrasi mencapai 5,49 menit, nilai indeks glikemik sebesar 51,69, hasil organoleptik yang baik, dan menunjukkan kondisi nasi instan kering yang masih bagus dan layak konsumsi pada penyimpanan selama 3 bulan (Ariyani & Sari, 2019).

Dalam produksi beras instan, pembekuan diketahui dapat menghasilkan beras berkualitas tinggi, menghambat retrogradasi pati, dan meminimalkan kerusakan dinding sel tanaman sehingga mempertahankan teksturnya (Sasmitaloka et al ., 2019).

Proses retrogradasi dipengaruhi oleh waktu dan suhu pendinginan yang digunakan, lama pendinginan dan kandungan amilosa serta amilopektin pada pati. (Broto et al ., 2013).

Retrogradasi pati merupakan proses di mana molekul pati mengalami reorganisasi setelah dimasak dan didinginkan, menghasilkan pati resisten yang tidak mudah dicerna oleh enzim amilase. Pati resisten ini berperan dalam menurunkan respons glikemik karena lambat dicerna, sehingga lebih aman bagi penderita diabetes. Oleh karena itu, pengembangan nasi instan dengan berbagai metode pembekuan yang bertujuan meningkatkan kadar pati resisten menjadi salah satu strategi potensial dalam menghasilkan produk nasi dengan indeks glikemik rendah.

Rewthong dalam Sasmitaloka et al ., (2019) menyatakan bahwa pembekuan pada suhu -20°C selama 24 jam dalam produksi beras instan menyebabkan tekstur beras yang dihasilkan mirip dengan beras biasa (bukan beras instan). Song *et al .*, dan Luna *et al .*, dalam Sasmitaloka et al ., (2019) mengemukakan bahwa kondisi terbaik untuk memproduksi beras instan adalah pembekuan pada suhu -4°C selama 24 jam.

Metode pengeringan beku (*freeze drying*), keunggulan produk instan yang di proses dengan metode pengeringan beku (*freeze drying*) adalah memiliki kadar air yang sangat rendah sehingga mempunyai kemampuan rehidrasi yang baik. Hal ini karena perbedaan dalam mekanisme penguapan (evaporasi) pada suhu tinggi, pada pengeringan beku (*freeze drying*) melalui mekanisme sublimasi yaitu perubahan wujud padat menjadi gas tanpa proses pencairan dahulu, seperti es yang menguap tanpa mencair dahulu (Banurea et al ., 2020).

Ekspansi suhu dalam proses *freeze drying* terjadi secara bertahap dan untuk memastikan efisiensi pengeringan dan menjaga kualitas produk. Setelah produk dibekukan terlebih dahulu (-50 hingga -30 °C), suhu naik perlahan selama tahap sublimasi primer (-10 hingga -15 °C) di bawah tekanan vakum agar es berubah langsung menjadi uap tanpa melewati fase cair Tahap lanjutan, yaitu desorpsi sekunder, melibatkan kenaikan suhu ke kisaran 20 – 40 °C untuk menghilangkan sisa air terikat, sambil mempertahankan tekanan rendah hingga kandungan air akhir mencapai sekitar 1 % . Pengontrolan *ramp rate* dan suhu dasar sangat krusial—jika terlalu cepat atau tinggi, produk bisa mengalami kolaps struktur atau kristalisasi kembali, sedangkan jika terlalu rendah, proses menjadi lama dan kurang efisien (Pisano & Fissore, 2023).

Banurea et al . (2020) menjelaskan bahwa *freeze drying* mampu mempertahankan pori-pori dan struktur mikro bahan karena tidak adanya fase pencairan air yang bisa merusak jaringan, sebagaimana sering terjadi pada metode pengeringan biasa (*oven*).

Pada penelitian Sasmitaloka et al ., (2019) dengan cara beras Inpari 32 dan IR 42 (500 gram) direndam dalam larutan natrium sitrat 5% (*technical grade*) dengan perbandingan beras : larutan natrium sitrat 1 : 2 selama 2 jam. Kemudian beras dicuci untuk menghilangkan residu natrium sitrat. Setelah itu, beras dimasak menggunakan *rice cooker* hingga matang dan didinginkan, sebelum dimasukkan ke dalam *freezer*. Beras beku kemudian dicairkan, kemudian dikeringkan dalam *cabinet dryer*.

Pada produksi beras instan, dengan metode pembekuan lambat menggunakan freezer, suhu dan lama pembekuan terbaik untuk jenis beras varietas Inpari 32 dan IR 42 adalah -4°C selama 24 jam. Karakteristik beras instan dari amilosa tinggi dengan waktu rehidrasi 4,97 menit, rasio rehidrasi 3,14, densitas 0,55 gr/ml, ekspansi volume 178,99%, penyerapan air 55,44%, dan *yield recovery* 88,67%. Produk mengandung 6,57% air, 0,40% abu, 0,21% lemak, dan 7,92% protein. Sedangkan karakteristik beras instan dari amilosa intermediet adalah waktu rehidrasi 4,07 menit, rasio rehidrasi 3,29, densitas 0,57 gr/ml, ekspansi volume 169,64%, penyerapan air 56,90%, *yield recovery* 92,05%. Produk ini mengandung 7,58% air, 0,70% abu, 0,42% lemak, dan 7,92% protein (Sasmitaloka et al ., 2019).

Pada pengeringan beku menggunakan *freeze dryer* dilakukan pada penelitian Banurea et al ., (2020) nasi instan IR 42 dan Sintanur diproduksi dengan metode yang digunakan oleh (Sasmitaloka et al ., 2019) dengan tahapan proses perendaman, pencucian, pemasakan, pembekuan dan pengeringan. Modifikasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah pada tahap pengeringan yaitu menggunakan proses pengeringan beku dengan menggunakan alat *freeze dryer*, yaitu sebanyak 100 gram beras direndam dalam larutan natrium sitrat sesuai dengan perlakuan, dicuci, dimasak, dan dibekukan menggunakan *freeze dryer* pada tekanan 0,3 mbar selama 6 jam.

Pengolahan nasi instan dengan metode pengeringan beku (*freeze drying*) dapat menghasilkan densitas kamba dan waktu rehidrasi yang lebih kecil, rasio rehidrasi yang lebih tinggi, kadar air, abu, lemak dan protein yang lebih rendah, serta karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan pada pengolahan nasi instan dengan metode pengeringan konvensional (Banurea et al ., 2020).

Menurut Pratiwi et al . (2023) dengan penelitiannya mengenai lama pengeringan beku gel bunga telang dengan lama pengeringan 36 dan 48 jam masing-masing 9 dan 8%, hasil kadar air yang berbeda disimpulkan semakin

lama waktu pengeringan maka ekstrak akan mengalami penguapan sehingga kadar air ekstrak akan mengalami penyusutan.

Menurut Tarigan (2015), pada serbuk residu daging ikan gabus, kadar air pengeringan beku 20 dan 28 jam yaitu 8,39% dan 4,01%, semakin tinggi lama pengeringan beku yang dilakukan maka kadar air pada sampel akan turun. Penelitiannya juga didukung dengan mengutip hasil penelitian Astuti yang menyatakan, kadar air bawang daun kering dengan pengeringan beku 18 dan 30 jam yaitu 17,22% dan 10,02%, hal ini disebabkan karena semakin lama pengeringan suatu bahan, maka semakin banyak air yang disublimasi.

1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas, maka hipotesis yang dapat diajukan yaitu diduga bahwa konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku (*freeze drying*) berpengaruh terhadap karakteristik nasi (*Oryza sativa l.*) instan.

1.7. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di :

1. Laboratorium Penelitian Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung yang berlokasi di Jalan Dr. Setiabudi No. 193 Bandung
2. Laboratorium Kimia Instrumen Universitas Pendidikan Indonesia Gedung JICA (FPMIPA-A) Lt. 5 Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154

Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Juli 2025 hingga selesai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menguraikan mengenai ; (2.1) Beras, (2.2) Nasi Instan, (2.3) Natrium Sitrat, dan (2.4) *Freeze drying*.

2.1. Beras

Beras giling adalah bahan makanan utama kebanyakan orang Indonesia. Komponen terbesar beras giling adalah pati (sekitar 80- 85 %). Beras juga mengandung protein, vitamin, mineral dan air. Pati beras tersusun dari dua polimer karbohidrat, yaitu amilosa (pati berstruktur amilosa) dan amilopektin (pati dengan struktur rantai bercabang). Membandingkan komposisi dua kelompok pati akan menentukan warna beras (transparan atau buram) dan tekstur (lengket, lunak, keras atau pera) (Domas, 2021).



(Sumber : <https://blog.sesa.id/ciri-ciri-beras-organik-baca-selengkapnya/>)

Gambar 1. Beras

Sifat fisikokimia dari beras memiliki peran penting dalam menentukan kualitas masakan dan rasa nasi yang dihasilkan. Secara spesifik, kualitas bisa diukur dari jumlah amilosa, jumlah protein, dan jumlah lemak yang ada. Kadar lemak memiliki dampak yang signifikan terutama ketika gabah atau beras telah disimpan. Kerusakan pada lemak bisa menyebabkan penurunan kualitas beras (Haryadi, 2006).

Komposisi kimia beras putih (*milled rice*) adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi Kimia Beras Putih (*Milled rice*)

No	Komposisi	Jumlah (per 100 gram)
1	Air (g)	14
2	Energi (kJ)	1460-1560
3	Energi (kcal)	349-373
4	Protein Kasar (g)	6,3-7,1
5	Lemak (g)	0,3-0,7
6	Abu (g)	0,3-0,8
7	Karbohidrat (g)	77-89
8	Total Serat Pangan (g)	0,7-2,7
9	Gula (g)	0,1-0,5

(Sumber : (Domas, 2021))

Tabel 2. Spesifikasi Persyaratan Mutu Beras

No	Parameter	Satuan	Kelas Mutu			
			Premium	Medium	Submedium	Pecah
1	derajat sosoh ^{1),1)} (minimal)	% (b/b)	95	95	95	95
2	kadar air ²⁾ (maksimal)	% (b/b)	14	14	14	14
3	butir menir ³⁾ (maksimal)	% (b/b)	0,5	2,0	4,0	5,0
4	butir patah ⁴⁾ (maksimal)	% (b/b)	15	25	40	>40
5	total butir Beras lainnya ⁵⁾ (maksimal),	% (b/b)	1	4	5	5
6	butir gabah ⁶⁾ (maksimal)	(butir/100g)	0	1	2	3
7	benda lain ⁷⁾ (maksimal)	% (b/b)	0	0,05		

(Sumber : Kepala Badan Pangan Nasional (2023))

Pada dasarnya, pembuatan nasi instan dapat menggunakan berbagai jenis beras, namun dalam penelitian ini beras yang digunakan adalah beras Cianjur. Menurut Nugraha et al . (2009), Beras di Jawa Barat mengandung beras pecah 13,19-49,14% dan menir 0,23–2,75%, dan diantaranya beras Cianjur memiliki kualitas terbaik dengan klasifikasi beras kepala 84,45%, beras pecah 13,19%,

dan menir 2,75% dibandingkan dengan beras Indramayu, Karawang, dan Subang.

Beras Cianjur menempati urutan keempat terbesar di Provinsi Jawa Barat dalam produksi padi sebanyak 639.006 ton pada tahun 2023 setelah Indramayu, Karawang, dan Subang. Hal ini menunjukkan pentingnya produksi padi di Cianjur dalam menyokong produktivitas padi di Provinsi Jawa Barat.

Beras Cianjur merupakan jenis beras aromatik varietas Pandanwangi yang menjadi salah satu produk unggulan khas Cianjur. Beras ini berasal dari padi lokal dengan nama yang sama dan memiliki berbagai kelebihan dibandingkan varietas beras lain. Ciri khas Pandanwangi adalah bentuk butirnya yang berbentuk bulat-panjang. Dari segi ukuran, beras ini termasuk *medium grain rice* dan memiliki bintik putih di bagian tengah yang memanjang hingga setengah panjangnya. Aromanya sangat khas dan wangi seperti beras baru. Beras Pandanwangi dapat menghasilkan nasi yang pulen dengan aroma pandan alami yang harum. Selain rasanya yang lezat, harganya juga cenderung lebih tinggi dibanding beras varietas lain (M. Y. Ahmad, 2020).

Deskripsi padi varietas Pandanwangi berdasarkan keputusan Menteri Pertanian No. 163/Kpts/LB.240/3/2004, sebagai berikut :

Tabel 3. Deskripsi Padi Varietas Pandanwangi

Parameter	Nilai/Deskripsi
Bentuk Gabah	Bulat/gemuk, berperut
Berat 1000 Butir Gabah	± 300 gram
Kadar Amilosa	± 24,9%
Kadar Protein	8,97%
Kadar Lemak	0,32%
Kadar Gula Pereduksi	63,39%
Kandungan Fe	4,65 ppm
Kandungan Cu	6,42 ppm
Kalori	14,81 ppm
Aroma	Khas aroma pandan, sangat harum
Tekstur Nasi	Pulen, lembut
Warna Beras	Bening sedikit kekuningan
Daerah Asal	Kabupaten Cianjur, Jawa Barat
Sertifikasi	Telah mendapat sertifikat Indikasi Geografis (IG)

Sumber : (Keputusan Menteri Pertanian, 2004)

Berdasarkan uraian tersebut, beras Cianjur memiliki potensi dalam pembuatan nasi instan karena kualitasnya yang tinggi dengan persentase beras kepala mencapai 84,45% serta memiliki karakteristik khas sebagai varietas aromatik Pandanwangi yang menghasilkan nasi pulen, beraroma harum, dan bercita rasa lezat. Selain itu, produksinya yang cukup signifikan di Jawa Barat menjadikan beras Cianjur sebagai bahan baku unggulan yang tidak hanya bernilai ekonomi tinggi, tetapi juga berpotensi meningkatkan daya saing produk nasi instan berbasis komoditas lokal.

2.2. Nasi Instan

Bergerak dengan cepat, termasuk dalam persiapan makanan, sangat dibutuhkan di era modern saat ini. Semakin banyak orang yang memiliki kesibukan dan tidak memiliki waktu luang, serta meningkatnya jumlah perjalanan ke luar kota, pulau, atau bahkan luar negeri. Oleh karena itu, dibutuhkan produk-produk yang bisa disiapkan dalam waktu singkat dan praktis, dengan melakukan diversifikasi pangan yang menghasilkan makanan instan. Makanan instan adalah produk yang dapat dikonsumsi dengan waktu memasak yang singkat, sehingga dapat disebut sebagai makanan siap saji yang praktis dan dibuat dengan cara merehidrasi dalam waktu cepat (Luna et al., 2015).

Instanisasi adalah istilah yang mencakup beberapa perlakuan, baik fisik maupun kimia yang akan merubah dan memperbaiki karakteristik hidrasi dari suatu produk pangan dalam bentuk serbuk (praktis), sehingga pangan instan merupakan bahan makanan yang mengalami proses pengeringan (dehidrasi) sehingga akan mudah larut dan mudah untuk penyajiannya cukup dengan menambahkan air (Hartomo & Widiatmoko, 1993).

Kriteria yang harus dimiliki oleh produk makanan instan adalah memiliki sifat hidrofilik (mudah mengikat air), tidak ada lapisan gel yang tidak permeabel sebelum digunakan karena dapat menghambat laju pembasahan yang akan berpengaruh terhadap *cooking time*, rehidrasi produk akhir tidak

menghasilkan produk yang menggumpal dan mengendap, dan mudah terdispersi (Hartomo & Widiatmoko, 1993).

Salah satu cara untuk mengolah beras menjadi nasi biasanya membutuhkan waktu sekitar 40-55 menit mulai dari persiapan bahan hingga mencapai tingkat kematangan yang optimal. Oleh karena itu, terdapat metode alternatif yang dapat digunakan untuk mempercepat proses menyiapkan beras tanpa mengurangi nilai gizi, guna memenuhi kebutuhan pangan sehari-hari.

Nasi instan adalah produk beras yang sudah dimasak dan dikeringkan, sehingga memiliki kandungan air yang rendah dan bisa disimpan dalam waktu lama dengan proses penyajian yang cepat (Sasmitaloka et al ., 2019). Untuk dikategorikan sebagai nasi instan, nasi tersebut harus bisa disiapkan dalam 1-5 menit dengan cara yang mudah.

Tabel 4. Perbandingan Nasi Instan dengan Beras Biasa

Sifat Fisik	Nasi Instan	Beras Biasa
Kadar Air (%)	9,00 – 12,5	14,0
Densitas Kamba (g/ml)	0,43 – 0,53	0,85
Kekerasan (N)	3,45 – 94,3	30 - 81,5
Kerapuhan (N)	2,00 – 13,5	7,0 - 10,3
Kekerasan Nasi	12,9	48,0

(Sumber : Yisluth, 2010 dikutip dari (Turnip, 2022))

Nasi yang telah dimasak digunakan untuk produk berbahan dasar beras siap makan atau nasi instan. Produk beras yang telah dimasak ini dikemas dalam plastik laminasi atau kantong plastik laminasi aluminium dan dipasteurisasi pada suhu 120°C di bawah tekanan, atau dimasak dengan air mendidih pada suhu 100°C. Nasi instan dapat dikemas dalam kantong film plastik laminasi aluminium dan hanya perlu dihangatkan dalam air panas selama 10– 15 menit. Nasi instan yang dikemas dalam kantong plastik, namun hanya perlu dipanaskan dalam *oven* microwave selama 1-2 menit setelah plastik dilubangi. Menanak nasi cepat membutuhkan waktu memasak yang jauh lebih singkat (5 menit) daripada beras giling (15 - 25 menit). Berbagai

teknologi cocok untuk memperoleh nasi yang cepat dimasak, seperti metode *soak-boil-stem-dry*, *gelatinize-dry-puff*, *dry-heat*, *freeze-thaw*, dan *freeze-drying* (Domas, 2021).

2.3. Natrium Sitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$)

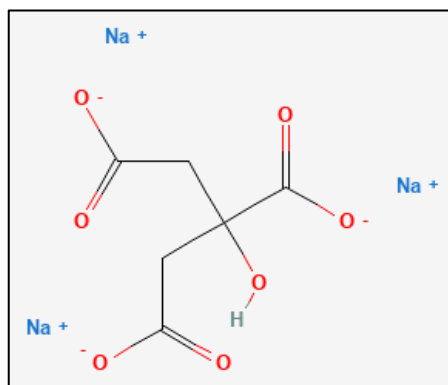
Natrium sitrat adalah garam natrium dari asam sitrat. Natrium sitrat berupa bubuk kristal putih atau kristal granular putih, sedikit mencair di udara lembap, mudah larut dalam air, dan praktis tidak larut dalam alkohol. Seperti asam sitrat, natrium sitrat memiliki rasa asam (*National Center for Biotechnology Information*, 2025).



(Sumber : <https://www.goldstreetstudios.com.au/product/sodium-citrate/>)

Gambar 2. Natrium Sitrat

Natrium sitrat merupakan zat kimia pengatur keasaman, atau zat pemantau pH dan salah satu zat aditif pada makanan yang ditambahkan untuk mengubah atau mempertahankan pH (keasaman atau kebasaan). Zat ini dapat berupa asam atau basa organik, mineral, zat penetral, atau zat buffer (Rowe et al ., 2009).



(Sumber : <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sodium-Citrate#section=2D-Structure>)

Gambar 3. Struktur Natrium Sitrat

Nama IUPAC dari natrium sitrat yaitu trisodium;2-hydroxypropane-1,2,3-tricarboxylate. Nama lainnya yaitu ; citrosodine, asam sitrat, garam trisodium, natrium sitrat, anhydrous sodium citrate, citra pH, monosodium citrate, sodium citrate, sodium citrate dihydrate, sodium citrate monobasic, trisodium citrate dihydrate. Adapun sifatnya yaitu :

1. Rumus Molekul : $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$
2. Berat Molekul : 258,07 g/mol (bebas air), 294,10 g/mol (dihidrat)
3. Senyawa Komponen : Sodium & Asam Sitrat
4. Penampilan : Serbuk Kristal Putih
5. Densitas : 1,7 gr/cm³
6. Titik Leleh : >300°C hidrat kehilangan air $\pm 150^\circ\text{C}$
7. Titik Didih : Terurai
8. Kelarutan dalam air : Bentuk pentahidrat, 92 gr/100 gr H₂O (25°C)
9. Bahaya Utama : Iritasi

Perendaman beras dalam larutan natrium sitrat dapat menyebabkan degradasi protein dan menciptakan struktur butiran yang lebih berpori.

Menurut Luna et al . (2015), garam sitrat tidak banyak berpengaruh bila digunakan tersendiri, oleh karena itu untuk menghasilkan beras instan yang diinginkan, diperlukan pemanasan pada suhu 50°C untuk menghasilkan beras instan yang lebih porous.

Waktu dan suhu air perendaman natrium sitrat dapat membantu menyeragamkan masuknya air pemasakan ke dalam butir beras. Akibat tekanan osmotik yang terjadi pada butir beras selama proses pemasakan, pati mulai terlepas ke dalam air pemasakan, sehingga perembesan air ini mengurangi kemungkinan butir beras terpisah atau pecah (Smith et al., 1985).

Menurut Peraturan Badan POM No. 18 Tahun 2013 tentang Batas Maksimum Penggunaan BTP (Bahan Tambahan Pangan) sekuestran, penggunaan Na – Sitrat hingga 7% berat masih diperbolehkan. Batas maksimum penggunaan natrium sitrat pada makanan ringan siap santap yaitu sesuai dengan CPPB (Cara Produksi Pangan yang Baik). Batas Maksimum Cara Produksi Pangan yang Baik atau Good Manufacturing Practice, selanjutnya disebut Batas Maksimum CPPB, adalah jumlah BTP yang diizinkan terdapat pada pangan dalam jumlah secukupnya yang diperlukan untuk menghasilkan efek yang diinginkan (Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia, 2013).

Natrium sitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) mengacu pada setiap garam natrium dari asam sitrat : Mononatrium sitrat ($\text{NaH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$), Dinatrium sitrat ($\text{Na}_2\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}_7$) dan Trinatrium sitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) ketiga bentuk garam ini juga secara kolektif dikenal sebagai aditif makanan dengan E-numbernya E331 (Ansarkimia, 2014).

2.4. Freeze drying

Pengeringan adalah proses pengeluaran air dari matrik pangan yang mengandung sejumlah air (*moisture content*) dengan introduksi panas. Berkurangnya kadar air akan menyebabkan turunnya nilai aktivitas air (A_w). Walaupun tidak selalu, umumnya nilai A_w yang rendah akan menghambat pertumbuhan mikroorganisme, menginaktivasi enzim dan mencegah berbagai potensi reaksi kimia dan biokimia penyebab penurunan mutu pangan. Maka pangan yang dikeringkan akan lebih stabil dan memiliki umur simpan lebih

lama. Selain itu, proses pengeringan akan membuat bahan mengalami susut massa volume, sehingga produk hanya membutuhkan ruang penyimpanan yang relatif lebih kecil (Asiah & Djaeni, 2021).

Pengeringan beku (*freeze drying*) dapat menghasilkan nasi instan dengan struktur yang berpori (*porous*), sedangkan pengeringan *oven* konvensional tidak. Hal ini disebabkan oleh perbedaan mekanisme pengeringan kedua metode tersebut. Pada pengeringan beku, proses pengeringan dilakukan dengan menurunkan suhu dan tekanan sehingga air dalam nasi berubah langsung dari fase padat (es) menjadi uap melalui proses sublimasi tanpa melewati fase cair. Proses sublimasi ini meninggalkan ruang kosong berupa pori-pori dalam struktur nasi, sehingga nasi instan menjadi berpori dan memiliki densitas yang rendah. Porositas ini memudahkan penetrasi air saat rehidrasi sehingga waktu rehidrasi menjadi lebih singkat.

Sebaliknya, pengeringan *oven* dilakukan dengan pemanasan pada suhu yang lebih tinggi sehingga air dalam nasi menguap melalui fase cair. Proses ini menyebabkan penyusutan dan pengerutan struktur nasi sehingga pori-pori tidak terbentuk atau hilang, menghasilkan produk nasi instan yang lebih padat dan tidak berpori. Oleh karena itu, nasi instan hasil pengeringan *oven* memiliki waktu rehidrasi yang lebih lama dan densitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode *freeze drying*.

Berbagai peralatan pengeringan mekanis ditemukan untuk menggantikan pengeringan sinar matahari seperti: *trucked-tray dryer*, *drum dryer*, *spray dryer*, *vacuum dryer*, dan *freeze dryer*. Pengeringan beku (*freeze drying*) merupakan salah satu contoh teknik pengolahan pangan dengan prinsip non termal.

Teknik ini dilakukan dengan menghilangkan kandungan air di dalam produk pangan melalui pembekuan, kemudian dilakukan sublimasi untuk mengubah fase padat (air) menjadi gas dengan mengendalikan suhu dan

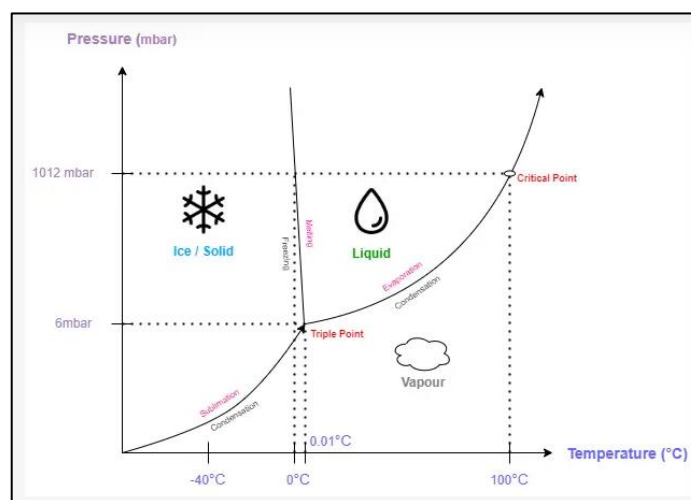
tekanan pada pengolahannya. Pengeringan jenis ini dinilai mempunyai kelebihan dalam mempertahankan mutu dari produk, baik dari karakteristik sensorik, nilai gizi, fisik maupun kimia dibanding dengan pengeringan biasa yang menggunakan termal.



(Sumber : <https://b-one.id/services/freeze-dryer/>)

Gambar 4. Freeze dryer

Prinsip *freeze drying* yaitu mengeringkan bahan pangan dengan menghilangkan kandungan air didalamnya melalui proses sublimasi kandungan air didalam bahan pangan yang sudah menjadi beku kemudian diubah menjadi gas. Sublimasi dapat terjadi ketika tekanan dan suhu permukaan es dibawah triple point (4,58 mmHg, 0°C).



Gambar 5. Tripel Air

Tahap pengeringan yang pertama itu tahap primer, pada tahap ini merupakan tahap yang terpenting karena memiliki potensi besar untuk mengurangi waktu siklus secara signifikan. Namun, jika tidak dilakukan dengan tepat, dapat menyebabkan kerusakan serius pada kualitas produk. Selama fase ini, tekanan vakum diterapkan dalam kondisi suhu rendah untuk memungkinkan es menyublim langsung menjadi uap air, tanpa melalui fase cair. Ketika es menyublim, terbentuk struktur berpori yang dikenal sebagai lapisan kering.

Agar sublimasi dapat berlangsung efektif, dua syarat utama harus dipenuhi:

1. Uap hasil sublimasi harus secara terus-menerus dibuang dari zona sublimasi dengan mempertahankan perbedaan tekanan uap, yang memfasilitasi keluarnya uap air dari ruang pengering.
2. Energi panas harus diberikan secara konstan melalui rak-rak liofilisator agar mampu menggantikan panas yang hilang selama sublimasi. Jumlah panas yang disuplai harus cukup untuk memenuhi kebutuhan energi sublimasi es.

Kecepatan sublimasi selama pengeringan primer dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk perbedaan suhu antara produk dan kondensor, tekanan dalam ruang vakum, serta resistensi lapisan kering terhadap aliran uap. Pengaturan yang tepat terhadap parameter-parameter ini sangat penting untuk menjaga agar kualitas produk tetap terjaga sepanjang proses berlangsung.

Tahap terakhir dalam proses pengeringan beku adalah pengeringan sekunder, yang berfungsi untuk menghilangkan kelembapan yang tersisa setelah es disublimasikan, terutama air yang tidak membeku. Proses ini berlangsung dalam kondisi vakum tinggi dan pada suhu yang sedikit lebih tinggi dibandingkan tahap sebelumnya. Tujuannya adalah untuk menurunkan kadar air produk ke tingkat yang cukup rendah guna memastikan kestabilan produk dalam jangka panjang.

Selama tahap ini, suhu biasanya dinaikkan ke rentang 27°C selama beberapa jam untuk mempercepat proses desorpsi melalui difusi. Kecepatan pengeringan tergantung pada ketebalan dan ukuran produk yang sedang dikeringkan. Setelah seluruh tahapan selesai, produk umumnya mengandung air tidak lebih dari 1% dan memiliki struktur berpori.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menguraikan mengenai ; (3.1) Bahan dan Alat, (3.2) Metode Penelitian, (3.3) Prosedur Penelitian, dan (3.4) Jadwal Penelitian

3.1. Bahan dan alat

3.1.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan nasi instan yaitu; beras Cianjur, natrium sitrat, dan air.

Bahan yang digunakan untuk analisis yaitu menggunakan KIO_3 , Aquadest, KI padat, $\text{H}_2\text{SO}_4 6\text{N}$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, indikator amilum, larutan luff schoorl, HCl pekat, NaOH 30%, indikator pp, dan NaOH + HCl pekat.

3.1.2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *water bath* “Julabo TW12”, gelas kimia “PIREX”, *rice cooker* “Advance G-07”, *rice cooker low carbo* “DELCHEN”, *freezer*, timbangan digital “Superior mini digital scale i2000”, plastik *vacuum* (Nylon-PE), dan *freeze dryer* “B-One DFD-12SM”.

Alat yang digunakan untuk analisis yaitu gelas ukur “PIREX”, timbangan digital, tabung reaksi “PIREX”, gelas kimia “PIREX”, kawat kasa, kaki tiga, bunsen, penjepit tabung, *stopwatch*, labu takar, labu Erlenmeyer “PIREX”, buret “PIREX”, klem dan statif, neraca analitik, cawan uap, dan tang krus.

3.2. Metode Penelitian

3.2.1. Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan, dilakukan pembuatan larutan natrium sitrat 3%, 5%, dan 7% pengujian kadar gula reduksi terhadap nasi tanpa perlakuan apapun yang dimasak dengan *rice cooker* biasa dan *rice cooker low carbo* sebagai kontrol sampel.

3.2.2. Penelitian Utama

Penelitian utama yang dilakukan yaitu pembuatan nasi instan dengan perlakuan perbandingan konsentrasi natrium sitrat 3%, 5%, dan 7% dan lama pembekuan kering 10 jam, 14 jam, 18 jam, dan 22 jam. Lalu dilakukan analisis terhadap karakteristik fisika, kimia, dan organoleptik nasi instan yang dihasilkan.

3.2.3. Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan pada penelitian ini terdiri dari dua faktor yaitu konsentrasi natrium sitrat (N) yang terdiri dari 3 taraf dan Lama Pengeringan beku (L) yang terdiri dari 4 taraf. Dasar pemilihan konsentrasi merupakan dari sumber penelitian sejenis yang sudah ada dan hasil *trial and error* yang telah dilakukan sebelum penelitian.

1. Faktor konsentrasi natrium sitrat (N) yang terdiri dari 3 taraf yaitu :

$$N_1 = 3,0\%$$

$$N_2 = 5,0\%$$

$$N_3 = 7,0\%$$

2. Faktor Lama Pengeringan Beku (L) yang terdiri dari 4 taraf yaitu :

$$L_1 = 10 \text{ jam}$$

$$L_2 = 14 \text{ jam}$$

$$L_3 = 18 \text{ jam}$$

$$L_4 = 22 \text{ jam}$$

3.2.4. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola faktorial 3x4 dengan dua kali ulangan sehingga diperoleh plot sebanyak 24 plot percobaan. Adapun variabel yang digunakan adalah konsentrasi natrium sitrat (N) dan Lama Pengeringan Beku (L).

Tabel 5. Rancangan Percobaan Faktorial

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L ₁ = 10 Jam	L ₂ = 14 Jam	L ₃ = 18 jam	L ₄ = 22 jam
N ₁ = 3,0%	N ₁ L ₁	N ₁ L ₂	N ₁ L ₃	N ₁ L ₄
N ₂ = 5,0%	N ₂ L ₁	N ₂ L ₂	N ₂ L ₃	N ₂ L ₄
N ₃ = 7,0%	N ₃ L ₁	N ₃ L ₂	N ₃ L ₃	N ₃ L ₄

Berdasarkan rancangan di atas dapat dibuat denah (*lay out*) pengacakan percobaan faktorial 3x4 dengan 2 kali ulangan sebagai berikut.

Tabel 6. Kelompok Ulangan Rancangan Percobaan

Kelompok Ulangan 1											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N ₁ L ₂	N ₂ L ₂	N ₁ L ₄	N ₂ L ₁	N ₃ L ₃	N ₂ L ₄	N ₁ L ₃	N ₃ L ₁	N ₂ L ₃	N ₃ L ₄	N ₃ L ₂	N ₁ L ₁

Kelompok Ulangan 2											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N ₁ L ₃	N ₂ L ₃	N ₂ L ₁	N ₂ L ₂	N ₁ L ₂	N ₃ L ₄	N ₃ L ₂	N ₃ L ₃	N ₂ L ₄	N ₁ L ₁	N ₃ L ₁	N ₁ L ₄

Model percobaan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + K + S_i + T_j + (ST)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan :

- i = 1,2,3 (banyaknya variasi konsentrasi natrium sitrat)
- j = 1,2,3,4 (banyaknya variasi lama pengeringan beku)
- k = 1,2 (banyaknya ulangan)

Y_{ijk} = Nilai pengamatan dari kelompok ke-k, yang memperoleh taraf ke-i dari faktor (N), taraf ke-j dari faktor (L)

μ = Nilai rata-rata sebenarnya

K = Pengaruh taraf kelompok

S_i = Pengaruh perlakuan taraf ke-i faktor konsentrasi natrium sitrat

T_j = Pengaruh perlakuan taraf ke-j faktor lama pengeringan beku

$(ST)_{ij}$ = Pengaruh interaksi antara taraf ke-i dan taraf ke-j

ε_{ijk} = Pengaruh alat karena kombinasi perlakuan ij

3.2.5. Rancangan Analisis

Berdasarkan rancangan percobaan di atas, maka dapat dibuat analisis variansi (ANAVA) untuk mendapatkan kesimpulan mengenai pengaruh perlakuan seperti yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Analisis Variansi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Karakteristik Nasi Instan

Sumber Variasi	Derajat Bebas (dB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F tabel 5%
Kelompok	r-1	JKK	KTK	$\frac{KTP}{KTG}$	F(α , db-P, db-G)
Faktor N	N-1	JK (N)	KT (N)	$\frac{KT(N)}{KTG}$	F(α , db-N, db-G)
Faktor L	L-1	JK (L)	KT (L)	$\frac{KT(L)}{KTG}$	F(α , db-L, db-G)
Interaksi NL	(N-1)(L-1)	JK (NL)	KT (NL)	$\frac{KT(NL)}{KTG}$	F(α , db-NL, db-G)
Galat	(r-1)(NL-1)	JKG	KTG	-	
Total	rab-1	JKT	-	-	

(Sumber : Gasperz (1955))

Keterangan :

r = Replikasi (ulangan)

N = Konsentrasi Natrium Sitrat

L = Lama pengeringan beku

Selanjutnya ditentukan hipotesis yang diterima, yaitu :

1. Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ pada taraf 5% atau $Sig (P-Value) > 0,05$ maka tidak ada pengaruh yang nyata antara rata-rata dari setiap perlakuan, artinya perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap karakteristik nasi instan maka hipotesis ditolak.
2. Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ pada taraf 5% atau $Sig (P-Value) < 0,05$ maka adanya pengaruh yang nyata antara rata-rata dari setiap perlakuan, artinya perlakuan yang diberikan berpengaruh terhadap karakteristik nasi instan yang dihasilkan sehingga perlu dilakukan analisis lanjut untuk melihat perbedaan antara perlakuan dari masing-masing perlakuan pada taraf 5%.

3.2.6. Rancangan Respon

Pada penelitian ini respon yang dilakukan pada penelitian nasi instan terdiri dari respon fisik, respon kimia dan respon organoleptik.

1. Respon Fisik

Analisis respon fisik yaitu uji densitas kamba, daya serap air, rasio pengembangan, dan waktu rehidrasi, terhadap sampel nasi instan kering.

2. Respon Kimia

Analisis respon kimia yaitu uji kadar air metode gravimetri (AOAC, 2005) terhadap sampel nasi instan kering, dan uji gula reduksi metode luff schoorl (AOAC, 2005), terhadap sampel nasi instan.

3. Respon organoleptik

Analisis respon organoleptik terhadap produk nasi instan yaitu uji mutu hedonik dengan atribut warna, aroma, rasa, dan tekstur pulen dari nasi instan dan terdiri dari 6 skala penilaian mutu hedonik.

3.3. Prosedur Penelitian

Penelitian yang dilakukan yaitu pembuatan nasi instan dengan perlakuan perendaman beras konsentrasi natrium sitrat yang berbeda yaitu 3%, 5%, dan 7% dan lama pengeringan beku yang berbeda yaitu 6 jam, 10 jam, 14 jam, dan

18 jam. Kemudian dilakukan analisis respon kimia untuk mengetahui kadar air metode gravimetri dan kadar gula reduksi metode luff schoorl. Dilakukan analisis respon fisik yaitu densitas kamba, daya serap air, rasio pengembangan, waktu rehidrasi, dan rasio rehidrasi dari produk nasi instan, serta dilakukan pengujian organoleptik terhadap rasa, aroma, warna, dan tekstur dari produk nasi instan.

3.3.1. Proses Pembuatan Nasi Instan

Penjelasan proses pembuatan nasi instan sebagai berikut :

1. Perendaman

Sebanyak 100 gram beras direndam dalam larutan natrium sitrat 3%, 5%, dan 7% (1:2) dengan pemanasan pada suhu 50°C selama 2 jam. Perendaman beras dalam larutan natrium sitrat dapat menguraikan struktur protein beras. Hal ini menyebabkan beras menjadi lebih porous dan menurunkan rendemen beras instan (Luna et al ., 2015).

2. Pembilasan

Beras dibilas dengan dialirkan dengan air kedalam wadah untuk untuk menghilangkan residu natrium sitrat pada beras dengan indikator pH, dan menghilangkan kotoran, debu, sehingga kebersihan bahan baku terjamin.

3. Pemasakan

Proses pemasakan dilakukan untuk mendapatkan nasi yang matang dan telah tergelatinisasi sempurna. Beras dimasak menggunakan *Rice cooker low carbo*, dengan penambahan air hingga beras terendam rata, beras dimasak selama 30 menit sampai matang.

4. Pendinginan Suhu Ruang (*Tempering*)

Nasi yang telah matang didinginkan secara bertahap untuk menstabilkan kadar air dan suhu, serta mempersiapkan produk untuk proses pembekuan.

5. Pembekuan

Proses pembekuan pada suhu rendah dalam durasi yang cukup lama akan membentuk lebih banyak kristal es. Selama proses pengeringan, sebagian

air bebas masih tertahan di dalam bahan, yang berdampak pada peningkatan berat akhir produk nasi instan (Sasmitaloka et al ., 2020).

Nasi dikemas dengan menggunakan *thinwall* dengan berat tiap sampel 250gr dan dilakukan pembekuan dengan freezer bersuhu -18°C selama 24 jam. Pembekuan ini bertujuan untuk menghasilkan nasi menjadi lebih *porous* (berpori). Pembekuan ini juga bertujuan untuk mengubah air terikat pada bahan menjadi beku, sehingga proses sublimasi pada pengeringan beku dapat dilakukan.

6. Pengeringan

Nasi dikeringkan menggunakan *freeze dryer* pada tekanan 23 Pa selama 10jam, 14 jam, 18 jam, dan 22 jam.

7. Pengujian Respon Fisik

Analisis respon fisik terhadap produk nasi instan kering yaitu uji, densitas kamba, volume pengembangan, daya serap air, dan waktu rehidrasi.

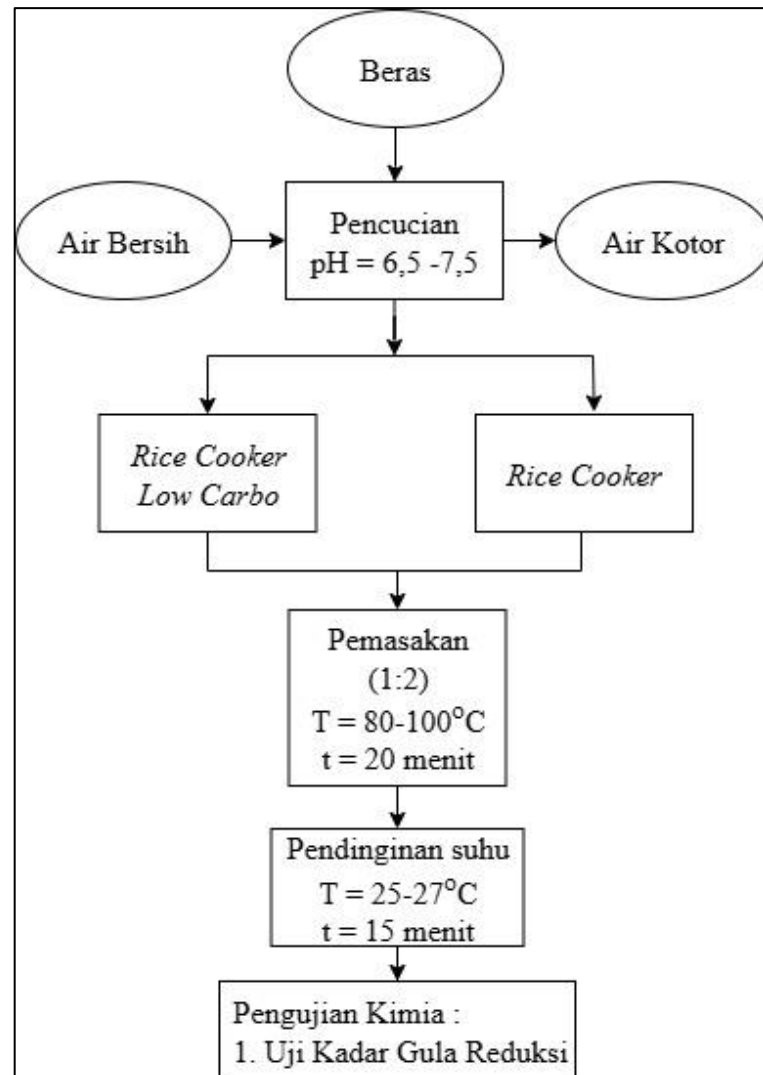
8. Pengujian Respon Kimia

Analisis respon kimia terhadap produk nasi instan yaitu uji kadar air metode gravimetri, dan uji kadar gula reduksi metode luff schoorl

9. Pengujian respon Organoleptik

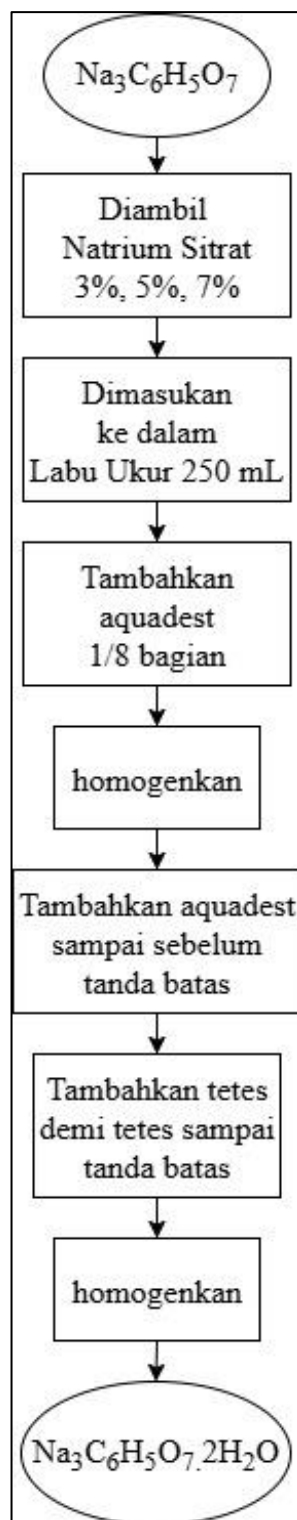
Analisis respon organoleptik terhadap produk nasi instan *ready to cook* yaitu uji mutu hedonik dengan atribut warna, aroma, rasa, dan tekstur dari nasi instan *ready to cook* dan terdiri dari 6 skala penilaian mutu hedonik.

3.3.2. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan



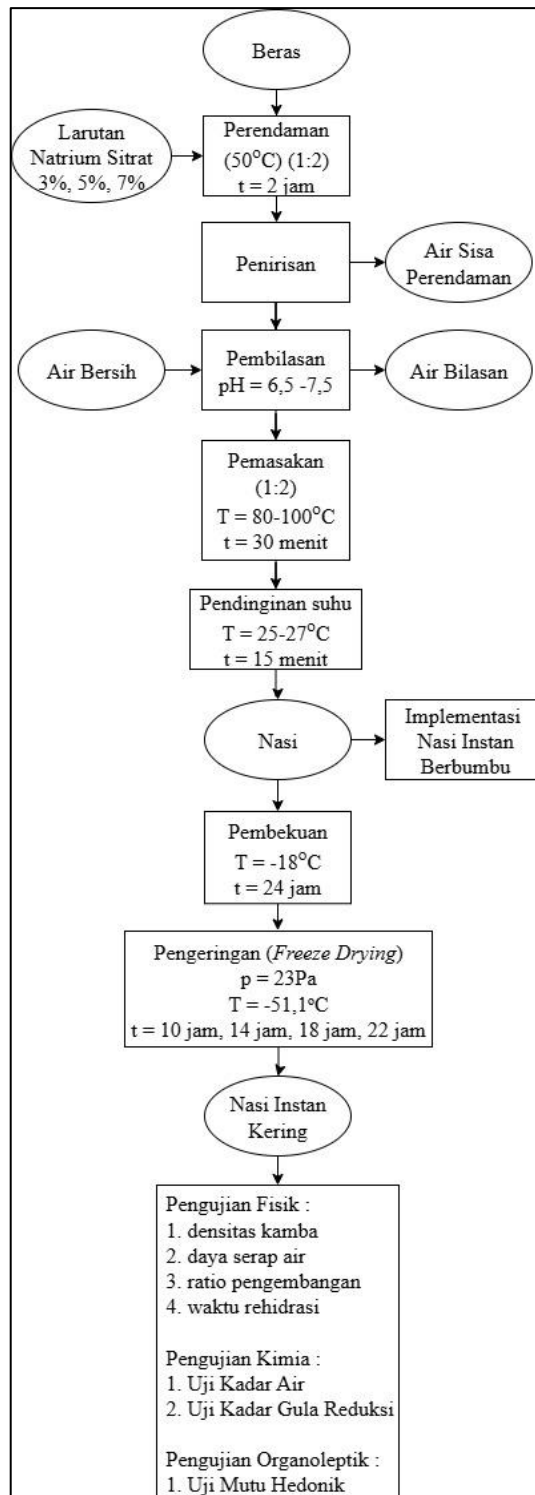
Gambar 6. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan

3.3.3. Diagram Alir Pembuatan Larutan Natrium Sitrat



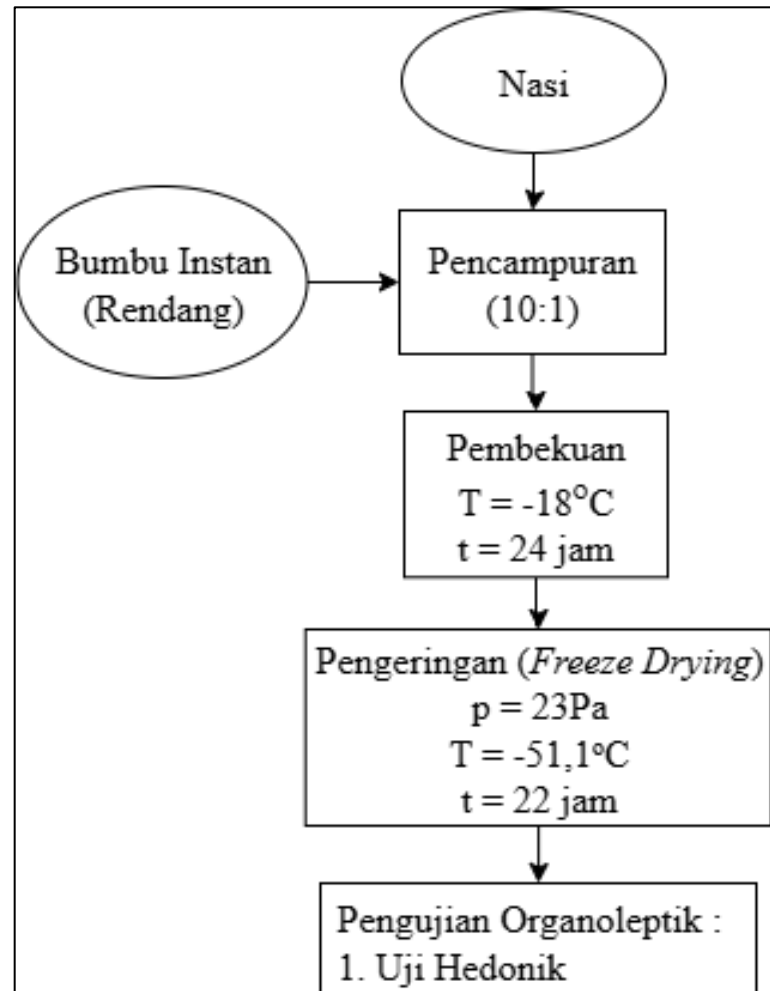
Gambar 7. Diagram Alir Pembuatan Larutan Natrium Sitrat

3.3.4. Diagram Alir Proses Pembuatan Nasi Instan



Gambar 8. Diagram Alir Pembuatan Nasi Instan *Ready to cook*

3.3.3. Diagram Alir Implementasi Nasi Instan Berbumbu



Gambar 9. Diagram Alir Implementasi Nasi Instan Berbumbu

3.4. Jadwal Penelitian

Tabel 8. Jadwal Penelitian

[illegible]

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menguraikan mengenai : (4.1) Hasil Penelitian, Pendahuluan meliputi ; (4.1.1) Pembuatan Larutan Natrium Sitrat dan (4.1.2) Pengujian Kadar Gula Reduksi. (4.2) Hasil Penelitian Utama meliputi ; (4.2.1.) Respon Fisik, (4.2.2.) Respon Kimia (4.2.3.) Respon Organoleptik. (4.3) Standar Operasional Prosedur, meliputi ; (4.3.1) Standar Operasional Prosedur Nasi Instan, (4.3.2) Standar Operasional Prosedur Nasi Instan Berbumbu, (4.3.3) Standar Operasional Prosedur Rehidrasi Nasi Instan

4.1. Hasil Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan, dilakukan pembuatan larutan natrium sitrat 3%, 5%, dan 7% pengujian kadar gula reduksi terhadap nasi tanpa perlakuan apapun yang dimasak dengan *rice cooker* biasa dan *rice cooker low carbo* sebagai kontrol sampel, dan juga pengujian kadar gula reduksi terhadap nasi yang di rendam dengan larutan natrium sitrat 3%, 5%, dan 7%.

4.2.1. Pembuatan Larutan Natrium Sitrat

Hasil penelitian pendahuluan pembuatan larutan natrium sitrat berupa larutan dengan konsentrasi natrium sitrat yang berbeda-beda yaitu 3%, 5%, dan 7%, masing-masing sebanyak 1000 mL. Larutan kemudian akan digunakan lebih lanjut untuk perendaman nasi dalam pembuatan nasi instan, dan dilakukan pengujian respon fisik meliputi densitas kampa, rasio pengembangan, daya serap air, dan waktu rehidrasi, respon kimia meliputi kadar air dan gula reduksi, serta respon organoleptik dengan atribut warna, aroma, tekstur, dan rasa.



Gambar 10. Pembuatan Larutan Natrium Sitrat 3%, 5%, dan 7%

4.2.2. Pengujian Kadar Gula Reduksi

Hasil pengujian kadar gula reduksi terhadap nasi tanpa perlakuan apapun yang dimasak dengan *rice cooker* biasa dan *rice cooker low carbo* sebagai kontrol sampel respon gula reduksi, dan juga pengujian kadar gula reduksi terhadap nasi yang di rendam dengan larutan natrium sitrat 3%, 5%, dan 7% adalah sebagai berikut.

Gula reduksi (*reducing sugars*) adalah gula yang mempunyai memiliki gugus aldehid ($-CHO$) bebas atau gugus keton yang mampu mereduksi senyawa lain dalam reaksi kimia. Contoh gula reduksi adalah glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Pada nasi atau beras yang telah dimasak, pati yang terkandung di dalamnya mengalami hidrolisis sebagian menjadi gula-gula reduksi seperti glukosa.

Tabel 9. Hasil Pengujian Pendahuluan Kadar Gula Reduksi

No	Jenis Treatment Nasi	Kadar Gula Reduksi (%)
1	Nasi dengan pemasakan <i>rice cooker</i> biasa	5,957
2	Nasi dengan pemasakan <i>rice cooker low carbo</i>	5,112
3	Nasi dengan pemasakan <i>rice cooker low carbo</i> dan perendaman larutan na-sitrat 3%	6,397
4	Nasi dengan pemasakan <i>rice cooker low carbo</i> dan perendaman larutan na-sitrat 5%	6,171
5	Nasi dengan pemasakan <i>rice cooker low carbo</i> dan perendaman larutan na-sitrat 7%	5,948

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan bahwa pemasakan dengan *rice cooker low carbo* dapat menurunkan kadar gula reduksi jika dibandingkan dengan nasi dari pemasakan *rice cooker* biasa.

Hal ini dapat terjadi karena ketika beras dimasak, sebagian pati larut dalam air pada *rice cooker* biasa tetap tertahan di dalam nasi sehingga seluruh pati larut kembali diserap oleh butiran nasi, sedangkan pada *rice cooker low carbo*, air yang mengandung pati larut dipisahkan selama pemasakan, sehingga kandungan karbohidrat (terutama gula sederhana hasil hidrolisis pati) menjadi lebih rendah (Hyejin et al ., 2022).

Pada nasi instan yang dimasak dengan *rice cooker low carbo* jika dibandingkan dengan nasi instan yang dilakukan perendaman, hasil menunjukkan gula reduksi yang meningkat.

Natrium sitrat dapat menambah kandungan karbohidrat pada nasi. Hal ini terjadi karena terurainya struktur pati kompleks, terutama amilopektin, menjadi bentuk amilosa yang lebih sederhana selama proses perendaman dan pemanasan pada pembuatan nasi instan. Pemecahan struktur pati beras menjadi struktur yang lebih sederhana menyebabkan peningkatan kandungan karbohidrat (Sasmitaloka et al ., 2020).

Pada nasi yang dimasak dengan *rice cooker low carbo* jika dibandingkan dengan nasi yang dimasak dengan *rice cooker low carbo* dan dilakukan perendaman, hasil menunjukkan gula reduksi yang menurun.

Natrium sitrat berperan dalam menguraikan struktur protein dalam butiran beras sehingga menyebabkan beras menjadi lebih porous (berongga). Penggunaan natrium sitrat yang tinggi dapat mengubah struktur bahan dan menurunkan kandungan karbohidrat akibat degradasi dan hilangnya pati selama proses pengolahan (Sasmitaloka et al ., 2020).

Penurunan kadar gula reduksi pada nasi disebabkan oleh adanya modifikasi pati melalui proses hidrolisis yang terjadi akibat perendaman dengan larutan natrium sitrat. Proses hidrolisis ini memutus ikatan glikosidik pada amilosa dan amilopektin sehingga menghasilkan molekul pati dengan struktur yang lebih sederhana, lebih hidrofilik, dengan viskositas rendah. Perubahan struktur ini mengurangi kemampuan pati melepaskan gula reduksi sehingga kadar gula reduksi pada nasi menjadi lebih rendah (Suarti, 2024).

4.2. Hasil Penelitian Utama



Gambar 11. nasi instan (*oven*)



Gambar 12. nasi instan (*freeze drying*)

Pada hasil *trial and error*, nasi dengan pengeringan beku (*freeze drying*) menghasilkan nasi instan yang bagus secara fisik dan rehidrasi, sedangkan nasi dengan pengeringan konvensional (*oven*) menghasilkan nasi instan yang berbentuk seperti nasi aking dan rehidrasi yang kurang bagus.

4.2.1. Respon Fisik

Analisis respon fisik yaitu uji densitas kamba terhadap nasi instan kering (Muchtadi et al ., 2015), daya serap air terhadap nasi instan kering (Muchtadi et al ., 2015), rasio pengembangan terhadap nasi instan kering (Muchtadi et al ., 2015), dan waktu rehidrasi terhadap sampel nasi instan kering.

4.2.1.1. Densitas Kamba

Densitas kamba ini berfungsi untuk menyatakan rongga kosong pada nasi instan dimana semakin kecil nilainya menunjukkan semakin *porous* (berpori) nasi instan tersebut.

Tabel 10. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Densitas Kamba (g/50 mL)

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	B	A	C	D
	14,985	14,485	16,178	19,324
	b	a	c	c
N2 (5%)	C	D	A	B
	14,763	17,470	12,800	13,800
	b	b	a	b
N3 (7%)	A	C	D	B
	12,400	14,200	14,700	12,900
	a	a	b	a

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% (huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertical)

Berdasarkan Tabel 10. didapat bahwa interaksi konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku memberikan pengaruh nyata terhadap analisis densitas kamba nasi instan. Hasil dari uji densitas kamba menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi natrium sitrat maka cenderung semakin turun densitas kambanya, sebaliknya semakin lama pengeringan beku hasil densitas kambanya cenderung naik.

Natrium sitrat meningkatkan porositas dan menurunkan densitas nasi instan melalui penguraian struktur pati, sehingga struktur nasi menjadi lebih berpori dan massa kering tersebar dalam volume yang lebih besar sehingga densitas kamba menjadi lebih kecil. Sebaliknya, lama pengeringan beku yang terlalu lama dapat menyebabkan kolapsnya pori-pori nasi instan sehingga densitas naik karena struktur menjadi lebih padat.

Selain itu, kemungkinan terdapat kesalahan dalam pelaksanaan proses pengeringan seperti tidak meratanya pemisahan nasi sebelum dikeringkan yang menyebabkan butiran nasi masih menempel atau menggumpal. Kondisi ini mempengaruhi densitas kamba karena nasi yang menggumpal akan memiliki volume efektif yang lebih kecil dan massa yang terkonsentrasi sehingga densitasnya menjadi lebih tinggi.

Semakin tinggi konsentrasi natrium sitrat, maka struktur protein yang teruraikan menjadi lebih banyak dan membuat beras semakin porous (berpori) sehingga densitas kambanya lebih kecil (Banurea et al ., 2020). Penambahan konsentrasi natrium sitrat pada proses perendaman mempengaruhi nilai densitas kamba nasi instan yang dihasilkan, dimana struktur protein beras teruraikan pada saat perendaman dengan natrium sitrat sehingga menghasilkan beras yang lebih berongga (Luna et al ., 2015).

Lama pengeringan menunjukkan bahwa semakin lama proses pengeringan beku berlangsung, densitas kamba cenderung semakin naik. Hal ini terjadi karena semakin lama pengeringan, air pada bahan terhilang lebih sempurna, sehingga struktur bahan menjadi lebih padat dan rongga kosong (porositas) berkurang, menyebabkan peningkatan densitas kamba

Pengeringan beku (*freeze drying*) pada nasi instan dilakukan dengan mengurangi tekanan dan suhu di sekitar nasi yang sedang dalam keadaan beku untuk membentuk kelembaban dalam proses sublimasi. Proses sublimasi dalam keadaan beku ini membuat nasi instan tetap mempertahankan

bentuknya selagi menguapkan air, sehingga nasi instan menjadi lebih porous (berpori) karena seluruh es langsung menjadi uap air sehingga tidak ada lagi air yang menempati rongga kosong pada nasi instan (Banurea et al ., 2020).

Hasil penelitian pada respon densitas kamba dapat disimpulkan memiliki hasil 0,25-0,39 g/mL. Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Sasmitaloka et al . (2019), dengan metode pengeringan beku menghasilkan densitas kamba 0,30-0,37 g/mL, sedangkan dengan metode pengeringan konvensional pada penelitian Luna et al . (2015) menghasilkan densitas kamba sebesar 0,50-0,57 g/mL.

4.2.1.2. Daya Serap Air

Uji daya serap air dilakukan tidak hanya untuk mengetahui kemampuan nasi instan dalam menyerap kembali air, dengan mengetahui daya serap air dari tiap sampel, dapat dilanjutkan dengan uji waktu rehidrasi dengan jumlah air yang optimal agar nasi instan dapat menyerap air secara maksimal sehingga tekstur dan kualitasnya kembali mendekati nasi segar saat dikonsumsi.

Tabel 11. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Daya Serap Air (%)

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	A	B	B	A
	72,949	73,860	73,853	72,945
	b	b	b	b
N2 (5%)	A	D	C	B
	74,283	75,939	75,626	74,815
	c	c	c	c
N3 (7%)	B	D	C	A
	71,087	71,445	71,338	70,604
	a	a	a	a

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% (huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertical)

Berdasarkan Tabel 12. didapat bahwa interaksi konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku memberikan pengaruh nyata terhadap analisis daya serap air nasi instan, hasil menunjukkan bahwa interaksi keduanya menghasilkan daya serap air yang cenderung naik pada pengeringan beku yang semakin lama, tetapi daya serap air turun pada lama pengeringan yang terlalu lama, sama halnya dengan konsentrasi natrium sitrat yang cenderung naik, tetapi turun pada konsentrasi yang terlalu tinggi.

Daya serap air pada nasi instan cenderung meningkat seiring dengan penambahan lama pengeringan beku karena proses ini meningkatkan porositas dan pemutusan polimer pati, sehingga air lebih mudah meresap saat rehidrasi. Namun, jika lama pengeringan beku terlalu lama, pori-pori yang terbentuk bisa mengalami penyusutan atau kolaps akibat stres mekanik dan termal, sehingga menurunkan kemampuan beras instan dalam menyerap air kembali.

Hal serupa juga terjadi pada pengaruh konsentrasi natrium sitrat, dimana peningkatan konsentrasi natrium sitrat awalnya membantu memodifikasi struktur pati, meningkatkan porositas serta daya serap air nasi instan. Akan tetapi, pada konsentrasi natrium sitrat yang terlalu tinggi, dapat terjadi penggumpalan atau aglomerasi yang menutup pori-pori, sehingga daya serap air menjadi menurun.

Natrium sitrat yang terlalu banyak menurunkan kapasitas daya serap air meskipun porositasnya meningkat, karena struktur menjadi terlalu rapuh dan massa jenis rendah (*bulk density* rendah), menyebabkan produk mengapung di permukaan air dan menyulitkan air untuk rehidrasi (Nirbaya et al ., 2024).

Salah satu tahapan dari pengeringan beku yaitu pembekuan, menurut Marques (2009) dikutip dari (Gamboa et al ., 2025), *freeze-drying* mampu menjaga struktur utama bahan dan menghasilkan produk yang berpori tinggi,

kemampuan bahan pada daya serap air sebesar 58–64% dari kondisi segar, sehingga rehidrasi tidak sempurna. Faktor seperti pelepasan panas laten serta perubahan struktur fisik saat rehidrasi turut memengaruhi kemampuan produk menyerap dan menahan air. Hal ini yang membuat nasi instan yang terlalu lama melalui pengeringan beku menjadi lebih sulit menyerap air

Hasil pengukuran daya serap air nasi instan pada penelitian ini berkisar 70,604-75%. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan Widowati et al . (2020), nasi instan yang diproduksi menggunakan pengeringan konvensional menghasilkan volume pengembangan berkisar 115,43-154,99%.

4.2.1.3. Rasio Pengembangan

Pada sereal (terutama beras), rasio pengembangan adalah kemampuan butir untuk mengembang setelah dimasak, yang umumnya diukur sebagai perbandingan volume atau panjang butir beras setelah pemasakan terhadap volume atau panjang butir beras mentah.

Porositas dan daya serap air nasi instan akan mempengaruhi volume pengembangannya. Bentuk partikel nasi instan akan mengalami perubahan selama proses penyerapan air. Air yang terserap akan membentuk terikat pada molekul pati membentuk hidrat (air yang terikat) dan sulit diuapkan sehingga terjadi penambahan volume. Semakin besar porositas dan daya serap air suatu bahan, maka volume pengembangannya juga semakin besar (Sasmitaloka et al ., 2020).

Berdasarkan Tabel 11. didapat bahwa interaksi konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku memberikan pengaruh nyata terhadap volume pengembangan nasi instan, akan tetapi pengaruhnya bersifat non-linear (tidak beraturan). Secara umum, pengeringan beku yang semakin lama menghasilkan volume pengembangan yang cenderung semakin tinggi, lain halnya dengan konsentrasi natrium sitrat yang semakin tinggi menghasilkan volume pengembangan yang cenderung semakin rendah.

Tabel 12. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Rasio Pengembangan (%)

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	B	A	A	C
	101,304	100,000	100,000	102,874
	c	b	b	c
N2 (5%)	B	B	B	A
	100,000	100,000	100,000	94,494
	b	b	b	a
N3 (7%)	A	B	C	D
	96,191	97,524	98,730	98,747
	a	a	a	b

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% (huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertical)

Faktor yang memengaruhi nilai volume pengembangan adalah porositas dan daya serap air, semakin besar porositas dan daya serap air suatu bahan maka volume pengembangannya juga akan semakin besar (Widowati et al ., 2020). Pada hasil daya serap yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan hal yang berhubungan dengan hasil volume pengembangan.

Karena volume pengembangan secara langsung dipengaruhi oleh hasil daya serap air, maka penurunan daya serap air akibat tingginya konsentrasi natrium sitrat menyebabkan volume pengembangan produk turut menurun. Meski porositas produk tinggi, struktur yang rapuh dan massa jenis rendah membuat air sulit untuk menembus dan menyerap ke dalam bahan sehingga ekspansi volume menjadi tidak maksimal.

Sama halnya dengan konsentrasi natrium sitrat, pengeringan beku yang terlalu lama juga menyebabkan penurunan terhadap volume pengembangan yang dipengaruhi dari daya serapnya yang tidak optimal, hal ini terjadi karena faktor perubahan struktur fisik saat rehidrasi turut memengaruhi kemampuan produk menyerap dan menahan air (Gamboa et al

., 2025), sehingga nasi instan perlu kondisi khusus untuk menjaga suhu air tetap panas untuk mencapai volume pengembangan yang konstan.

Hasil pengukuran volume pengembangan nasi instan pada penelitian ini berkisar 116,78-163,49%. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan Widowati et al . (2020), nasi instan yang diproduksi menggunakan pengeringan konvensional menghasilkan volume pengembangan berkisar 115,43-154,99%.

4.2.1.4. Waktu Rehidrasi

Waktu rehidrasi menunjukkan kemampuan nasi instan dalam menyerap air kembali sehingga mencapai tekstur yang lunak dan siap dikonsumsi selanjutnya nasi biasa. Waktu rehidrasi yang optimal, biasanya kurang dari 5 menit, dengan cara pemasakan nasi dengan cara direbus pada air yang mendidih ($\geq 100^{\circ}\text{C}$), menunjukkan produk yang efisien dan praktis bagi konsumen.

Tabel 13. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Waktu Rehidrasi (menit)

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	D	C	B	A
	4,090	3,320	2,320	1,510
	a	a	a	a
N2 (5%)	B	A	B	B
	4,200	4,011	4,200	4,250
	b	b	b	b
N3 (7%)	A	A	B	C
	4,200	4,250	4,370	5,250
	b	c	c	c

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% (huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertical)

Berdasarkan Tabel.13 didapat bahwa interaksi konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku memberikan pengaruh nyata terhadap

analisis waktu rehidrasi nasi instan. Hasil menunjukkan semakin tinggi kadar natrium sitrat, menghasilkan waktu rehidrasi yang cenderung lebih lama, dan tetapi semakin lama waktu pengeringan beku menunjukan nasi yang cenderung lebih cepat. Hasil interaksi antara konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku, perlu diperhatikan kembali karena kombinasinya dalam menghasilkan waktu rehidrasi sangat beragam.

Konsentrasi natrium sitrat yang terlalu tinggi mengakibatkan nasi instan memiliki struktur yang terlalu rapuh dan *bulk density* yang rendah, sehingga butiran nasi mudah mengapung dan menghambat penetrasi air selama rehidrasi (Nirbaya et al ., 2024).

Waktu pengeringan beku yang terlalu lama mengakibatkan waktu rehidrasi nasi instan yang lebih lama. Hal ini terjadi karena pembekuan yang dilakukan sebelum pengeringan membuat perubahan struktural pada bahan, yang menyebabkan pelemahan struktur yang lebih besar dan pori-pori (porous) yang lebih tebal (Richter, (2021) dikutip dari (Gamboa et al ., 2025)), sehingga rehidrasi menjadi lebih besar. Ketika struktur nasi instan melemah, terjadi pelepasan bagian-bagian kecil akibat kelebihan air yang ada selama rehidrasi (Gamboa et al ., 2025).

Pengeringan beku yang terlalu lama pada nasi instan mengakibatkan terbentuknya pori-pori yang terlalu besar, sehingga rasio rehidrasi sampel beku menjadi lebih tinggi (Gamboa et al ., 2025).

Hasil pengukuran waktu rehidrasi nasi instan pada penelitian ini berkisar 1,51-5,25 menit. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan Banurea et al . (2020), nasi instan yang diproduksi menggunakan pengeringan beku menghasilkan waktu rehidrasi 3,31-6,23 menit. penelitian yang dilakukan Widowati et al . (2020) nasi instan yang diproduksi menggunakan pengeringan konvensional menghasilkan waktu rehidrasi berkisar 4,10-6,50 menit.

4.2.2. Respon Kimia

Analisis respon kimia yaitu uji kadar air metode gravimetri (AOAC, 2005) terhadap sampel nasi instan kering dan uji gula reduksi metode luff schoorl (Sudarmadji et al ., 2010) terhadap sampel nasi instan.

4.2.2.1. Kadar Air

Nasi instan dengan kadar air yang rendah akan lebih memperpanjang umur simpan karena dapat menekan aktivitas mikroorganisme, Dimana mikroorganisme yang dapat merusak makanan dapat terhambat kehidupan dan perkembangannya pada kondisi kadar air rendah (Winarno, 2004).

Tabel 14. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Kadar Air (%)

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	C	D	A	B
	4,750	5,150	0,498	1,297
	b	b	a	a
N2 (5%)	D	C	B	A
	3,387	2,245	1,943	1,195
	a	a	b	a
N3 (7%)	B	A	A	C
	3,297	2,297	2,240	4,596
	a	a	c	b

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% (huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertical)

Berdasarkan Tabel 14. didapat bahwa interaksi konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku memberikan pengaruh nyata terhadap analisis kadar air nasi instan. Hasil menunjukan bahwa konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku pengaruhnya bersifat *non-linear* (tidak beraturan). Konsentrasi natrium sitrat yang semakin tinggi pada lama pengeringan 10 jam dan 14 jam menghasilkan kadar air yang cenderung turun, sebaliknya pada konsentrasi natrium sitrat yang semakin tinggi pada

lama pengeringan 18 jam dan 22 jam menghasilkan kadar air yang cenderung naik.

Menurut Turnip (2022), standar kadar air untuk nasi instan adalah 9,00–12,5%, sehingga nilai kadar air nasi instan diupayakan mendekati atau lebih rendah dari nilai tersebut agar mutu, stabilitas mikrobiologi, dan daya simpan produk optimal, serta rehidrasi pada saat penyajian tetap efektif. Hasil kadar air pada tiap sampel menunjukkan kadar air yang sudah memenuhi standar nasi instan.

Natrium sitrat adalah garam natrium dari asam sitrat. Garam memiliki sifat higroskopis yang berarti menyerap air atau memiliki kemampuan dalam menarik dan mengikat molekul air dalam bahan (Wicaksono, 2023).

Lama pengeringan beku berpengaruh terhadap kadar air karena semakin lama waktu pengeringan, sublimasi air terhadap bahan berlangsung lebih maksimal. Dengan bertambahnya waktu pengeringan, air bebas dan sebagian air terikat yang masih tersisa dalam jaringan bahan dapat lebih banyak menguap, sehingga kadar air menjadi semakin rendah. Hasil penelitian ini bisa disandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Astuti, yang dikutip oleh Tarigan (2015) yang menyatakan, kadar air bawang daun kering dengan pengeringan beku 18 dan 30 jam yaitu 17,22% dan 10,02%, hal ini disebabkan karena semakin lama pengeringan suatu bahan, maka semakin banyak air yang disublimasi.

4.2.2.2. Kadar Gula Pereduksi

Karbohidrat utama dalam beras adalah pati, yang ketika dipecah akan menghasilkan glukosa. Glukosa adalah gula pereduksi. Proses pemasakan menyebabkan sebagian besar karbohidrat dalam beras terurai menjadi gula pereduksi, tetapi sebagian juga akan rusak atau hilang. Purbowati & Anugrah (2021) menyatakan kadar gula pereduksi (glukosa) bisa berubah akibat pemasakan.

Pengujian gula reduksi pada nasi instan perlu dilakukan karena banyak orang saat ini beralih hidup sehat dan semakin menyadari pentingnya kandungan gula dalam produk pangan yang mereka konsumsi, terutama dalam mengonsumsi nasi. Gula reduksi yang berlebihan dalam nasi instan dapat menyebabkan peningkatan kadar gula darah (yang diketahui sebagai indeks glikemik) setelah dikonsumsi, yang selanjutnya merangsang produksi insulin dalam tubuh. Jika produksi insulin terjadi secara berlebihan dan sering, tubuh dapat mengalami resistensi insulin, yaitu kondisi yang menjadi faktor utama berkembangnya diabetes tipe 2. Selain itu, kelebihan gula dalam makanan juga dapat memicu masalah kesehatan serius seperti obesitas, penyakit jantung, gangguan metabolisme, serta kerusakan organ seperti ginjal dan hati.

Tabel 15. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Gula Pereduksi (%)

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	B	D	A	C
	5,529	5,957	5,104	5,745
	c	b	a	b
N2 (5%)	A	B	C	A
	4,911	5,117	5,742	4,911
	a	a	b	a
N3 (7%)	A	C	B	D
	5,518	6,186	5,957	6,415
	b	c	c	c

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% (huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertical)

Berdasarkan Tabel 15. didapat bahwa interaksi konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku memberikan pengaruh nyata terhadap analisis gula reduksi. Pada konsentrasi 3%, kadar gula reduksi relatif tidak stabil. Pada konsentrasi 5%, kadar gula reduksi cenderung stabil, dengan menunjukkan bahwa konsentrasi ini mampu menjaga kestabilan pati selama

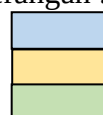
pengeringan beku. Sementara itu, pada konsentrasi 7%, kadar gula reduksi mengalami peningkatan seiring bertambahnya lama pengeringan. Secara keseluruhan, konsentrasi natrium sitrat yang tinggi cenderung meningkatkan gula reduksi terutama pada pengeringan yang lama.

Rice cooker low carbo bekerja dengan memisahkan air tajin secara otomatis melalui proses pengukusan atau penggunaan baki atau saringan khusus yang menahan beras untuk memisahkan air tajin yang mengandung pati, tetapi tetap memungkinkan air mendidih berulang kali untuk mematangkan nasi, selagi memisahkan air tajin yang mengandung pati dari beras. Dengan membuang pati yang larut, nasi yang dihasilkan memiliki kandungan karbohidrat lebih rendah, membuatnya lebih sehat tanpa mengubah tekstur secara signifikan. Alat ini sama cara kerjanya seperti dandang/langseng.

Tabel 16. Penurunan Kadar Gula Reduksi nasi instan dibandingkan dengan nasi pemasakan *rice cooker* biasa

No	Kode Sampel	Kadar Gula Reduksi (%)		Δ Gula Reduksi	Penurunan Gula Reduksi (%)
		Nasi dari <i>rice cooker</i> biasa	Nasi Instan yang sudah direhidrasi		
1	N1 L1	5,957	5,529	0,429	7,193
2	N1 L2		5,957	0,000	0,000
3	N1 L3		5,104	0,853	14,319
4	N1 L4		5,745	0,212	3,559
5	N2 L1		4,911	1,046	17,559
6	N2 L2		5,117	0,840	14,101
7	N2 L3		5,742	0,215	3,609
8	N2 L4		4,911	1,046	17,559
9	N3 L1		5,518	0,440	7,378
10	N3 L2		6,186	-0,229	-3,844
11	N3 L3		5,957	0,000	0,000
12	N3 L4		6,415	-0,458	-7,688

Keterangan :



= terjadi **penurunan** gula reduksi

= terjadi **kenaikan** gula reduksi

= tidak berpengaruh terhadap gula reduksi

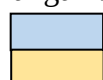
Berdasarkan Tabel.16 pada perbandingan gula reduksi sampel nasi instan yang sudah direhidrasi dibandingkan dengan nasi dengan pemasakan *rice cooker* biasa, hasil menunjukkan bahwa gula reduksi cenderung turun.

Menurut N. Ahmad & Paridah (2025) metode pemasakan dengan menggunakan dandang didapatkan jumlah Kadar Pati dan kadar gula total lebih rendah dibanding menggunakan *rice cooker* (*rice cooker* 58,281% ; dandang 30,125), dengan demikian untuk mengurangi asupan gula dari makanan pokok dan risiko peningkatan kadar gula darah dapat diminimalkan.

Tabel 17. Penurunan Kadar Gula Reduksi dibandingkan dengan nasi pemasakan *rice cooker low carbo* tanpa perendaman

No	Kode Sampel	Kadar Gula Reduksi (%)		Δ Gula Reduksi	Penurunan Gula Reduksi (%)
		Nasi <i>rice cooker</i> <i>low carbo</i>	Nasi Instan yang sudah direhidrasi		
1	N1 L1	5,112	5,529	-0,416	-8,147
2	N1 L2		5,957	-0,845	-16,530
3	N1 L3		5,104	0,008	0,156
4	N1 L4		5,745	-0,633	-12,383
5	N2 L1		4,911	0,201	3,932
6	N2 L2		5,117	-0,005	-0,098
7	N2 L3		5,742	-0,630	-12,324
8	N2 L4		4,911	0,201	3,932
9	N3 L1		5,518	-0,406	-7,932
10	N3 L2		6,186	-1,074	-21,009
11	N3 L3		5,957	-0,845	-16,530
12	N3 L4		6,415	-1,303	-25,489

Keterangan :



= terjadi **penurunan** gula reduksi

= terjadi **kenaikan** gula reduksi

Berdasarkan Tabel.17 pada perbandingan gula reduksi sampel nasi instan yang sudah direhidrasi dibandingkan dengan nasi dengan pemasakan *rice cooker low carbo* tanpa perendaman, menunjukkan gula reduksi yang cenderung naik.

Konsentrasi natrium sitrat yang tinggi dapat menambah kandungan karbohidrat pada nasi. Hal ini terjadi karena terurainya struktur pati

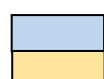
kompleks, terutama amilopektin, menjadi bentuk amilosa yang lebih sederhana selama proses perendaman dan pemanasan pada pembuatan nasi instan. Pemecahan struktur pati beras menjadi struktur yang lebih sederhana menyebabkan peningkatan kandungan karbohidrat (Sasmitaloka et al ., 2020).

Hasil ini didukung oleh hasil penelitian Banurea et al . (2020) yang menyatakan natrium sitrat memberikan pengaruh nyata terhadap karbohidrat nasi instan varietas Sintanur. Hal ini dikarenakan kadar karbohidrat diperoleh dengan perhitungan melalui *metode by difference* yang dipengaruhi oleh air, abu, lemak, dan protein yang terkandung didalamnya, semakin rendah kadar air, abu, lemak dan protein maka kadar karbohidrat akan semakin tinggi, begitupun sebaliknya semakin tinggi kadar air, abu, lemak dan protein maka kadar karbohidrat semakin rendah.

Tabel 18. Penurunan Kadar Gula Reduksi dibandingkan dengan nasi instan sebelum pengeringan beku dan setelah pengeringan beku

No	Kode Sampel	Kadar Gula Reduksi (%)		Δ Gula Reduksi	Penurunan Gula Reduksi (%)
		Sebelum Pengeringan Beku	Setelah Pengeringan Beku		
1	N1 L1	6,397	5,529	0,869	13,577
2	N1 L2		5,957	0,440	6,878
3	N1 L3		5,104	1,293	20,213
4	N1 L4		5,745	0,652	10,192
5	N2 L1	6,171	4,911	1,260	20,418
6	N2 L2		5,117	1,054	17,080
7	N2 L3		5,742	0,429	6,952
8	N2 L4		4,911	1,260	20,418
9	N3 L1	5,948	5,518	0,431	7,238
10	N3 L2		6,186	-0,238	-4,001
11	N3 L3		5,957	-0,009	-0,151
12	N3 L4		6,415	-0,467	-7,851

Keterangan :



= terjadi **penurunan** gula reduksi
 = terjadi **kenaikan** gula reduksi

Berdasarkan Tabel.18 pada perbandingan gula reduksi sampel nasi instan yang sudah direhidrasi dibandingkan dengan nasi instan yang belum di keringkan, menunjukkan nasi dengan gula reduksi yang cenderung turun.

Marques (2009) dalam Gamboa et al . (2025) menyebutkan bahwa meski kandungan karbohidrat total tidak banyak berubah, kemampuan mengikat air dan daya cerna pati bisa sedikit berubah akibat rekristalisasi es dan kerusakan struktur sel, pada saat pembekuan suhu ekstrim sebelum dilakukan pengeringan.

Penurunan kadar gula reduksi pada nasi dipengaruhi oleh modifikasi pati melalui proses hidrolisis asam akibat perendaman dalam larutan natrium sitrat, di mana pemutusan ikatan glikosidik pada amilosa dan amilopektin menghasilkan struktur pati yang lebih sederhana, hidrofilik, dan dengan viskositas rendah sehingga menurunkan kemampuan pelepasan gula reduksi (Suarti, 2024).

Selain itu, lama pengeringan beku juga berperan sebagai bentuk modifikasi pati fisik yang dapat mengubah sifat gelatinisasi, swelling power, serta tekstur granula, sehingga semakin memperkuat penurunan gula reduksi pada nasi instan.

Natrium sitrat berperan dalam memodifikasi pati pada beras melalui mekanisme hidrolisis dan penguraian pati, sehingga struktur pati menjadi lebih sederhana dan terurai. Proses perendaman beras dengan natrium sitrat menyebabkan pelonggaran dan penguraian molekul pati yang berkontribusi pada pembentukan pori-pori dalam butiran beras. Selanjutnya, proses *freeze drying* dilakukan pada tekanan (23 Pa) dan suhu yang sangat rendah (-51,1°C), sehingga air dalam beras mengalami proses sublimasi langsung dari fase padat (es) menjadi gas (uap air) tanpa melewati fase cair, sehingga struktur fisik pati tidak mengalami kerusakan. Kondisi tekanan rendah dan suhu dingin ini menyebabkan terbentuknya porositas yang stabil pada beras

karena air yang tersublimasi meninggalkan ruang kosong atau pori di dalam struktur pati. Akibatnya, kerapatan pati menurun dan menghasilkan nasi instan dengan tekstur yang lebih porous, yang memudahkan penetrasi air saat rehidrasi dan menurunkan densitas produk akhir. Dengan demikian, kombinasi natrium sitrat dan *freeze drying* secara sinergis memodifikasi pati beras menjadi lebih sederhana dan berpori tanpa merusak struktur aslinya.

4.2.3. Respon Organoleptik

4.2.3.1. Atribut Warna Putih Nasi

Salah satu atribut paling penting pada produk pangan ialah warna. Pengertian warna bisa disebut sebagai bagian dari penampilan. Secara visual faktor warna akan tampil lebih dahulu dan sering kali menentukan nilai suatu produk (Winarno, 2004).

Tabel 19. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Respon Organoleptik Atribut Warna

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	4,750	4,684	4,817	4,817
N2 (5%)	4,767	4,583	4,700	4,617
N3 (7%)	4,633	4,717	4,600	4,584

Berdasarkan tabel.19 didapatkan hasil konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku tidak berpengaruh terhadap respon organoleptik atribut warna putih nasi. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Widowati et al . (2020), yang menyatakan bahwa nasi instan harus sesuai dengan nasi biasa dalam hal rasa, aroma, dan tekstur.

Berdasarkan kuisioner yang telah diberikan kepada panelis, didapatkan rata-rata penilaian skala mutu hedonik nasi instan atribut warna pada sampel

N1L4 intensitas warnanya paling kuat, sedangkan sampel N2L2 intensitas warnanya paling tidak kuat.

Konsentrasi natrium sitrat yang digunakan pada nasi instan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap warna karena natrium sitrat terutama berperan dalam memodifikasi sifat fisik seperti porositas dan daya serap air, bukan pada reaksi kimia yang menghasilkan perubahan warna. Selain itu, proses pengeringan beku dilakukan pada suhu rendah sehingga tidak terjadi reaksi pencoklatan atau degradasi pigmen yang biasanya mengubah warna beras instan yang dikeringkan dengan pengeringan panas (*oven*). Oleh karena itu, warna pada nasi instan tidak berpengaruh nyata meskipun terjadi variasi dalam konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku, variasi tersebut bisa muncul akibat kesalahan penilaian yang bias dari panelis.

Hal ini didukung oleh penelitian Banurea et al . (2020), Dimana pengeringan beku menghasilkan nasi instan dengan struktur yang lebih porous (berpori) dibandingkan pengeringan *oven* (konvensional). Pada saat proses rehidrasi, air yang diserap dan tertahan dalam bahan dengan struktur yang lebih porous akan semakin banyak. Hal ini terjadi ketika nasi instan direhidrasi yang diproduksi dengan pengeringan beku memiliki tingkat kecerahan yang lebih tinggi dibandingkan nasi instan setelah rehidrasi yang diproduksi dengan pengeringan *oven* (konvensional).

4.2.3.2. Atribut Aroma Nasi

Aroma merupakan atribut sensori yang sangat menentukan tingkat penerimaan suatu produk, dengan aroma yang khas dan disenangi akan meningkatkan penerimaan konsumen. Aroma menjadi salah satu daya tarik dalam penentuan rasa enak dan nafsu suatu makanan (Tarigan, 2015).

Hasil atribut aroma nasi menunjukkan hasil intensitas yang berbeda-beda pada tiap individu karena persepsi aroma sangat subjektif dan

dipengaruhi oleh indera penciuman yang berbeda pada masing-masing panelis. Faktor genetik, pengalaman, sensitivitas reseptor penciuman, serta preferensi pribadi turut memengaruhi bagaimana seseorang menilai aroma suatu produk. Hasil pada tabel 20. Menunjukkan bahwa konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku pada uji organoleptik atribut aroma nasi tidak berpengaruh nyata.

Tabel 20. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Respon Organoleptik Atribut Aroma

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	4,217	3,884	3,867	4,217
N2 (5%)	3,934	3,884	4,150	3,984
N3 (7%)	4,200	4,133	4,400	4,100

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Widowati et al . (2020), yang menyatakan bahwa nasi instan harus sesuai dengan nasi biasa dalam hal rasa, aroma, dan tekstur.

Berdasarkan kuisioner yang telah diberikan kepada panelis, didapatkan rata-rata penilaian skala mutu hedonik nasi instan atribut aroma pada sampel N3L3 intensitas aromanya paling kuat, sedangkan sampel N1L3 intensitas aromanya paling tidak kuat.

Hasil penelitian ini bisa disandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra (2018), yang memiliki hasil organoleptik atribut aroma yang tidak mempengaruhi produk beras ketan dengan perlakuan natrium sitrat 1%,3%, dan 5%.

Umumnya semakin lama proses freeze-drying, maka intensitas aroma cenderung menurun karena senyawa volatil (penyebab bau) dapat ikut hilang selama sublimasi atau terdegradasi selama tahap sekunder (Zhao et al ., 2023).

4.2.3.3. Atribut Tekstur Pulen Nasi

Tekstur penting dilakukan pengujian karena menjadi salah satu dari parameter yang menentukan penerimaan konsumen. Nasi yang baik umumnya diharapkan memiliki tekstur pulen, yaitu lembut, tidak keras, tidak terlalu lengket, dan mudah dikunyah.

Dalam konteks nasi instan, tekstur pulen diperlukan untuk memastikan bahwa setelah proses pengeringan beku (*freeze drying*) dan rehidrasi, nasi tetap menyerupai nasi segar yang dimasak langsung. Jika nasi instan terlalu keras, kering, atau pecah, konsumen bisa menolak produk tersebut. Sebaliknya, jika tekstur terlalu lembek dan tidak berbutir, maka tidak sesuai dengan ekspektasi konsumen terhadap nasi sebagai makanan pokok.

Tabel 21. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Respon Organoleptik Atribut Tekstur

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	4,150	4,300	3,984	3,933
N2 (5%)	4,217	4,283	3,967	4,050
N3 (7%)	3,950	3,833	4,250	3,933

Hasil pada tabel 21. Menunjukkan bahwa konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku pada uji organoleptik atribut tekstur pulen nasi tidak berpengaruh nyata. Hasil ini didukung oleh penelitian Widowati et al . (2020), yang menyatakan bahwa nasi instan harus sesuai dengan nasi biasa dalam hal rasa, aroma, dan tekstur.

Berdasarkan kuisioner yang telah diberikan kepada panelis, didapatkan rata-rata penilaian skala mutu hedonik nasi instan atribut tekstur pulen pada sampel N1L2 intensitas tekstur pulen paling kuat, sedangkan sampel N3L2 intensitas tekstur pulen paling tidak kuat.

Hasil penelitian ini bisa disandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra (2018), yang memiliki hasil organoleptik atribut aroma yang tidak mempengaruhi produk beras ketan dengan perlakuan natrium sitrat 1%,3%, dan 5%.

Kepulenan nasi sangat dipengaruhi oleh kadar amilosa dan amilopektin dalam beras, serta perlakuan pengolahan seperti perendaman, pengeringan, dan rehidrasi saat penyajian.

Pada penelitian Hawa et al . (2022) dengan produk nasi liwet instan perendaman natrium sitrat 5-8% selama 4-6 jam menghasilkan beras liwet dengan tekstur pulen dan lembut. Hal ini didasari dari respon konsumen yang lebih menyukai tingkat kelengketan tinggi dan kekerasan rendah.

4.2.3.4. Atribut Rasa Nasi

Rasa merupakan faktor sensori utama yang menentukan tingkat penerimaan konsumen. Rasa yang sesuai dengan preferensi masyarakat akan sangat berpengaruh terhadap keberhasilan produk di pasaran, terutama karena nasi merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia sehingga konsumen memiliki ekspektasi tertentu terhadap citarasanya (Garnida, 2020).

Ketika nasi dikunyah dalam mulut, enzim α -amilase (ptialin) yang terdapat dalam air liur mulai memecah pati (amilum) menjadi karbohidrat sederhana seperti maltosa dan dekstrin. Produk pemecahan ini kemudian memberikan sensasi rasa manis walaupun nasi awalnya tidak memiliki rasa manis yang nyata. Kadar α -amilase yang bervariasi antar individu memengaruhi seberapa cepat dan kuat rasa manis terdeteksi, sehingga persepsi manis saat mengunyah nasi bisa berbeda satu sama lain.

Hasil pada tabel 22. Menunjukkan bahwa konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku pada uji organoleptik atribut rasa manis nasi tidak

berpengaruh nyata. Hasil ini didukung oleh penelitian Widowati et al . (2020), yang menyatakan bahwa nasi instan harus sesuai dengan nasi biasa dalam hal rasa, aroma, dan tekstur.

Tabel 22. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku Terhadap Respon Organoleptik Atribut Rasa

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	4,550	4,517	4,717	4,567
N2 (5%)	4,533	4,550	4,350	4,467
N3 (7%)	4,433	4,617	4,400	4,533

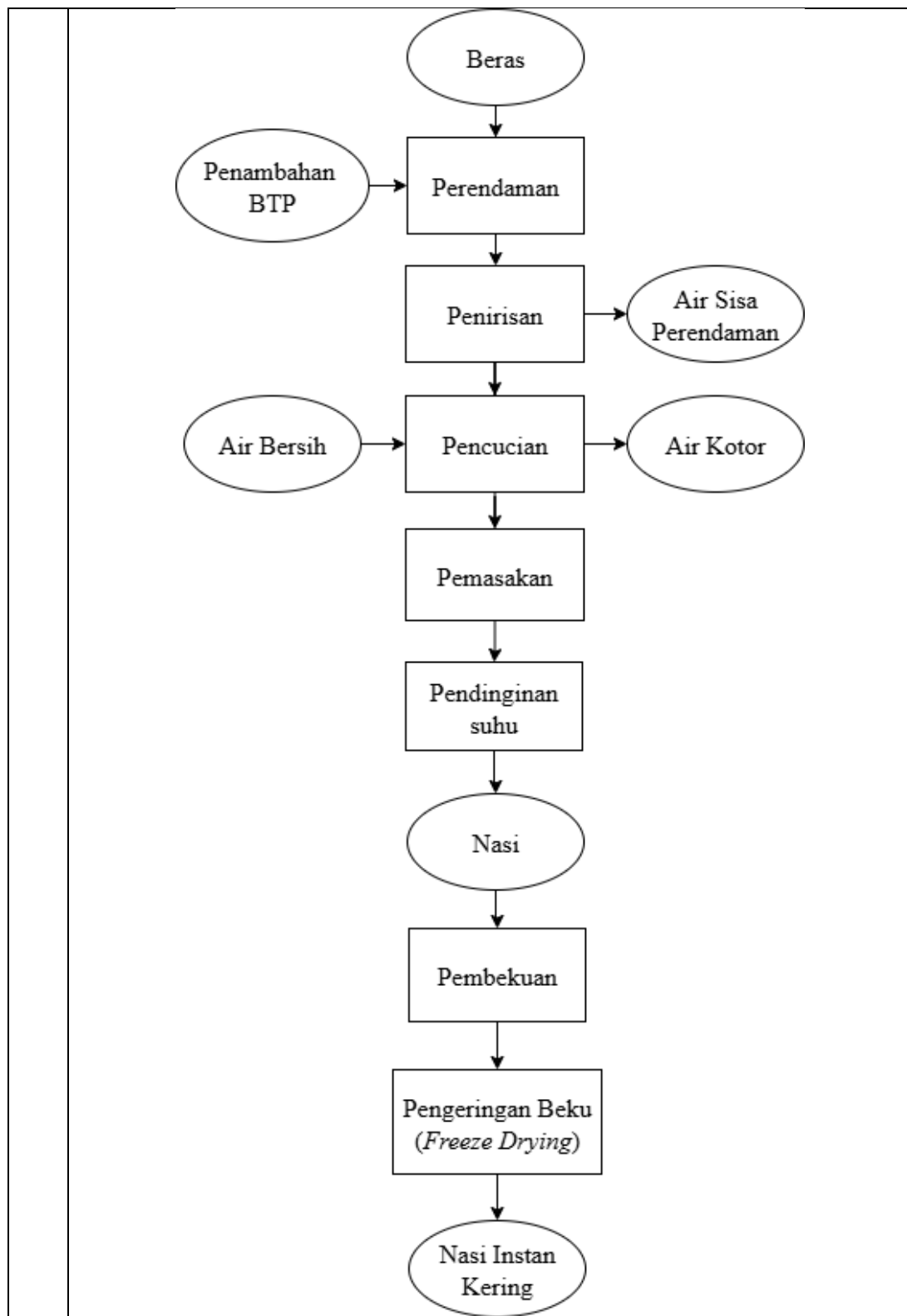
Berdasarkan kuisioner yang telah diberikan kepada panelis, didapatkan rata-rata penilaian skala mutu hedonik nasi instan atribut warna pada sampel N1L3 intensitas rasanya agak netral, sedangkan sampel N2L3 intensitas rasanya agak netral.

Penelitian ini juga memiliki hasil yang sama jika dibandingkan dengan penelitian lain, yaitu nasi liwet instan (Izzati et al ., 2023) dan juga beras ketan instan (Putra, 2018) yang memiliki hasil organoleptic atribut rasa yang tidak dipengaruhi konsentrasi natrium sitrat.

4.3. Standar Operasional Prosedur

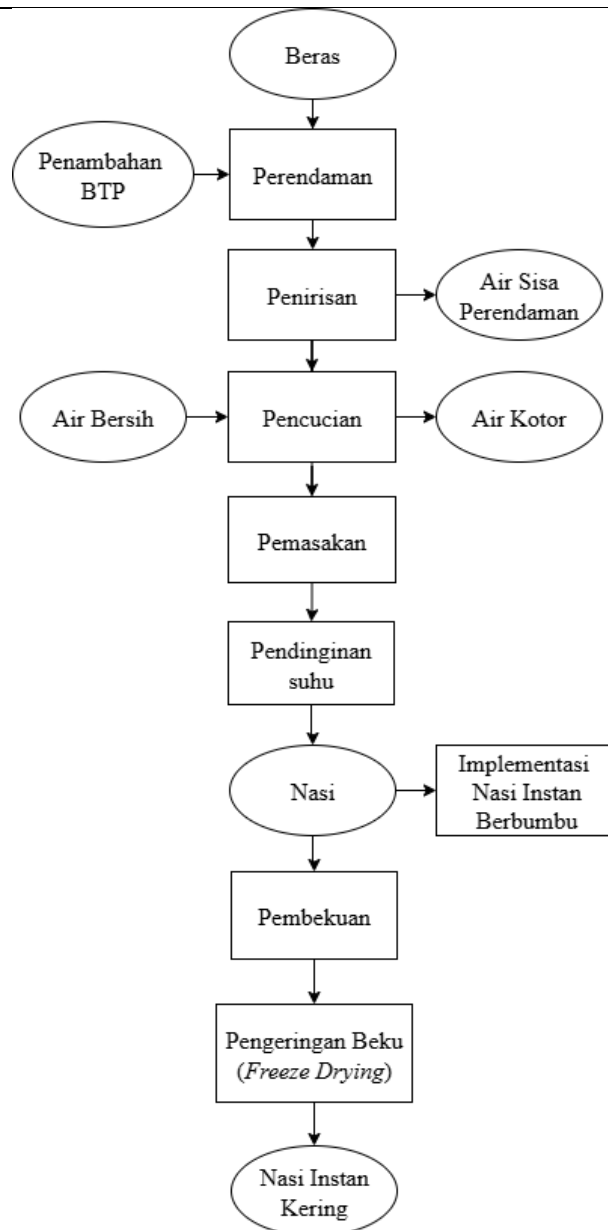
4.3.1. Standar Operasional Prosedur Pembuatan Nasi Instan

1.	Tujuan
	Untuk memberikan panduan dalam melakukan aktivitas proses produksi nasi instan
2.	Ruang Lingkup
	Seluruh tahapan proses produksi
3.	Alat dan bahan
	Beras, Bahan Tambahan Pangan, Air, <i>Water bath</i> , Penanak nasi, <i>Freezer</i> , <i>Freeze dryer</i>
4.	Pihak terkait
	4.A. Penanggung jawab sarana 4.B. Karyawan
5.	Prosedur
	5.A. Persiapan Bahan 5.A.1. Siapkan beras sebagai bahan baku utama. 5.B. Perendaman 5.B.1. Tambahkan BTP (Bahan Tambahan Pangan) untuk perendaman. 5.B.2. Rendam beras dalam air yang sudah ditambahkan BTP sesuai waktu yang ditentukan. 5.C. Penirisan 5.C.1. Tiriskan beras untuk memisahkan air sisa perendaman. 5.D. Pencucian 5.D.1. Cuci beras dengan air bersih hingga bersih dan pH konstan. 5.D.2. Buang air kotor hasil pencucian. 5.E. Pemasakan 5.E.1. Masak beras hingga menjadi nasi dengan <i>rice cooker low carbo</i>. 5.F. Pendinginan Suhu 5.F.1. Dinginkan nasi hingga mencapai suhu ruang. 5.G. Pembekuan 5.G.1. Bekukan nasi yang telah didinginkan. 5.H. Pengeringan Beku (<i>Freeze drying</i>) 5.H.1. Keringkan nasi beku menggunakan metode <i>freeze drying</i> hingga kadar air sesuai standar. 5.I. Produk Akhir 5.I.1. Hasil akhir berupa nasi instan kering siap untuk dikemas dan disimpan.
6.	Flowchart

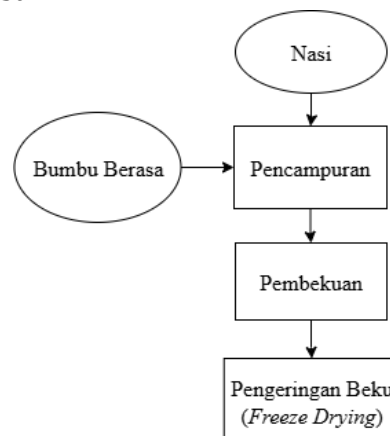


4.3.2. Standar Operasional Prosedur Pembuatan Nasi Instan Berbumbu

1.	Tujuan
	Untuk memberikan panduan dalam melakukan aktivitas proses produksi nasi instan berbumbu
2.	Ruang Lingkup
	Seluruh tahapan proses produksi
3.	Alat dan bahan
	Beras, Bumbu, Bahan Tambahan Pangan, Air, <i>Water bath</i> , Penanak nasi, <i>Freezer</i> , <i>Freeze dryer</i>
4.	Pihak terkait
	4.A. Penanggung jawab sarana 4.B. Karyawan
5.	Prosedur
	5.A. Persiapan Bahan 5.A.1. Siapkan beras sebagai bahan baku utama. 5.B. Perendaman 5.B.1. Tambahkan BTP (Bahan Tambahan Pangan) untuk perendaman. 5.B.2. Rendam beras dalam air yang sudah ditambahkan BTP sesuai waktu yang ditentukan. 5.C. Penirisan 5.C.1. Tiriskan beras untuk memisahkan air sisa perendaman. 5.D. Pencucian 5.D.1. Cuci beras dengan air bersih hingga bersih dan pH konstan. 5.D.2. Buang air kotor hasil pencucian. 5.E. Pemasakan 5.E.1. Masak beras hingga menjadi nasi dengan <i>rice cooker low carbo</i>. 5.F. Pendinginan Suhu 5.F.1. Dinginkan nasi hingga mencapai suhu ruang. 5.G. Implementasi Tambahan (Opsional) 5.G.1. Jika diperlukan, lakukan penambahan bumbu untuk menghasilkan nasi instan berbumbu. 5.H. Pembekuan 5.H.1. Bekukan nasi yang telah didinginkan. 5.I. Pengeringan Beku (<i>Freeze drying</i>) 5.I.1. Keringkan nasi beku menggunakan metode <i>freeze drying</i> hingga kadar air sesuai standar. 5.J. Produk Akhir 5.J.1. Hasil akhir berupa nasi instan kering siap untuk dikemas dan disimpan.
6.	Flowchart
	6.A. Pembuatan Nasi Instan



6.B. Penambahan bumbu



4.3.3. Standar Operasional Prosedur Rehidrasi Nasi Instan

1.	Tujuan
	Untuk memberikan panduan dalam melakukan aktivitas proses rehidrasi nasi instan
2.	Ruang Lingkup
	Seluruh tahapan proses produksi
3.	Alat dan bahan
	Nasi Instan dan Air
4.	Pihak terkait
	4.A. Konsumen
5.	Prosedur
	5.A. Persiapan Bahan 5.A.1. Siapkan nasi instan. 5.B. Penambahan Air 5.B.1. Tambahkan air mendidih dengan perbandingan nasi dan air 1 : 2,5 5.C. Produk Akhir 5.C.1. Hasil akhir berupa nasi instan siap untuk dikonsumsi.
6.	Flowchart
	<pre> graph TD A([Nasi Instan Kering]) --> B[Rehidrasi 1 : 2,5] C([Air Mendidih]) --> B B --> D([Nasi Instan]) </pre>

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan membahas mengenai : (5.1) Kesimpulan dan (5.2) Saran.

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Konsentrasi Natrium Sitrat berpengaruh terhadap respon fisik dan kimia dari nasi instan, tetapi tidak berpengaruh terhadap respon organoleptik atribut warna, aroma, tekstur, dan rasa.
2. Lama Pengeringan Beku berpengaruh terhadap respon fisik dan kimia dari nasi instan, tetapi tidak berpengaruh terhadap respon organoleptik atribut warna, aroma, tekstur, dan rasa.
3. Interaksi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Pengeringan Beku berpengaruh terhadap respon fisik dan kimia dari nasi instan, tetapi tidak berpengaruh terhadap respon organoleptik atribut warna, aroma, tekstur, dan rasa.
4. Nasi instan dengan Konsentrasi Natrium Sitrat 3% dan Lama Pengeringan Beku 10 dan 22 jam menghasilkan penurunan gula reduksi 20,418 %. Dan perlakuan terbaik diperoleh pada kombinasi natrium sitrat 5% dan lama pengeringan beku 18 jam yang menghasilkan nasi instan dengan waktu rehidrasi cepat, kadar air rendah.

5.2.Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran antara lain :

Diperlukan analisis lebih lanjut mengenai pengaruh konsentrasi natrium sitrat dan lama pengeringan beku terhadap umur simpan dan sifat higroskopis pada nasi instan. Hal ini penting agar diperoleh informasi mengenai daya tahan produk dalam penyimpanan serta kemampuan nasi instan dalam menyerap kelembaban dari lingkungan sekitar yang dapat

memengaruhi kualitas dan kestabilan produk. Pengujian umur simpan dan sifat higroskopis sangat menentukan keamanan, tekstur, dan kualitas nasi instan selama distribusi dan penyimpanan sehingga konsumen menerima produk yang tetap layak dan sehat saat dikonsumsi. Dengan demikian, penelitian lanjutan diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif terkait pengaruh perlakuan natrium sitrat dan proses *freeze drying* pada aspek kelayakan dan kualitas produk nasi instan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M. Y. (2020). Pengaruh Keaslian Dan Merek Terhadap Harga Dan Kepuasan Konsumen Beras Pandanwangi Cianjur. *Jurnal Agrita*, 2(ISSN Cetak:2723-6455 e-ISSN: 2721-0022).
- Ahmad, N., & Paridah, H. (2025). Karakteristik Pemasakan Nasi Putih Menggunakan *Rice Cooker* Dan Dandang Terhadap Kadar Pati Dan Kadar Gula Total. *Jurnal Gizi Dan Kesehatan Indonesia*, 6, 2797–5894. <https://doi.org/10.37887/jgki.v2i4>
- Ansarkimia. (2014, March 14). *Natrium Sitrat: Fungsinya Tak Sekadar Pengatur Keasman Pada Makanan*. Wawasan Ilmu Kimia.
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analitical of Chemist*. Association of Official Analitical Chemist, Inc.
- Ariyani, F. T., & Sari, I. M. (2019). *Pembuatan nasi instan dengan indeks glikemik rendah* [Teknik Kimia]. UNS.
- Asiah, N., & Djaeni, M. (2021). *Konsep Dasar Proses Pengeringan Pangan*. AE Publishing. <http://aepublishing.id>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik IndonesiaI. (2013). *Peraturan Kepala Badan POM No. 18 Tahun 2013 tentang Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Sekuestran*. Badan POM RI.
- Badan Pusat Statistik. (2025). *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2024 (Angka Tetap)*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *SNI 3547.2 : Kembang Gula : Bagian 2*.
- Banurea, I. R., Sasmitaloka, K. S., Sukasih, E., & Widowati, S. (2020). Karakterisasi Nasi Instan yang Diproduksi dengan Metode Freeze Drying. *Warta IHP/Journal of Agro-Based Industry*, 37(2), 133–143.
- Broto, W., Sukarti, T., Purnomo, D., & Sukasih, E. (2013). Pengaruh Penyimpanan Dingin Terhadap Karakter Fisiko-Kimia Nasi Teretrogradasi Untuk Konsumsi Penderita Diabetes Melitus (DM) dan Pelaku Diet. *J. Pascapanen*, 10(1), 1–8.
- Domas, G. P. (2021). *Rice Science and Technology (Ilmu dan Teknologi Beras)*. <https://www.researchgate.net/publication/348662050>

- Fiqriansyah, W., Syam, R., & Rahmadani, A. (2021). *Teknologi budidaya tanaman jagung (Zea mays) dan sorgum (Sorghum bicolor (L.) Moench)*. UNM Parangtambung.
- Gamboa, J. A. B., Gómez, Z. A., Hincapié-Llanos, G. A., Ramírez-Jiménez, M. A., & Ríos-Mesa, A. F. (2025). The impact of freeze drying on the rehydration and enzymatic browning of the avocado variety Hass (*Persea americana* Mill.). *Brazilian Journal of Food Technology*, 28. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.05724>
- Garnida, Y. (2020). *Uji Indrawi dan Sensori pada Industri Pangan*. Manggu Makmur.
- Gaspersz, V. (1955). *Teknik Analisis Dalam Penelitian Percobaan* (1st ed.). TARSITO.
- Hadi, M., & Suryanto, R. (2020). Dinamika Penguapan Air pada Pemasakan Nasi Menggunakan Rice Cooker dengan Berbagai Variasi Tekanan dan Suhu. *Nutri-Sains : Jurnal Gizi, Pangan, Dan Aplikasinya*, 25(4), 210–217.
- Hartanti, L. D., & Kurniawati, E. (2023). Pengaruh Konsentrasi Natrium Sitrat dan Variasi Prapemasakan terhadap Karakteristik Multigrain Rice Instan. *JOFE : Journal of Food Engineering | E-ISSN*, 2(3), 103–115.
- Hartomo, A. J., & Widiatmoko, M. C. (1993). *Emulsi dan Pangan Instan Ber-Lesitin*. ANDI OFFSET.
- Hawa, L. C., Rhomadhona, W., & Putranto, A. W. (2022). Physicochemical Characteristics of Instant Boiled Rice: Study of Sodium Citrate Concentration and Soaking Time. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 11(4), 561. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v11i4.561-573>
- Hoseney, R. C. (1998). *Principles of Cereal Science and Technology* (2nd ed.). America Association of Cereal Chemist.
- Hyejin, A., Miran, L., Hyeri, S., Heajung-Angie, C., & Yoo-Kyoung, P. (2022). Postprandial Glucose Response after Consuming Low-Carbohydrate, Low-Calorie Rice Cooked in a Carbohydrate-Reducing Rice Cooker. *Foods*, 11(7), 1050.
- Izzati, N. L., Hawa, L. C., & Susilo, B. (2023). *Pengaruh Konsentrasi Natrium Sitrat pada Karakteristik Fisik Nasi Liwet Instan Pasca Rehidrasi*. Universitas Brawijaya.
- Kepala Badan Pangan Nasional. (2023). *Persyaratan Mutu Dan Label Beras* (Patent 2). Peraturan Badan Pangan Nasional Republik Indonesia. www.peraturan.go.id

- Keputusan Menteri Pertanian. (2004). *Pelepasan Galur Padi Sawah Lokal Pandan Wangi Cianjur sebagai Varietas Unggul Dengan Nama Pandan Wangi No:163/Kpts/LB.240/3/2004*.
- Luna, P., Herawati, H., Widowati, S., & Prianto, A. B. (2015). Pengaruh Kandungan Amilosa Terhadap Karakteristik Fisik dan Organoleptik Nasi Instan. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 12(1), 1–10.
- Muchtadi, T. R., Sugiyono, & Ayustaningwarno, F. (2015). *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan* (5th ed.). Alfabeta.
- Mulyana. (1988). *Pengaruh Varietas Beras, Perlakuan Kimia dan Suhu Pengeringan Pada Pembuatan Bubur Nasi Kering* [Teknologi Pangan dan Gizi]. IPB.
- Nagamuda. (2021, November 27). *Cara Pengacakan Rancangan Acak Kelompok dengan Angka Acak Ms. Excell*. <https://youtu.be/IfDjCmr6HYg?Si=ZXZP7KfkvMUfd-At>.
- National Center for Biotechnology Information. (2025, June 2). *Sodium Citrate*. PubChem Compound Summary for CID 6224.
- Nirbaya, A., Dian Nurhayati, A., Permata Nusa, C., Soekopitojo, S., Lukas Kurniawan, A., Dwi Handoko, D., Faza Sepbrina, A., Prastiwi, D. O. W., Ayu Puspitasari, D., Athaya, N., Yusuf Al Badwani, M., & Aulia Araminta, D. (2024). Physical Characteristics of Instant Black Rice (*Oryza sativa* L.) Cempo Ireng Variety, Indigenous of Indonesia. *BIO Web of Conferences*, 96. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249601023>
- Nugraha, S., Litbang, B. B., & Pertanian, P. (2009). Evaluasi Mutu Beras Di Propinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, Dan Jawa Timur Hasil Panen Musim Kemarau 2007. In *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* (Vol. 5).
- Oikonomopoulou, V. P., Krokida, M. K., & Karathanos, V. T. (2011). Structural Properties of Freeze-dried Rice . *Journal of Food Engineering*, 107, 326–333.
- Oktavia, W. (2010). *Dahsyatnya Sidik Jari* (VisiMedia, Ed.). Penerbit Salemba.
- Pisano, R., & Fissore, D. (2023). New Trends in Freeze-Drying of Pharmaceutical Products. In *Pharmaceutics* (Vol. 15, Issue 7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15071975>
- Pratiwi, A. N. P., Saputri, G. A. R., & Ulfa, A. M. (2023). Pengaruh Waktu Pengeringan Beku (Freeze Drying) Terhadap Evaluasi Fisik Sediaan Gel Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) dengan Variasi HPMC. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 9(2), 552–561. <https://doi.org/10.35311/jmpi.v9i2.351>

- Purbowati, & Anugrah, R. M. (2021). Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan terhadap Kadar Glukosa pada Nasi Putih. *Nutri-Sains: Jurnal Gizi, Pangan Dan Aplikasinya*, 4(1), 15–24. <https://doi.org/10.21580/ns.2020.4.1.4565>
- Putra, S. S. (2018). *Variasi Konsentrasi Natrium Sitrat dan Lama Perendaman Pada Pembuatan Beras Ketan Instan*. Universitas Jember.
- Rejo, A., Saputra, D., & Priyanto, G. (2017). *Characteristics Of Instant Pempek With Drying Processing Oven And Freeze Drying*.
- Rowe, R. C., Sheskey, P. J., & Queen, M. E. (2009). *Handbook of Pharmaceutical Excipients* (sixth). Phammaceutical Press.
- Rudini, D., Subandi, A., & Lukman, M. N. (2023). Efektifitas Pembuatan Nasi Instan Dengan Membandingkan Metode Rendam-Kukus-Keringkan Dan Metode Freeze Drying Sebagai Alternatif Pangan Darurat Korban Bencana. *Jurnal Ners*, 7, 2023–1706. <https://doi.org/10.25182/jgp.2008.3.3.250>
- Sari, A. R., Martono, Y., & Rondonuwu, F. S. (2020). Identifikasi Kualitas Beras Putih (*Oryza sativa* L.) Berdasarkan Kandungan Amilosa dan Amilopektin di Pasar Tradisional dan “Selepan” Kota Salatiga. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 12(1), 24–30. <https://doi.org/10.30599/jti.v12i1.599>
- Sasmitaloka, K. S., Widowati, S., & Sukasih, E. (2019). Effect of Freezing Temperature and Duration on Physicochemical Characteristics of Instant Rice. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 309(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/309/1/012043>
- Sasmitaloka, K. S., Widowati, S., & Sukasih, E. (2020). Karakterisasi sifat fisisKimia, sensori, Dan fungsional nasi instan Dari Beras amilosa renDaH. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 17.1, 1–14.
- Smith, D. A., Rao, R. M., & Liuzzo, J. A. (1985). Chemical Treatment and Process Modification for Producing Improvement Quick Cooking Rice. *Journal Food.Sci.*
- Suarti, B. (2024). *Pati Modifikasi dan Aplikasinya* (Arifin, Muhammad). UMSU Press.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (2010). *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian* (2nd ed.). Liberty Yogyakarta.
- Sukartini, I. (2018). Pengaruh Waktu Pemasakan dan Komposisi Air Terhadap Kualitas Nasi yang Dimasak Menggunakan Rice Cooker. *Jurnal Teknologi Pangan*, 15(2), 102–108.
- Sundari, D. (2015). Pengaruh Proses Pemasakan Terhadap Komposisi Zat Gizi Bahan Pangan. *Analisis Makanan Minuman*, 235–242.

- Tarigan, J. H. (2015). *Pengaruh Lama Pengeringan Terhadap Kualitas Serbuk Residu Daging Ikan Gabus (Ophiocephalus striatus) Dengan Metode Freeze Drying*. Universitas Brawijaya.
- Turnip, G. I. (2022). *Pengaruh Konsentrasi Natrium Sitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) Dan Penambahan Santan Terhadap Karakteristik Nasi Ketan Instan* [Program Studi Teknologi Pangan]. Universitas Pasundan.
- Wicaksono, D. S. (2023). *Pengembangan Produk: Pemanfaatan 8 Limbah Hewan*. Penerbit NEM.
- Widowati, S., Sasmitaloka, K. S., & Banurea, I. R. (2020). Karakteristik Fisikimia dan Fungsional Nasi Instan. *Jurnal Pangan*, 29(2), 87–104.
- Winarno, F. G. (2004). *Kimia Pangan Dan Gizi* (11th ed.). Gramedia.
- Zhao, R., Xiao, H., Liu, C., Wang, H., Wu, Y., Ben, A., & Wang, Y. (2023). Dynamic changes in volatile and non-volatile flavor compounds in lemon flavedo during freeze-drying and hot-air drying. *LWT*, 175. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114510>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Rancangan Percobaan Penelitian

Pada penelitian ini penentuan jumlah ulangan menggunakan rumus yang bersumber dari Gaspersz (1955) sebagai berikut :

r = Jumlah Ulangan

t = Jumlah Perlakuan

Maka :

$$(r-1)(t-1) \geq 15$$

$$(r-1)(12-1) \geq 15$$

$$11(r-1) \geq 15$$

$$11r-11 \geq 15$$

$$11r \geq 26$$

$$r \geq 2,36 \sim 2 \text{ kali ulangan}$$

Maka dari itu, penelitian ini didapatkan 12 perlakuan dengan 2 kali ulangan sehingga menghasilkan 24 satuan percobaan.

Lampiran 2. Penentuan Layout Rancangan Perlakuan

Langkah Pengacakan Nagamuda (2021) :

1. Buat tabel dengan kolom: Perlakuan, Kelompok, dan Angka Acak.
2. Isi kolom *Perlakuan* sesuai jumlah kategori (N_1L_1 - N_3L_3) dan kolom *Kelompok* sesuai jumlah ulangan (1-3).
3. Gunakan fungsi =RAND() pada Excel untuk menghasilkan angka acak dalam kolom *Angka Acak* untuk setiap baris.
4. Lakukan *sort* berupa urutan pertama berdasarkan *Kelompok*, lalu berdasarkan *Angka Acak*, untuk membatasi pengacakan yang hanya dilakukan di kolom *Perlakuan* dan *Angka Acak*.

	A	B	C
1	Perlakuan	Kelompok / Ulangan	Angka Acak
2	$N_1 L_1$	1	0,9964290937
3	$N_1 L_2$	1	0,196914713
4	$N_1 L_3$	1	0,620137861
5	$N_1 L_4$	1	0,281257831
6	$N_2 L_1$	1	0,312476114
7	$N_2 L_2$	1	0,245114945
8	$N_2 L_3$	1	0,746544758
9	$N_2 L_4$	1	0,521563644
10	$N_3 L_1$	1	0,710401871
11	$N_3 L_2$	1	0,991306984
12	$N_3 L_3$	1	0,38713164
13	$N_3 L_4$	1	0,886053178
14	$N_1 L_1$	2	0,785499637
15	$N_1 L_2$	2	0,111172277
16	$N_1 L_3$	2	0,017687258
17	$N_1 L_4$	2	0,950635316
18	$N_2 L_1$	2	0,079814201
19	$N_2 L_2$	2	0,110674172
20	$N_2 L_3$	2	0,042954661
21	$N_2 L_4$	2	0,56767563
22	$N_3 L_1$	2	0,944150713
23	$N_3 L_2$	2	0,508599915
24	$N_3 L_3$	2	0,51108625
25	$N_3 L_4$	2	0,443725066

	A	B	C
1	Perlakuan	Kelompok / Ulangan	Angka Acak
2	$N_1 L_2$	1	0,196914713
3	$N_2 L_2$	1	0,245114945
4	$N_1 L_4$	1	0,281257831
5	$N_2 L_1$	1	0,312476114
6	$N_3 L_3$	1	0,38713164
7	$N_2 L_4$	1	0,521563644
8	$N_1 L_3$	1	0,620137861
9	$N_3 L_1$	1	0,710401871
10	$N_2 L_3$	1	0,746544758
11	$N_3 L_4$	1	0,886053178
12	$N_3 L_2$	1	0,991306984
13	$N_1 L_1$	1	0,9964290937
14	$N_1 L_3$	2	0,017687258
15	$N_2 L_3$	2	0,042954661
16	$N_2 L_1$	2	0,079814201
17	$N_2 L_2$	2	0,110674172
18	$N_1 L_2$	2	0,111172277
19	$N_3 L_4$	2	0,443725066
20	$N_3 L_2$	2	0,508599915
21	$N_3 L_3$	2	0,51108625
22	$N_2 L_4$	2	0,56767563
23	$N_1 L_1$	2	0,785499637
24	$N_3 L_1$	2	0,944150713
25	$N_1 L_4$	2	0,950635316

Gambar 13. Langkah Pengacakan Rancangan Percobaan

Penempatan Perlakuan :

Setelah disortir, angka acak menentukan alokasi urutan perlakuan dalam setiap kelompok. Kemudian perlakuan dengan angka terkecil ditempatkan dalam petak pertama di kelompok tersebut, dan seterusnya.

kelompok / ulangan		
1	2	
N ₁ L ₂	N ₁ L ₃	
N ₂ L ₂	N ₂ L ₃	
N ₁ L ₄	N ₂ L ₁	
N ₂ L ₁	N ₂ L ₂	
N ₃ L ₃	N ₁ L ₂	
N ₂ L ₄	N ₃ L ₄	
N ₁ L ₃	N ₃ L ₂	
N ₃ L ₁	N ₃ L ₃	
N ₂ L ₃	N ₂ L ₄	
N ₃ L ₄	N ₁ L ₁	
N ₃ L ₂	N ₃ L ₁	
N ₁ L ₁	N ₁ L ₄	

Gambar 14. Penempatan Perlakuan Pada *Layout* Rancangan Percobaan

Lampiran 3. Analisis Densitas Kamba

Penentuan densitas kamba dilakukan dengan memasukkan sampel ke dalam gelas ukur hingga volumenya mencapai 50 ml. Pengisian perlu dilakukan hingga benar-benar padat. Kemudian semua bahan dikeluarkan dari gelas ukur dan ditimbang beratnya. Densitas kamba bahan akan dinyatakan dalam g/ml (Muchtadi et al ., 2015).

Lampiran 4. Analisis Daya Serap Air

Penentuan daya serap air pada beras dilakukan dengan memasukkan 10 ml air ke dalam tabung reaksi. kemudian tabung diletakkan di dalam penangas air 80°C. Lalu ditimbang 1 g beras kemudian dimasukkan ke dalam tabung tersebut dan dipanaskan selama 20 menit, kemudian ditiriskan dan selanjutnya ditimbang berat bahan setelah dimasak (Muchtadi et al ., 2015).

$$\% \text{ Daya Serap Air} = \frac{A - B}{A + B} \times 100$$

Keterangan :

A = (Berat Tabung + Bahan Setelah Dimasak Tanpa Air) – Berat Tabung Kosong

B = (Berat Sampel)

Lampiran 5. Analisis Rasio Pengembangan

Penentuan rasio pengembangan pada beras dilakukan berdasarkan hasil perbandingan bahan sebelum dimasak dan sesudah dimasak. Pelaksanaannya dilakukan dengan memasukkan 10 ml air ke dalam tabung reaksi. kemudian tabung diletakkan di dalam penangas air 80°C. Lalu ditimbang 1 g beras kemudian dimasukkan ke dalam tabung tersebut dan dipanaskan selama 20 menit, kemudian ditiriskan dan selanjutnya ditimbang berat bahan setelah dimasak (Muchtadi et al ., 2015).

$$\% \text{ Rasio Pengembangan} = \frac{Ta2 - Tb2}{Ta1 - Tb1} \times 100$$

Keterangan :

Ta1 = Tinggi Air + Bahan Sebelum Pemanasan

Ta2 = Tinggi Air + Bahan Setelah Pemanasan

Tb1 = Tinggi Bahan Sebelum Pemanasan

Tb2 = Tinggi Bahan Setelah Pemanasan

Lampiran 6. Analisis Waktu Rehidrasi

Penentuan waktu rehidrasi dilakukan dengan memasak air hingga mendidih (100°C) lalu masukan nasi instan yang sudah diwadahi terlebih dahulu dengan saringan, lalu hitung waktu yang dibutuhkan nasi instan kering untuk menyerap air hingga tekstur nasi instan menjadi lunak seperti nasi.

Lampiran 7. Analisis Kadar Air Metode Gravimetri

Penentuan kadar air didasarkan pada perbedaan berat sampel sebelum dan sesudah dikeringkan (AOAC, 2005).

- a. Cawan porselin dikeringkan terdahulu selama 1 jam pada suhu 105°C.
- b. Cawan yang telah dikeringkan, lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang hingga beratnya konstan.
- c. Sampel yang akan dianalisa ditimbang sebanyak 2 gr dalam cawan tersebut, kemudian dikeringkan dalam *oven* pada suhu 100-105°C selama 5 jam atau sampai mencapai beratnya tetap (konstan).
- d. Beratnya tetap. Kadar air dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{(B - C)}{(B - A)} \times 100$$

Keterangan :

A = Berat Cawan Kosong (gram)

B = Berat Cawan + Sampel (gram)

C = Berat Cawan + Sampel Setelah Pengeringan (gram)

Lampiran 8. Analisis Gula Reduksi Metode Luff Schoorl

Penentuan gula cara luff schoorl ditentukan dengan menggunakan kuprioksida dalam larutan sebelum direaksikan dengan gula reduksi (titrasi blanko) dan sesudah direaksikan dengan sampel gula reduksi (titrasi sampel). Penentuannya dengan titrasi menggunakan Na-tiosulfat. Selisih titrasi blanko dengan titrasi sampel ekuivalen dengan kuprooksida yang terbentuk dan juga ekuivalen dengan jumlah gula reduksi yang ada dalam bahan/larutan. Reaksi yang terjadi selama penentuan karbohidrat cara ini mula-mula kuprioksida yang ada dalam reagen akan membebaskan iod dari garam K-iodida. Banyaknya iod yang dibebaskan ekuivalen dengan banyaknya kuprioksida. Banyaknya iod dapat diketahui dengan titrasi menggunakan Na-tiosulfat. Untuk mengetahui bahwa titrasi sudah cukup maka diperlukan indikator amilum. Apabila larutan berubah warnanya dari biru menjadi putih berarti titrasi sudah selesai. Agar supaya perubahan warna biru menjadi putih berarti titrasi hampir selesai. Setelah diketahui selisih banyaknya titrasi blanko dan titrasi sampel kemudian dikonsultasikan dengan tabel yang sudah tersedia yang menggambarkan hubungan antar banyaknya Na-tiosulfat dengan banyaknya gula reduksi yang ada dalam larutan (Sudarmadji et al ., 2010).

$$\% \text{ Kadar Gula Reduksi} = \frac{(\text{mg Gula})}{(\text{mg Sampel})} \times FP \times 100$$

Lampiran 9. Formulir Uji Organoleptik Mutu Hedonik Nasi Instan

Tabel 23. Tabel Formulir Uji Organoleptik Mutu Hedonik Nasi Instan

UJI MUTU HEDONIK																																																																					
Nama : _____ NRP : _____ Tanggal Pengujian : _____ Jenis Sampel : Nasi Instan Berikan penilaian dengan memberi skor sesuai dengan skala mutu hedonik sebagai berikut :																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center; padding: 5px;">Penilaian Atribut Warna, Aroma, dan Tekstur</th> <th style="width: 50%; text-align: center; padding: 5px;">Penilaian Atribut Rasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;"> 1. Sangat Tidak Kuat 2. Tidak Kuat 3. Agak Tidak Kuat 4. Agak Kuat 5. Kuat 6. Sangat Kuat </td> <td style="padding: 5px;"> 1. Sangat Manis 2. Manis 3. Agak Manis 4. Agak Tidak Netral 5. Netral 6. Sangat Netral </td> </tr> </tbody> </table>					Penilaian Atribut Warna, Aroma, dan Tekstur	Penilaian Atribut Rasa	1. Sangat Tidak Kuat 2. Tidak Kuat 3. Agak Tidak Kuat 4. Agak Kuat 5. Kuat 6. Sangat Kuat	1. Sangat Manis 2. Manis 3. Agak Manis 4. Agak Tidak Netral 5. Netral 6. Sangat Netral																																																													
Penilaian Atribut Warna, Aroma, dan Tekstur	Penilaian Atribut Rasa																																																																				
1. Sangat Tidak Kuat 2. Tidak Kuat 3. Agak Tidak Kuat 4. Agak Kuat 5. Kuat 6. Sangat Kuat	1. Sangat Manis 2. Manis 3. Agak Manis 4. Agak Tidak Netral 5. Netral 6. Sangat Netral																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%; text-align: center; padding: 5px;"> Atribut Kode Sampel </th> <th style="width: 20%; text-align: center; padding: 5px;">Warna Putih Khas Nasi</th> <th style="width: 20%; text-align: center; padding: 5px;">Aroma Nasi</th> <th style="width: 20%; text-align: center; padding: 5px;">Tekstur Pulen</th> <th style="width: 25%; text-align: center; padding: 5px;">Rasa Nasi (Netral~Manis)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">196</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">245</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">281</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">312</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">387</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">521</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">620</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">710</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">746</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">886</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">991</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">996</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>					Atribut Kode Sampel	Warna Putih Khas Nasi	Aroma Nasi	Tekstur Pulen	Rasa Nasi (Netral~Manis)	196					245					281					312					387					521					620					710					746					886					991					996				
Atribut Kode Sampel	Warna Putih Khas Nasi	Aroma Nasi	Tekstur Pulen	Rasa Nasi (Netral~Manis)																																																																	
196																																																																					
245																																																																					
281																																																																					
312																																																																					
387																																																																					
521																																																																					
620																																																																					
710																																																																					
746																																																																					
886																																																																					
991																																																																					
996																																																																					
Komentar :																																																																					

Lampiran 10. Perhitungan Kebutuhan Sampel

Tabel 24. Kebutuhan Sampel

Analisis	Berat Sampel (gram)	Banyaknya (gram)	Jumlah (gram)
Densitas Kamba	40	24	960
Daya Serap Air	1	24	24
Rasio Pengembangan	1	24	24
Waktu Rehidrasi	25	24	600
Kadar Air	2	24	48
Kadar Gula Reduksi	0,5	26	13
Organoleptik	5	360	1800
Total			3469

Lampiran 11. Kebutuhan Bahan Penelitian

Tabel 25. Kebutuhan Alat Penelitian

No.	Nama Bahan	Harga (Rp)	Satuan	Jumlah	Total (Rp)
1	Beras	16.900,-	Kg	5	84.500,-
2	Air	1.333,-	L	15	20.000,-
3	Natrium Sitrat	40,-	gr	500	20.000,-
Total					Rp 124.500,-

Lampiran 12. Kebutuhan Analisis Penelitian

Tabel 26. Kebutuhan Analisis Penelitian

No.	Analisis	Jumlah	Unit	Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Uji Kadar Air	24	Sampel	2.500	60.000,00
2	Uji Kadar Gula Reduksi	29	Sampel	25.000	725.000,00
3	Uji Organoleptik	30	Sampel	5.000	150.000,00
4	Sewa Laboratorium	1	Periode	250.000	250.000,00
5	<i>Freeze drying</i>	88	Jam	25.000	2.200.000,00
Total :					Rp3.385.000,00

Lampiran 13. Perhitungan Pembuatan Larutan Natrium Sitrat

$$\% \frac{b}{v} = \left(\frac{\text{gram zat terlarut}}{\text{ml larutan}} \right) \times 100$$

Diketahui :

N1 = 3%

N2 = 5%

N3 = 7%

Ditanyakan : Gram Natrium Sitrat dengan volume labu ukur 1000 ml = ?

Jawab :

Natrium Sitrat (3%)

$$= \left(\frac{\text{gram zat terlarut}}{\text{ml larutan}} \right) / 100$$

$$= \left(\frac{3 \times 1000}{100} \right) / 100$$

$$= 30 \text{ gram}$$

Larutan Natrium Sitrat	Kebutuhan Natrium Sitrat / 1000 ml larutan
3%	30 gram
5%	50 gram
7%	70 gram

Lampiran 14. Dokumentasi Pembuatan Larutan Natrium Sitrat



Lampiran 15. Pehitungan Kadar Gula Reduksi Penelitian Pendahuluan

$$\% \text{ Kadar Gula Reduksi} = \frac{(\text{mg Gula reduksi})}{(\text{mg Sampel})} \times FP \times 100$$

Diketahui :

$$W \text{ KIO}_3 = 0,043 \text{ gram}$$

$$BE \text{ KIO}_3 = 35,667$$

$$V \text{ blanko} = 13,50 \text{ mL}$$

$$\text{Vol Na tio sulfat} = 9,60 \text{ mL}$$

$$FP = 100/10$$

Ditanyakan :

% Kadar Gula Reduksi ?

Jawab :

- **N Na₂S₂O₃**

$$= \frac{W \text{ KIO}_3 \times 1000}{BE \text{ KIO}_3 \times V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$$

$$= \frac{0,043 \times 1000}{35,667 \times 9,60}$$

$$= 0,126 \text{ N}$$

- **mL Na₂S₂O₃**

$$= \frac{(V \text{ Blanko} - V \text{ Sampel}) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{0,1}$$

$$= \frac{(13,50 - 9,60) \times 0,126}{0,1}$$

$$= 4,898 \text{ mL}$$

- **mg gula (tabel)**

$$= d + \left[\frac{(b - a)}{(c - a)} \right] \times (e - d)$$

$$= 9,7 + \left[\frac{(4,898 - 4)}{(5 - 4)} \right] \times (12,2 - 9,7)$$

$$= 11,944 \text{ mg}$$

- **Kadar Gula Reduksi (%)**

$$= \frac{\text{mg gula reduksi}}{\text{mg sampel} \times 1000} \times \text{FP} \times 100$$

$$= \frac{11,944}{2,005 \times 1000} \times 10 \times 100$$

$$= 5,957 \%$$

Lampiran 16. Hasil Analisis Gula Pereduksi Pendahuluan

Tabel 27. Hasil Analisis Gula Pereduksi Penelitian Pendahuluan

Kode Sampel Pendahuluan	Kadar Gula Reduksi (%)
N0 (Rice Cooker Biasa)	5,957
N0 (Rice Cooker Low Carbo)	5,112
N1 (Nasi dengan perendaman Na-Sitrat 3%)	6,397
N2 (Nasi dengan perendaman Na-Sitrat 5%)	6,171
N3 (Nasi dengan perendaman Na-Sitrat 7%)	5,948

Lampiran 17. Tabel Luff Schoorl

Tabel 28. Tabel Ekivalen natrium tiosulfat

Natrium tiosulfat 0,1 N (Na₂S₂O₃) (mL)	Glukosa, Fruktosa, Gula Invert (mg)
1	2,4
2	4,8
3	7,2
4	9,7
5	12,2
6	14,7
7	17,2
8	19,8
9	22,4
10	25,0
11	27,6
12	30,3
13	33,0
14	35,7
15	38,5
16	41,3
17	44,2
18	47,1
19	50,0
20	53,0
21	56,0
22	59,1
23	62,2

Sumber : (Badan Standarisasi Nasional, 2008)

Lampiran 18. Dokumentasi Pengujian Kadar Gula Reduksi Penelitian Pendahuluan



Lampiran 19. Perhitungan Analisis Densitas Kamba

Tabel 29. Data Hasil Analisis Densitas Kamba

Kode Sampel	Kelompok Ulangan		Rata-Rata
	I	II	
N1 L1	14,938	15,032	14,985
N1 L2	14,382	14,588	14,485
N1 L3	16,279	16,077	16,178
N1 L4	19,570	19,077	19,324
N2 L1	14,508	15,018	14,763
N2 L2	17,494	17,445	17,470
N2 L3	12,875	12,725	12,800
N2 L4	13,852	13,748	13,800
N3 L1	12,471	12,329	12,400
N3 L2	14,299	14,101	14,200
N3 L3	14,739	14,661	14,700
N3 L4	12,989	12,811	12,900

Tabel 30. Data Pengujian Analisis Densitas Kamba

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)	Kelompok Ulangan		Total Perlakuan	Rata-Rata
		I	II		
N1 (3%)	L1 (10 jam)	14,938	15,032	29,970	14,985
	L2 (14 jam)	14,382	14,588	28,970	14,485
	L3 (18 jam)	16,279	16,077	32,356	16,178
	L4 (22 jam)	19,570	19,077	38,647	19,3235
Sub Total		65,169	64,774	129,943	64,9715
Rata-Rata		16,292	16,194	32,486	16,243
N2 (5%)	L1 (10 jam)	14,508	15,018	29,526	14,763
	L2 (14 jam)	17,494	17,445	34,939	17,4695
	L3 (18 jam)	12,875	12,725	25,600	12,800
	L4 (22 jam)	13,852	13,748	27,600	13,800
Sub Total		58,729	58,936	117,665	58,833
Rata-Rata		14,682	14,734	29,416	14,708
N3 (7%)	L1 (10 jam)	12,471	12,329	24,800	12,400
	L2 (14 jam)	14,299	14,101	28,400	14,200
	L3 (18 jam)	14,739	14,661	29,400	14,700
	L4 (22 jam)	12,989	12,811	25,800	12,900
Sub Total		54,498	53,902	108,400	54,2
Rata-Rata		13,625	13,476	27,100	13,550
Jumlah		178,396	177,612	356,008	178,004

Perhitungan :

- **FK**

$$= \frac{(\text{Total})^2}{\Sigma \text{ Sampel} \times \Sigma \text{ Ulangan}}$$

$$= \frac{(356,008)^2}{12 \times 2}$$

$$= 5281$$

- **JKT**

$$= (\text{Jumlah kuadrat masing} - \text{masing perlakuan})^2 - \text{FK}$$

$$= [(14,938)^2 + (15,032)^2 + (14,382)^2 + \dots + (12,811)^2] - 5281$$

$$= (5370,061) - 5281$$

$$= 89,061$$

- **JKK**

$$= \left[\frac{(\text{Total Ulangan 1})^2 + (\text{Total Ulangan 2})^2}{\Sigma \text{ Sampel}} \right] - \text{FK}$$

$$= \left[\frac{(178,396)^2 + (177,612)^2}{12} \right] - 5281$$

$$= 5281,026 - 5281$$

$$= 0,026$$

- **JK(N)**

$$= \left[\frac{(\text{Total N1})^2 + (\text{Total N2})^2 + (\text{Total N3})^2}{\Sigma \text{ Ulangan} \times \Sigma \text{ Faktor L}} \right] - \text{FK}$$

$$= \left[\frac{(129,943)^2 + (117,665)^2 + (108,400)^2}{\Sigma 2 \times \Sigma 4} \right] - 5281$$

$$= 5310,195 - 5281$$

$$= 29,195$$

- **JK(L)**

$$= \left[\frac{(\text{Total L1})^2 + (\text{Total L2})^2 + (\text{Total L3})^2 + (\text{Total L4})^2}{\Sigma \text{ Ulangan} \times \Sigma \text{ Faktor N}} \right] - \text{FK}$$

$$= \left[\frac{(84,296)^2 + (92,309)^2 + (87,356)^2 + (92,047)^2}{\Sigma 2 \times \Sigma 3} \right] - 5281$$

$$= 5288,511 - 5281$$

$$= 7,511$$

- **JK(NL)**

$$= \left[\frac{(\text{Total setiap perlakuan})^2}{\Sigma \text{ Ulangan}} \right] - \text{FK} - \text{JK(N)} - \text{JK(L)}$$

$$= \left[\frac{(84,296)^2 + (92,309)^2 + (87,356)^2 + (92,047)^2}{\Sigma 2 \times \Sigma 3} \right] - 5281$$

$$= 5369,697 - 5281 - 29,195 - 7,511$$

$$= 51,991$$

- **JKG**

$$= JKT - JKK - JK(N) - JK(L) - JK(NL)$$

$$= 89,061 - 0,026 - 29,195 - 7,511 - 51,991$$

$$= 0,338$$

Tabel 31. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Densitas Kamba

Sumber Variasi	Derajat Bebas (dB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0,026	0,026	-	-
Faktor N	2	29,195	14,598	474,472	3,98
Faktor L	3	7,511	2,504	81,374	3,59
Interaksi NL	6	51,991	8,665	281,644	3,09
Galat	11	0,338	0,031	-	-
Total	23	89,061	-	-	-

Keterangan :

tn  = tidak berpengaruh nyata

*  = berpengaruh nyata

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor N (Konsentrasi Natrium Sitrat), faktor L (Lama Pengeringan Beku) dan interaksi faktor N dan L lebih besar (>) F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor N, faktor L, dan interaksi (NL) berpengaruh nyata terhadap respon fisik densitas kamba sehingga perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

- Uji Lanjut Duncan Respon Fisik Densitas Kamba

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = \sqrt{\frac{0,031}{2}} = 0,124$$

Tabel 32. Uji Lanjut Duncan Analisis Respon Fisik Densitas Kamba

Uji Lanjut Duncan																
SSR 5%	LSR 5%	Rata-rata Perlakuan		Perlakuan												Taraf nyata 5%
		nilai	kode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
-	-	12,40	N3 L1	-												a
3,11	0,386	12,80	N2 L3	0,40	-											b
3,27	0,406	12,90	N3 L4	0,50	0,10	-										b
3,35	0,415	13,80	N2 L4	1,40	1,00	0,90	-									c
3,39	0,420	14,20	N3 L2	1,80	1,40	1,30	0,40	-								cd
3,43	0,425	14,49	N1 L2	2,09	1,69	1,59	0,68	0,29	-							de
3,44	0,427	14,70	N3 L3	2,30	1,90	1,80	0,90	0,50	0,22	-						ef
3,45	0,428	14,76	N2 L1	2,36	1,96	1,86	0,96	0,56	0,28	0,06	-					ef
3,46	0,429	14,99	N1 L1	2,59	2,19	2,09	1,19	0,79	0,50	0,29	0,22	-				f
3,46	0,429	16,18	N1 L3	3,78	3,38	3,28	2,38	1,98	1,69	1,48	1,42	1,19	-			g
3,46	0,429	17,47	N2 L2	5,07	4,67	4,57	3,67	3,27	2,98	2,77	2,71	2,48	1,29	-		h
3,46	0,429	19,32	N1 L4	6,92	6,52	6,42	5,52	5,12	4,84	4,62	4,56	4,34	3,15	1,85	-	i

Keterangan :

tn  = tidak berpengaruh nyata

*  = berpengaruh nyata

- Uji Dwi Arah Interaksi Faktor N terhadap L

Tabel 33. Uji Lanjut Duncan untuk Taraf N1 terhadap faktor L

Konsentrasi Natrium Sitrat 3%								
SSR 5%	LSR 5%	Rata-rata Perlakuan		Perlakuan				Taraf Nyata 5%
		nilai	kode	1	2	3	4	
-	-	14,485	N1 L2	-				a
3,110	0,386	14,985	N1 L1	0,500	-			b
3,270	0,406	16,178	N1 L3	1,693	1,193	-		c
3,350	0,415	19,324	N1 L4	4,839	4,339	3,146	-	d

Tabel 34. Uji Lanjut Duncan untuk Taraf N2 terhadap faktor L

Konsentrasi Natrium Sitrat 5%								
SSR 5%	LSR 5%	Rata-rata Perlakuan		Perlakuan				Taraf Nyata 5%
		nilai	kode	1	2	3	4	
-	-	12,800	N2 L3	-				a
3,110	0,386	13,800	N2 L4	1,000	-			b
3,270	0,406	14,763	N2 L1	1,963	0,963	-		c
3,350	0,415	17,470	N2 L2	4,670	3,670	2,707	-	d

Tabel 35. Uji Lanjut Duncan untuk Taraf N3 terhadap faktor L

Konsentrasi Natrium Sitrat 7%								
SSR 5%	LSR 5%	Rata-rata Perlakuan		Perlakuan				Taraf Nyata 5%
		nilai	kode	1	2	3	4	
-	-	12,400	N3 L1	-				a
3,110	0,386	12,900	N3 L4	0,500	-			b
3,270	0,406	14,200	N3 L2	1,800	1,300	-		c
3,350	0,415	14,700	N3 L3	2,300	1,800	0,500	-	d

- Uji Dwi Arah Interaksi Faktor L terhadap N

Tabel 36. Uji Lanjut Duncan untuk Taraf L1 terhadap faktor N

Lama Pengeringan Beku 10 Jam							
SSR 5%	LSR 5%	Rata-rata Perlakuan		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		nilai	kode	1	2	3	
-	-	12,400	N3 L1	-			a
3,110	0,386	14,763	N2 L1	2,363	-		b
3,270	0,406	14,985	N1 L1	2,585	0,222	-	b

Tabel 37. Uji Lanjut Duncan untuk Taraf L2 terhadap faktor N

Lama Pengeringan Beku 14 Jam							
SSR 5%	LSR 5%	Rata-rata Perlakuan		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		nilai	kode	1	2	3	
-	-	14,200	N3 L2	-			a
3,110	0,386	14,485	N1 L2	0,285	-		a
3,270	0,406	17,47	N2 L2	3,270	2,985	-	b

Tabel 38. Uji Lanjut Duncan untuk Taraf L3 terhadap faktor N

Lama Pengeringan Beku 18 Jam							
SSR 5%	LSR 5%	Rata-rata Perlakuan		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		nilai	kode	1	2	3	
-	-	12,800	N2 L3	-			a
3,110	0,386	14,700	N3 L3	1,900	-		b
3,270	0,406	16,178	N1 L3	3,378	1,478	-	c

Tabel 39. Uji Lanjut Duncan untuk Taraf L4 terhadap faktor N

Lama Pengeringan Beku 22 Jam							
SSR 5%	LSR 5%	Rata-rata Perlakuan		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		nilai	kode	1	2	3	
-	-	12,900	N3 L4	-			a
3,110	0,386	13,800	N2 L4	0,900	-		b
3,270	0,406	19,324	N1 L4	6,424	5,524	-	c

Tabel 40. Interaksi Dwi Arah antara Faktor N dan Faktor L terhadap Densitas Kamba

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	B	A	C	D
	14,985	14,485	16,178	19,324
	b	a	c	c
N2 (5%)	C	D	A	B
	14,763	17,470	12,800	13,800
	b	b	a	b
N3 (7%)	A	C	D	B
	12,400	14,200	14,700	12,900
	a	a	b	a

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% (huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertikal)

Tabel 41. Data dengan Standar Deviasi

Perlakuan	Densitas Kamba
N1 L1	14,985 ± 0,067 ^f
N1 L2	14,485 ± 0,146 ^{de}
N1 L3	16,178 ± 0,143 ^g
N1 L4	19,324 ± 0,349 ⁱ
N2 L1	14,763 ± 0,361 ^{ef}
N2 L2	17,470 ± 0,035 ^h
N2 L3	12,800 ± 0,106 ^b
N2 L4	13,800 ± 0,074 ^c
N3 L1	12,400 ± 0,100 ^a
N3 L2	14,200 ± 0,140 ^{cd}
N3 L3	14,700 ± 0,055 ^{ef}
N3 L4	12,900 ± 0,127 ^b

Lampiran 20. Perhitungan Analisis Rasio Pengembangan

Diketahui :

Tinggi Air Sebelum Pemanasan = 6,8 cm

Tinggi Bahan Sebelum Pemanasan = 1,6 cm

Tinggi Air Setelah Pemanasan = 6,9 cm

Tinggi Bahan Setelah Pemanasan = 6,5 cm

Ditanyakan : % Rasio Pengembangan = ?

Jawab :

$$\begin{aligned}\% \text{ Rasio Pengembangan} &= \frac{Ta2 - Tb2}{Ta1 - Tb1} \times 100 \\ &= \frac{((6,9 + 6,5) - 6,5)}{((6,8 + 1,6) - 1,6)} \times 100 \\ &= 101,471 \%\end{aligned}$$

Tabel 42. Data Pengujian Analisis Rasio Pengembangan

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)	Kelompok Ulangan		Total Perlakuan	Rata-Rata
		I	II		
N1 (3%)	L1 (10 jam)	101,471	101,136	202,607	101,304
	L2 (14 jam)	100,000	100,000	200,000	100,000
	L3 (18 jam)	100,000	100,000	200,000	100,000
	L4 (22 jam)	103,279	102,469	205,748	102,874
Sub Total		404,750	403,605	808,355	404,178
Rata-Rata		101,188	100,901	202,089	101,044
N2 (5%)	L1 (10 jam)	100,000	100,000	200,000	100,000
	L2 (14 jam)	100,000	100,000	200,000	100,000
	L3 (18 jam)	100,000	100,000	200,000	100,000
	L4 (22 jam)	93,750	95,238	188,988	94,494
Sub Total		393,750	395,238	788,988	394,494
Rata-Rata		98,438	98,810	197,247	98,624
N3 (7%)	L1 (10 jam)	95,714	96,667	192,381	96,191
	L2 (14 jam)	97,222	97,826	195,048	97,524
	L3 (18 jam)	98,571	98,889	197,460	98,730
	L4 (22 jam)	98,592	98,901	197,493	98,747
Sub Total		390,099	392,283	782,382	391,191
Rata-Rata		97,525	98,071	195,596	97,798
Jumlah		1188,599	1191,126	2379,725	1189,863

Tabel 43. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Rasio Pengembangan

Sumber Variasi	Derajat Bebas (dB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0,266	0,266	-	-
Faktor N	2	45,555	22,777	127,834	3,980
Faktor L	3	2,286	0,762	4,276	3,590
Interaksi NL	6	63,235	10,539	59,150	3,090
Galat	11	1,960	0,178	-	-
Total	23	113,302	-	-	-

Keterangan :

tn  = tidak berpengaruh nyata*  = berpengaruh nyata

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor N (Konsentrasi Natrium Sitrat), faktor L (Lama Pengeringan Beku) dan interaksi faktor N dan L lebih besar ($>$) F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor N, faktor L, dan interaksi (NL) berpengaruh nyata terhadap respon fisik rasio pengembangan sehingga perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

- Uji Lanjut Duncan Respon Fisik Rasio Pengembangan

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = 0,298$$

Tabel 44. Uji Lanjut Duncan Analisis Respon Fisik Rasio Pengembangan

Uji Lanjut Duncan																
SSR 5%	LSR 5%	Rata-rata Perlakuan		Perlakuan												Taraf nyata 5%
		nilai	kode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
-	-	94,49	N2 L4	-												a
3,11	0,928	96,19	N3 L1	1,70	-											b
3,27	0,976	97,52	N3 L2	3,03	1,33	-										c
3,35	1,000	98,73	N3 L3	4,24	2,54	1,21	-									d
3,39	1,012	98,75	N3 L4	4,25	2,56	1,22	0,02	-								d
3,43	1,024	100,00	N1 L2	5,51	3,81	2,48	1,27	1,25	-							e
3,44	1,027	100,00	N1 L3	5,51	3,81	2,48	1,27	1,25	0,00	-						e
3,45	1,030	100,00	N2 L1	5,51	3,81	2,48	1,27	1,25	0,00	0,00	-					e
3,46	1,033	100,00	N2 L2	5,51	3,81	2,48	1,27	1,25	0,00	0,00	0,00	-				ef
3,46	1,033	100,00	N2 L3	5,51	3,81	2,48	1,27	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	-			fg
3,46	1,033	101,30	N1 L1	6,81	5,11	3,78	2,57	2,56	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	-		g
3,46	1,033	102,87	N1 L4	8,38	6,68	5,35	4,14	4,13	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	1,57	-	h

Keterangan :

tn  = tidak berpengaruh nyata

*  = berpengaruh nyata

Tabel 45. Interaksi Dwi Arah antara Faktor N dan Faktor L terhadap Rasio Pengembangan

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	B	A	A	C
	101,304	100,000	100,000	102,874
	c	b	b	c
N2 (5%)	B	B	B	A
	100,000	100,000	100,000	94,494
	b	b	b	a
N3 (7%)	A	B	C	D
	96,191	97,524	98,730	98,747
	a	a	a	b

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% (huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertikal)

Tabel 46. Data dengan Standar Deviasi

Perlakuan	Rasio Pengembangan
N1 L1	101,304 ± 0,237 ^g
N1 L2	100,000 ± 0,000 ^e
N1 L3	100,000 ± 0,000 ^e
N1 L4	102,874 ± 0,573 ^h
N2 L1	100,000 ± 0,000 ^e
N2 L2	100,000 ± 0,000 ^{ef}
N2 L3	100,000 ± 0,000 ^{fg}
N2 L4	94,494 ± 1,052 ^a
N3 L1	96,191 ± 0,674 ^b
N3 L2	97,524 ± 0,427 ^c
N3 L3	98,730 ± 0,225 ^d
N3 L4	98,747 ± 0,218 ^d

Lampiran 21. Perhitungan Analisis Daya Serap Air

Diketahui :

Tabung Kosong = 18,644 gr

Sampel = 1,002 gr

Tabung + Sampel tanpa air = 25,063 gr

Ditanyakan : % Daya Serap Air = ?

Jawab :

- **A**

$$= \text{Tabung} + \text{Sampel tanpa air} - \text{Tabung Kosong}$$

$$= 25,063 - 18,644$$

$$= 6,419$$
- **% Daya Serap Air**

$$= \frac{A - B}{A + B} \times 100$$

$$= \frac{6,419 - 1,002}{6,419 + 1,002} \times 100$$

$$= 72,996 \%$$

Tabel 47. Data Pengujian Analisis Daya Serap Air

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)	Kelompok Ulangan		Total Perlakuan	Rata-Rata
		I	II		
N1 (3%)	L1 (10 jam)	72,996	72,902	145,898	72,949
	L2 (14 jam)	73,860	73,860	147,720	73,860
	L3 (18 jam)	73,898	73,808	147,706	73,853
	L4 (22 jam)	72,942	72,948	145,890	72,945
Sub Total		293,696	293,518	587,214	293,607
Rata-Rata		73,424	73,380	146,804	73,402
N2 (5%)	L1 (10 jam)	74,327	74,238	148,565	74,283
	L2 (14 jam)	75,981	75,896	151,877	75,939
	L3 (18 jam)	75,668	75,583	151,251	75,626
	L4 (22 jam)	74,859	74,771	149,630	74,815
Sub Total		300,835	300,488	601,323	300,662
Rata-Rata		75,209	75,122	150,331	75,165
N3 (7%)	L1 (10 jam)	71,136	71,038	142,174	71,087
	L2 (14 jam)	71,493	71,396	142,889	71,445
	L3 (18 jam)	71,338	71,338	142,676	71,338
	L4 (22 jam)	70,653	70,554	141,207	70,604
Sub Total		284,620	284,326	568,946	284,473
Rata-Rata		71,155	71,082	142,237	71,118
Jumlah		879,151	878,332	1757,483	878,742

Tabel 48. Analisis Variasi (ANOVA) Analisis Daya Serap Air

Sumber Variasi	Derajat Bebas (dB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0,028	0,028	-	-
Faktor N	2	65,877	32,939	36224,79	3,980
Faktor L	3	4,881	1,627	1789,281	3,590
Interaksi NL	6	1,038	0,173	190,3026	3,090
Galat	11	0,010	0,001	-	-
Total	23	71,834	-	-	-

Keterangan :

tn  = tidak berpengaruh nyata*  = berpengaruh nyata

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor N (Konsentrasi Natrium Sitrat), faktor L (Lama Pengeringan Beku) dan interaksi faktor N dan L lebih besar ($>$) F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor N, faktor L, dan interaksi (NL) berpengaruh nyata terhadap respon fisik daya serap air sehingga perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

- Uji Lanjut Duncan Respon Fisik Daya Serap Air

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = 0,021$$

Tabel 49. Uji Lanjut Duncan Analisis Respon Fisik Daya Serap Air

Uji Lanjut Duncan																
SSR 5%	LSR 5%	Rata-rata Perlakuan		Perlakuan												Taraf nyata 5%
		nilai	kode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
-	-	70,60	N3 L4	-												a
3,11	0,066	71,09	N3 L1	0,483	-											b
3,27	0,070	71,34	N3 L3	0,734	0,251	-										c
3,35	0,071	71,44	N3 L2	0,841	0,358	0,107	-									d
3,39	0,072	72,95	N1 L4	2,342	1,858	1,607	1,500	-								e
3,43	0,073	72,95	N1 L1	2,346	1,862	1,611	1,504	0,004	-							e
3,44	0,073	73,85	N1 L3	3,250	2,766	2,515	2,409	0,908	0,904	-						f
3,45	0,074	73,86	N1 L2	3,257	2,773	2,522	2,415	0,915	0,911	0,007	-					f
3,46	0,074	74,28	N2 L1	3,679	3,196	2,945	2,838	1,338	1,334	0,429	0,422	-				g
3,46	0,074	74,82	N2 L4	4,212	3,728	3,477	3,370	1,870	1,866	0,962	0,955	0,532	-			h
3,46	0,074	75,63	N2 L3	5,022	4,539	4,288	4,181	2,681	2,677	1,772	1,766	1,343	0,811	-		i
3,46	0,074	75,94	N2 L2	5,335	4,852	4,601	4,494	2,994	2,990	2,086	2,079	1,656	1,124	0,313	-	j

Keterangan :

tn  = tidak berpengaruh nyata

*  = berpengaruh nyata

Tabel 50. Interaksi Dwi Arah antara Faktor N dan Faktor L terhadap Daya Serap Air

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	A	B	B	A
	72,949	73,860	73,853	72,945
	b	b	b	b
N2 (5%)	A	D	C	B
	74,283	75,939	75,626	74,815
	c	c	c	c
N3 (7%)	B	D	C	A
	71,087	71,445	71,338	70,604
	a	a	a	a

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% (huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertikal)

Tabel 51. Data dengan Standar Deviasi

Perlakuan	Daya Serap Air
N1 L1	72,949 ± 0,066 ^e
N1 L2	73,860 ± 0,000 ^f
N1 L3	73,853 ± 0,064 ^f
N1 L4	72,945 ± 0,004 ^e
N2 L1	74,283 ± 0,063 ^g
N2 L2	75,939 ± 0,060 ^j
N2 L3	75,626 ± 0,060 ⁱ
N2 L4	74,815 ± 0,062 ^h
N3 L1	71,087 ± 0,069 ^b
N3 L2	71,445 ± 0,069 ^d
N3 L3	71,338 ± 0,000 ^c
N3 L4	70,604 ± 0,070 ^a

Lampiran 22. Perhitungan Analisis Waktu Rehidrasi

Diketahui :

Sampel = 1 gram

% Daya Serap Air = 72,996 %

Ditanyakan :

Ratio Air untuk Rehidrasi = ?

Jawab :

$$= \frac{\text{Sampel}}{(\text{Sampel} - \text{Daya Serap Air})}$$

$$= \frac{1}{(1 - 0,730)}$$

$$= 2,703$$

Maka ratio rehidrasinya 1 : 2,703 (sampel : air)

Tabel 52. Data Ratio Rehidrasi

Kode Sampel	Sampel (gr)	Rasio Rehidrasi (mL)
N1 L1	1,000	2,703
N1 L2	1,000	2,826
N1 L3	1,000	2,831
N1 L4	1,000	2,696
N2 L1	1,000	2,895
N2 L2	1,000	3,163
N2 L3	1,000	3,110
N2 L4	1,000	2,978
N3 L1	1,000	2,465
N3 L2	1,000	2,508
N3 L3	1,000	2,489
N3 L4	1,000	2,408

Tabel 53. Data Pengujian Analisis Waktu Rehidrasi

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)	Kelompok Ulangan		Total Perlakuan	Rata-Rata
		I	II		
N1 (3%)	L1 (10 jam)	4,19	3,99	8,180	4,090
	L2 (14 jam)	3,34	3,3	6,640	3,320
	L3 (18 jam)	2,382	2,258	4,640	2,320
	L4 (22 jam)	1,538	1,482	3,020	1,510
Sub Total		11,450	11,030	22,480	11,240
Rata-Rata		2,863	2,758	5,620	2,810
N2 (5%)	L1 (10 jam)	4,231	4,169	8,400	4,200
	L2 (14 jam)	4,035	3,986	8,021	4,011
	L3 (18 jam)	4,275	4,125	8,400	4,200
	L4 (22 jam)	4,302	4,198	8,500	4,250
Sub Total		16,843	16,478	33,321	16,661
Rata-Rata		4,211	4,120	8,330	4,165
N3 (7%)	L1 (10 jam)	4,271	4,129	8,400	4,200
	L2 (14 jam)	4,349	4,151	8,500	4,250
	L3 (18 jam)	4,409	4,331	8,740	4,370
	L4 (22 jam)	5,339	5,161	10,500	5,250
Sub Total		18,368	17,772	36,140	18,070
Rata-Rata		4,592	4,443	9,035	4,518
Jumlah		46,661	45,280	91,941	45,971

Tabel 54. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Waktu Rehidrasi

Sumber Variasi	Derajat Bebas (dB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0,079	0,079	-	-
Faktor N	2	13,003	6,501	3776,03	3,980
Faktor L	3	1,066	0,355	206,321	3,590
Interaksi NL	6	8,120	1,353	786,007	3,090
Galat	11	0,019	0,002	-	-
Total	23	22,287	-	-	-

Keterangan :

tn  = tidak berpengaruh nyata*  = berpengaruh nyata

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor N (Konsentrasi Natrium Sitrat), faktor L (Lama Pengeringan Beku) dan interaksi faktor N dan L lebih besar ($>$) F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor N, faktor L, dan interaksi (NL) berpengaruh nyata terhadap respon fisik waktu rehidrasi sehingga perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

- Uji Lanjut Duncan Respon Fisik Waktu Rehidrasi

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = 0,029$$

Tabel 55. Uji Lanjut Duncan Analisis Respon Fisik Waktu Rehidrasi

Uji Lanjut Duncan																
SSR 5%	LSR 5%	Rata-rata Perlakuan		Perlakuan												Taraf nyata 5%
		nilai	kode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
-	-	1,510	N1 L4	-											a	
3,11	0,091	2,320	N1 L3	0,810	-										b	
3,27	0,096	3,320	N1 L2	1,810	1,000	-									c	
3,35	0,098	4,011	N2 L2	2,501	1,691	0,691	-								d	
3,39	0,099	4,090	N1 L1	2,580	1,770	0,770	0,079	-							d	
3,43	0,101	4,200	N2 L1	2,690	1,880	0,880	0,189	0,110	-						e	
3,44	0,101	4,200	N3 L1	2,690	1,880	0,880	0,189	0,110	0,000	-					e	
3,45	0,101	4,200	N2 L3	2,690	1,880	0,880	0,190	0,110	0,000	0,000	-				e	
3,46	0,102	4,250	N2 L4	2,740	1,930	0,930	0,240	0,160	0,050	0,050	0,050	-			e	
3,46	0,102	4,250	N3 L2	2,740	1,930	0,930	0,240	0,160	0,050	0,050	0,050	0,000	-		e	
3,46	0,102	4,370	N3 L3	2,860	2,050	1,050	0,360	0,280	0,170	0,170	0,170	0,120	0,120	-	f	
3,46	0,102	5,250	N3 L4	3,740	2,930	1,930	1,240	1,160	1,050	1,050	1,050	1,000	1,000	0,880	-	f

Keterangan :

tn = tidak berpengaruh nyata

* = berpengaruh nyata

Tabel 56. Interaksi Dwi Arah antara Faktor N dan Faktor L terhadap Waktu Rehidrasi

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	D	C	B	A
	4,090	3,320	2,320	1,510
	a	a	a	a
N2 (5%)	B	A	B	B
	4,200	4,011	4,200	4,250
	b	b	b	b
N3 (7%)	A	A	B	C
	4,200	4,250	4,370	5,250
	b	c	c	c

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% (huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertikal)

Tabel 57. Data dengan Standar Deviasi

Perlakuan	Waktu Rehidrasi
N1 L1	4,090 ± 0,141 ^d
N1 L2	3,320 ± 0,028 ^c
N1 L3	2,320 ± 0,088 ^b
N1 L4	1,510 ± 0,040 ^a
N2 L1	4,200 ± 0,044 ^e
N2 L2	4,011 ± 0,035 ^d
N2 L3	4,200 ± 0,106 ^e
N2 L4	4,250 ± 0,074 ^e
N3 L1	4,200 ± 0,100 ^e
N3 L2	4,250 ± 0,140 ^e
N3 L3	4,370 ± 0,055 ^f
N3 L4	5,250 ± 0,126 ^f

Lampiran 23. Perhitungan Analisis Kadar Air

Diketahui :

Cawan Konstan = 23,055 gr

Sampel = 2,000 gr

Cawan + Sampel Kering = 24,960

Ditanyakan :

Kadar Air = ?

Jawab :

$$\begin{aligned}\% \text{ Kadar Air} &= \frac{(B - C)}{(B - A)} \times 100 \\ &= \frac{(25,055 - 24,960)}{(25,055 - 23,055)} \times 100 \\ &= 4,750 \%\end{aligned}$$

Tabel 58. Data Pengujian Analisis Kadar Air

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)	Kelompok Ulangan		Total Perlakuan	Rata-Rata
		I	II		
N1 (3%)	L1 (10 jam)	4,750	4,750	9,500	4,750
	L2 (14 jam)	5,150	5,150	10,300	5,150
	L3 (18 jam)	0,399	0,597	0,996	0,498
	L4 (22 jam)	1,198	1,395	2,593	1,297
Sub Total		11,497	11,892	23,389	11,695
Rata-Rata		2,874	2,973	5,847	2,924
N2 (5%)	L1 (10 jam)	3,290	3,483	6,773	3,387
	L2 (14 jam)	2,147	2,342	4,489	2,245
	L3 (18 jam)	1,845	2,041	3,886	1,943
	L4 (22 jam)	1,096	1,293	2,389	1,195
Sub Total		8,378	9,159	17,537	8,769
Rata-Rata		2,095	2,290	4,384	2,192
N3 (7%)	L1 (10 jam)	3,200	3,393	6,593	3,297
	L2 (14 jam)	2,199	2,394	4,593	2,297
	L3 (18 jam)	2,143	2,337	4,480	2,240
	L4 (22 jam)	4,500	4,691	9,191	4,596
Sub Total		12,042	12,815	24,857	12,429
Rata-Rata		3,011	3,204	6,214	3,107
Jumlah		31,917	33,866	65,783	32,892

Tabel 59. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Kadar Air

Sumber Variasi	Derajat Bebas (dB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0,158	0,158	-	-
Faktor N	2	3,749	1,875	650,994	3,980
Faktor L	3	17,531	5,844	2029,279	3,590
Interaksi NL	6	28,410	4,735	1644,259	3,090
Galat	11	0,032	0,003	-	-
Total	23	49,880	-	-	-

Keterangan :

tn  = tidak berpengaruh nyata*  = berpengaruh nyata

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor N (Konsentrasi Natrium Sitrat), faktor L (Lama Pengeringan Beku) dan interaksi faktor N dan L lebih besar ($>$) F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor N, faktor L, dan interaksi (NL) berpengaruh nyata terhadap respon kimia kadar air sehingga perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

- Uji Lanjut Duncan Respon Kimia Kadar Air

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = 0,038$$

Tabel 60. Uji Lanjut Duncan Analisis Respon Kimia Kadar Air

Uji Lanjut Duncan																
SSR 5%	LSR 5%	Rata-rata Perlakuan		Perlakuan												Taraf nyata 5%
		nilai	kode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
-	-	0,50	N1 L3	-												a
3,11	0,118	1,19	N2 L4	0,697	-											b
3,27	0,124	1,30	N1 L4	0,799	0,102	-										b
3,35	0,127	1,94	N2 L3	1,445	0,749	0,647	-									c
3,39	0,129	2,24	N3 L3	1,742	1,046	0,944	0,297	-								d
3,43	0,130	2,24	N2 L2	1,747	1,050	0,948	0,302	0,004	-							de
3,44	0,131	2,30	N3 L2	1,799	1,102	1,000	0,354	0,056	0,052	-						ef
3,45	0,131	3,30	N3 L1	2,799	2,102	2,000	1,354	1,057	1,052	1,000	-					fg
3,46	0,131	3,39	N2 L1	2,889	2,192	2,090	1,444	1,147	1,142	1,090	0,090	-				g
3,46	0,131	4,60	N3 L4	4,098	3,401	3,299	2,653	2,356	2,351	2,299	1,299	1,209	-			h
3,46	0,131	4,75	N1 L1	4,252	3,556	3,454	2,807	2,510	2,506	2,454	1,454	1,364	0,155	-		h
3,46	0,131	5,15	N1 L2	4,652	3,956	3,854	3,207	2,910	2,906	2,854	1,854	1,764	0,555	0,400	-	i

Keterangan :

tn  = tidak berpengaruh nyata

*  = berpengaruh nyata

Tabel 61. Interaksi Dwi Arah antara Faktor N dan Faktor L terhadap Kadar Air

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	C	D	A	B
	4,750	5,150	0,498	1,297
	b	b	a	a
N2 (5%)	D	C	B	A
	3,387	2,245	1,943	1,195
	a	a	b	a
N3 (7%)	B	A	A	C
	3,297	2,297	2,240	4,596
	a	a	c	b

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% (huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertikal)

Tabel 62. Data dengan Standar Deviasi

Perlakuan	Kadar Air
N1 L1	4,750 ± 0,000 ^h
N1 L2	5,150 ± 0,000 ⁱ
N1 L3	0,498 ± 0,140 ^a
N1 L4	1,297 ± 0,139 ^b
N2 L1	3,387 ± 0,136 ^g
N2 L2	2,245 ± 0,138 ^{de}
N2 L3	1,943 ± 0,139 ^c
N2 L4	1,195 ± 0,139 ^b
N3 L1	3,297 ± 0,136 ^{fg}
N3 L2	2,297 ± 0,138 ^{ef}
N3 L3	2,240 ± 0,137 ^d
N3 L4	4,596 ± 0,135 ^h

Lampiran 24. Perhitungan Analisis Gula Reduksi

Tabel 63. Data Pengujian Analisis Gula Reduksi

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)	Kelompok Ulangan		Total Perlakuan	Rata-Rata
		I	II		
N1 (3%)	L1 (10 jam)	5,534	5,523	11,057	5,529
	L2 (14 jam)	5,963	5,951	11,914	5,957
	L3 (18 jam)	5,109	5,099	10,208	5,104
	L4 (22 jam)	5,751	5,739	11,490	5,745
Sub Total		22,357	22,312	44,669	22,335
Rata-Rata		5,58925	5,578	11,167	5,584
N2 (5%)	L1 (10 jam)	4,921	4,901	9,822	4,911
	L2 (14 jam)	5,122	5,112	10,234	5,117
	L3 (18 jam)	5,748	5,736	11,484	5,742
	L4 (22 jam)	4,916	4,906	9,822	4,911
Sub Total		20,702	20,66	41,362	20,681
Rata-Rata		5,1755	5,165	10,341	5,170
N3 (7%)	L1 (10 jam)	5,523	5,512	11,035	5,518
	L2 (14 jam)	6,192	6,18	12,372	6,186
	L3 (18 jam)	5,963	5,951	11,914	5,957
	L4 (22 jam)	6,423	6,407	12,830	6,415
Sub Total		24,101	24,05	48,151	24,076
Rata-Rata		6,02525	6,0125	12,038	6,019
Jumlah		67,16	67,022	134,182	67,091

Tabel 64. Analisis Variasi (ANOVA) Analisis Gula Reduksi

Sumber Variasi	Derajat Bebas (dB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0,001	0,001	-	-
Faktor N	2	2,881	1,441	342024,3	3,980
Faktor L	3	0,662	0,221	52374,18	3,590
Interaksi NL	6	1,944	0,324	76907,1	3,090
Galat	11	0,000	0,000	-	-
Total	23	5,488	-	-	-

Keterangan :

tn  = tidak berpengaruh nyata

*  = berpengaruh nyata

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor N (Konsentrasi Natrium Sitrat), faktor L (Lama Pengeringan Beku) dan interaksi faktor N dan L lebih besar ($>$) F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor N, faktor L, dan interaksi (NL) berpengaruh nyata terhadap respon kimia gula reduksi sehingga perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

- Uji Lanjut Duncan Respon Kimia Gula Reduksi

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = 0,001$$

Tabel 65. Uji Lanjut Duncan Analisis Respon Kimia Gula Reduksi

Uji Lanjut Duncan																
SSR 5%	LSR 5%	Rata-rata Perlakuan		Perlakuan												Taraf nyata 5%
		nilai	kode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
-	-	4,911	N2 L1	-												a
3,11	0,003	4,911	N2 L4	0,000	-											a
3,27	0,003	5,104	N1 L3	0,193	0,193	-										b
3,35	0,003	5,117	N2 L2	0,206	0,206	0,013	-									c
3,39	0,003	5,518	N3 L1	0,607	0,607	0,414	0,401	-								d
3,43	0,003	5,529	N1 L1	0,618	0,618	0,424	0,411	0,011	-							e
3,44	0,003	5,742	N2 L3	0,831	0,831	0,638	0,625	0,225	0,214	-						f
3,45	0,003	5,745		N1 L4	0,834	0,834	0,641	0,628	0,228	0,217	0,003	-				
3,46	0,003	5,957	N1 L2	1,046	1,046	0,853	0,840	0,440	0,429	0,215	0,212	-				g
3,46	0,003	5,957	N3 L3	1,046	1,046	0,853	0,840	0,440	0,429	0,215	0,212	0,000	-			g
3,46	0,003	6,186	N3 L2	1,275	1,275	1,082	1,069	0,669	0,658	0,444	0,441	0,229	0,229	-		h
3,46	0,003	6,415	N3 L4	1,504	1,504	1,311	1,298	0,898	0,887	0,673	0,670	0,458	0,458	0,229	-	i

Keterangan :

tn  = tidak berpengaruh nyata

*  = berpengaruh nyata

Tabel 66. Interaksi Dwi Arah antara Faktor N dan Faktor L terhadap Gula Reduksi

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)			
	L1 (10 jam)	L2 (14 jam)	L3 (18 jam)	L4 (22 jam)
N1 (3%)	B	D	A	C
	5,529	5,957	5,104	5,745
	c	b	a	b
N2 (5%)	A	B	C	A
	4,911	5,117	5,742	4,911
	a	a	b	a
N3 (7%)	A	C	B	D
	5,518	6,186	5,957	6,415
	b	c	c	c

Keterangan : Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% (huruf kecil dibaca horizontal, huruf besar dibaca vertikal)

Tabel 67. Data dengan Standar Deviasi

Perlakuan	Gula Reduksi
N1 L1	5,529 ± 0,008 ^e
N1 L2	5,957 ± 0,008 ^g
N1 L3	5,104 ± 0,007 ^b
N1 L4	5,745 ± 0,008 ^f
N2 L1	4,911 ± 0,007 ^a
N2 L2	5,117 ± 0,007 ^c
N2 L3	5,742 ± 0,008 ^f
N2 L4	4,911 ± 0,007 ^a
N3 L1	5,5175 ± 0,008 ^d
N3 L2	6,186 ± 0,008 ^h
N3 L3	5,957 ± 0,008 ^g
N3 L4	6,415 ± 0,011 ⁱ

Lampiran 25. Data Hasil Respon Organoleptik Warna Nasi Instan

Tabel 68. Data Hasil Pengamatan Respon Organoleptik Atribut Warna (Ulangan 1)

ULANGAN 1																												
Panelis	Kode Sampel																								Jumlah		Rata-Rata	
	N1 L1		N1 L2		N1 L3		N1 L4		N2 L1		N2 L2		N2 L3		N2 L4		N3 L1		N3 L2		N3 L3		N3 L4					
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	60	28,140	5,000	2,345
2	6	2,550	6	2,550	6	2,550	4	2,121	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	4	2,121	5	2,345	5	2,345	5	2,345	61	28,307	5,083	2,359
3	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	60	28,140	5,000	2,345
4	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	72	30,600	6,000	2,550
5	6	2,550	4	2,121	5	2,345	4	2,121	4	2,121	3	1,871	3	1,871	3	1,871	5	2,345	4	2,121	5	2,345	5	2,345	51	26,027	4,250	2,169
6	4	2,121	5	2,345	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	49	25,676	4,083	2,140
7	6	2,550	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	6	2,550	5	2,345	6	2,550	5	2,345	63	28,755	5,250	2,396
8	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	4	2,121	4	2,121	6	2,550	5	2,345	5	2,345	6	2,550	5	2,345	5	2,345	60	28,102	5,000	2,342
9	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	5	2,345	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	71	30,395	5,917	2,533
10	6	2,550	6	2,550	5	2,345	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	5	2,345	6	2,550	6	2,550	5	2,345	69	29,985	5,750	2,499
11	5	2,345	6	2,550	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	6	2,550	6	2,550	5	2,345	5	2,345	6	2,550	5	2,345	64	28,960	5,333	2,413
12	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	60	28,140	5,000	2,345
13	4	2,121	5	2,345	5	2,345	5	2,345	6	2,550	5	2,345	6	2,550	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	61	28,326	5,083	2,361
14	5	2,345	5	2,345	6	2,550	6	2,550	5	2,345	5	2,345	2	1,581	4	2,121	4	2,121	4	2,121	5	2,345	5	2,345	56	27,114	4,667	2,260
15	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	72	30,600	6,000	2,550
16	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	3	1,871	3	1,871	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	46	24,952	3,833	2,079
17	6	2,550	4	2,121	4	2,121	3	1,871	4	2,121	5	2,345	5	2,345	3	1,871	4	2,121	2	1,581	2	1,581	3	1,871	45	24,499	3,750	2,042
18	3	1,871	3	1,871	4	2,121	5	2,345	4	2,121	4	2,121	5	2,345	3	1,871	3	1,871	4	2,121	4	2,121	4	2,121	46	24,900	3,833	2,075
19	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	4	2,121	4	2,121	5	2,345	3	1,871	4	2,121	55	26,994	4,583	2,250
20	6	2,550	4	2,121	6	2,550	4	2,121	6	2,550	5	2,345	6	2,550	5	2,345	6	2,550	6	2,550	5	2,345	5	2,345	64	28,922	5,333	2,410
21	3	1,871	4	2,121	6	2,550	5	2,345	4	2,121	5	2,345	5	2,345	3	1,871	5	2,345	5	2,345	4	2,121	4	2,121	53	26,501	4,417	2,208
22	4	2,121	5	2,345	5	2,345	4	2,121	3	1,871	2	1,581	3	1,871	4	2,121	3	1,871	5	2,345	5	2,345	4	2,121	47	25,058	3,917	2,088
23	4	2,121	5	2,345	3	1,871	5	2,345	5	2,345	4	2,121	3	1,871	4	2,121	2	1,581	3	1,871	4	2,121	2	1,581	44	24,294	3,667	2,025
24	5	2,345	3	1,871	3	1,871	4	2,121	4	2,121	3	1,871	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	3	1,871	3	1,871	44	24,426	3,667	2,036
25	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	6	2,550	61	28,345	5,083	2,362
26	5	2,345	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	5	2,345	5	2,345	6	2,550	6	2,550	6	2,550	69	29,985	5,750	2,499
27	5	2,345	4	2,121	5	2,345	6	2,550	3	1,871	4	2,121	5	2,345	3	1,871	4	2,121	3	1,871	3	1,871	3	1,871	48	25,303	4,000	2,109
28	5	2,345	4	2,121	4	2,121	2	1,581	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	47	25,136	3,917	2,095
29	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	60	28,140	5,000	2,345
30	4	2,121	6	2,550	4	2,121	3	1,871	5	2,345	4	2,121	3	1,871	4	2,121	5	2,345	4	2,121	4	2,121	6	2,550	52	26,258	4,333	2,188
Jumlah	149	69,9	147	69,47	148	69,7	143	68,51	143	68,57	139	67,62	143	68,43	136	66,99	139	67,65	142	68,28	141	68,03	140	67,83	1710	820,98	142,5	68,42
Rata-Rata	4,967	2,330	4,900	2,316	4,933	2,323	4,767	2,284	4,767	2,286	4,633	2,254	4,767	2,281	4,533	2,233	4,633	2,255	4,733	2,276	4,700	2,268	4,667	2,261	57	27,366	4,75	2,281

Tabel 69. Data Hasil Pengamatan Respon Organoleptik Atribut Warna (Ulangan 2)

Panelis	ULANGAN 2																							
	Kode Sampel																							
	N1 L1		N1 L2		N1 L3		N1 L4		N2 L1		N2 L2		N2 L3		N2 L4		N3 L1		N3 L2		N3 L3		N3 L4	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	60	28,140
2	4	2,121	4	2,121	5	2,345	5	2,345	3	1,871	3	1,871	4	2,121	3	1,871	4	2,121	3	1,871	4	2,121	5	2,345
3	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	60	28,140
4	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	72	30,600
5	4	2,121	5	2,345	4	2,121	5	2,345	3	1,871	4	2,121	4	2,121	3	1,871	6	2,550	5	2,345	5	2,345	4	2,121
6	4	2,121	4	2,121	5	2,345	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	49	25,676
7	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	60	28,140
8	5	2,345	5	2,345	6	2,550	5	2,345	5	2,345	5	2,345	6	2,550	6	2,550	5	2,345	5	2,345	5	2,345	4	2,121
9	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	5	2,345	6	2,550	71	30,395
10	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	5	2,345	5	2,345	5	2,345	6	2,550	6	2,550
11	5	2,345	6	2,550	6	2,550	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	6	2,550	5	2,345	5	2,345	5	2,345	6	2,550
12	4	2,121	4	2,121	5	2,345	5	2,345	4	2,121	5	2,345	5	2,345	4	2,121	5	2,345	5	2,345	5	2,345	4	2,121
13	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	4	2,121	6	2,550	5	2,345	60	28,121
14	5	2,345	4	2,121	3	1,871	5	2,345	5	2,345	4	2,121	4	2,121	4	2,121	5	2,345	6	2,550	3	1,871	5	2,345
15	5	2,345	4	2,121	3	1,871	5	2,345	5	2,345	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	3	1,871	5	2,345
16	5	2,345	4	2,121	4	2,121	5	2,345	5	2,345	4	2,121	4	2,121	5	2,345	3	1,871	3	1,871	5	2,345	3	1,871
17	2	1,581	3	1,871	3	1,871	2	1,581	5	2,345	2	1,581	4	2,121	4	2,121	4	2,121	5	2,345	3	1,871	3	1,871
18	4	2,121	4	2,121	3	1,871	3	1,871	5	2,345	4	2,121	4	2,121	5	2,345	4	2,121	4	2,121	3	1,871	3	1,871
19	4	2,121	3	1,871	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	4	2,121	4	2,121
20	5	2,345	5	2,345	5	2,345	6	2,550	5	2,345	6	2,550	5	2,345	6	2,550	5	2,345	5	2,345	5	2,345	6	2,550
21	4	2,121	4	2,121	4	2,121	3	1,871	5	2,345	4	2,121	5	2,345	5	2,345	5	2,345	6	2,550	5	2,345	3	1,871
22	3	1,871	4	2,121	4	2,121	5	2,345	5	2,345	2	1,581	3	1,871	5	2,345	4	2,121	5	2,345	4	2,121	3	1,871
23	2	1,581	4	2,121	5	2,345	4	2,121	5	2,345	5	2,345	4	2,121	3	1,871	3	1,871	3	1,871	2	1,581	4	2,121
24	3	1,871	3	1,871	3	1,871	5	2,345	4	2,121	4	2,121	3	1,871	4	2,121	4	2,121	3	1,871	4	2,121	4	2,121
25	6	2,550	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345
26	6	2,550	5	2,345	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	6	2,550	5	2,345	6	2,550
27	3	1,871	3	1,871	4	2,121	5	2,345	6	2,550	3	1,871	4	2,121	5	2,345	3	1,871	5	2,345	4	2,121	3	1,871
28	4	2,121	4	2,121	4	2,121	5	2,345	2	1,581	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121	4	2,121
29	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345	5	2,345
30	6	2,550	4	2,121	6	2,550	4	2,121	3	1,871	5	2,345	4	2,121	3	1,871	4	2,121	4	2,121	5	2,345	4	2,121
Jumlah	136	66,84	134	66,59	141	68,07	145	68,99	143	68,52	136	66,88	139	67,74	141	68,12	139	67,73	141	68,14	135	66,74	135	66,72
Rata-Rata	4,533	2,228	4,467	2,220	4,700	2,269	4,833	2,300	4,767	2,284	4,533	2,229	4,633	2,258	4,700	2,271	4,633	2,258	4,700	2,271	4,500	2,225	4,500	2,224

Tabel 70. Data Asli Pengujian Organoleptik Atribut Warna

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)	Kelompok Ulangan		Total Perlakuan	Rata-Rata
		I	II		
N1 (3%)	L1 (10 jam)	4,967	4,533	9,500	4,750
	L2 (14 jam)	4,900	4,467	9,367	4,684
	L3 (18 jam)	4,933	4,700	9,633	4,817
	L4 (22 jam)	4,800	4,833	9,633	4,817
Sub Total		19,600	18,533	38,133	19,0665
Rata-Rata		4,900	4,633	9,533	4,767
N2 (5%)	L1 (10 jam)	4,767	4,767	9,534	4,767
	L2 (14 jam)	4,633	4,533	9,166	4,583
	L3 (18 jam)	4,767	4,633	9,400	4,700
	L4 (22 jam)	4,533	4,700	9,233	4,617
Sub Total		18,700	18,633	37,333	18,6665
Rata-Rata		4,675	4,658	9,333	4,667
N3 (7%)	L1 (10 jam)	4,633	4,633	9,266	4,633
	L2 (14 jam)	4,733	4,700	9,433	4,717
	L3 (18 jam)	4,700	4,500	9,200	4,600
	L4 (22 jam)	4,667	4,500	9,167	4,584
Sub Total		18,733	18,333	37,066	18,533
Rata-Rata		4,683	4,583	9,267	4,633
Jumlah		57,033	55,499	112,532	56,266

Tabel 71. Data Transformasi Pengujian Organoleptik Atribut Warna

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)	Kelompok Ulangan		Total Perlakuan	Rata-Rata
		I	II		
N1 (3%)	L1 (10 jam)	2,330	2,228	4,558	2,279
	L2 (14 jam)	2,316	2,220	4,536	2,268
	L3 (18 jam)	2,323	2,269	4,592	2,296
	L4 (22 jam)	2,290	2,300	4,590	2,295
Sub Total		9,259	9,017	18,276	9,138
Rata-Rata		2,315	2,254	4,569	2,285
N2 (5%)	L1 (10 jam)	2,286	2,284	4,570	2,285
	L2 (14 jam)	2,254	2,229	4,483	2,2415
	L3 (18 jam)	2,281	2,258	4,539	2,2695
	L4 (22 jam)	2,233	2,271	4,504	2,252
Sub Total		9,054	9,042	18,096	9,048
Rata-Rata		2,264	2,261	4,524	2,262
N3 (7%)	L1 (10 jam)	2,255	2,258	4,513	2,2565
	L2 (14 jam)	2,276	2,271	4,547	2,2735
	L3 (18 jam)	2,268	2,225	4,493	2,2465
	L4 (22 jam)	2,261	2,224	4,485	2,2425
Sub Total		9,060	8,978	18,038	9,019
Rata-Rata		2,265	2,245	4,510	2,255
Jumlah		27,373	27,037	54,410	27,205

Tabel 72. Analisis Variasi (ANOVA) Analisis Organoleptik Warna

Sumber Variasi	Derajat Bebas (dB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0,005	0,005	-	-
Faktor N	2	0,004	0,002	2,220	3,98
Faktor L	3	0,001	0,000	0,245	3,59
Interaksi NL	6	0,004	0,001	0,732	3,09
Galat	11	0,010	0,001	-	-
Total	23	0,023	-	-	-

Keterangan :

tn  = tidak berpengaruh nyata*  = berpengaruh nyata

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor N (Konsentrasi Natrium Sitrat), faktor L (Lama Pengeringan Beku) dan interaksi faktor N dan L lebih kecil ($<$) F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor N, faktor L, dan interaksi (NL) tidak berpengaruh nyata terhadap respon organoleptik atribut warna sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

Tabel 73. Data dengan Standar Deviasi

Perlakuan	Organoleptik (Warna)
N1 L1	4,767 $\pm$ 0,330
N1 L2	4,684 $\pm$ 0,306
N1 L3	4,817 $\pm$ 0,165
N1 L4	4,817 $\pm$ 0,023
N2 L1	4,786 $\pm$ 0,023
N2 L2	4,583 $\pm$ 0,071
N2 L3	4,700 $\pm$ 0,095
N2 L4	4,617 $\pm$ 0,118
N3 L1	4,633 $\pm$ 0,000
N3 L2	4,717 $\pm$ 0,023
N3 L3	4,617 $\pm$ 0,165
N3 L4	4,584 $\pm$ 0,118

Lampiran 26. Data Hasil Respon Organoleptik Aroma Nasi Instan

Tabel 74. Data Asli Pengujian Organoleptik Atribut Aroma

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)	Kelompok Ulangan		Total Perlakuan	Rata-Rata
		I	II		
N1 (3%)	L1 (10 jam)	4,400	4,033	8,433	4,217
	L2 (14 jam)	3,567	4,200	7,767	3,884
	L3 (18 jam)	4,133	3,600	7,733	3,867
	L4 (22 jam)	4,233	4,200	8,433	4,217
Sub Total		16,333	16,033	32,366	16,183
Rata-Rata		4,083	4,008	8,092	4,046
N2 (5%)	L1 (10 jam)	3,767	4,100	7,867	3,934
	L2 (14 jam)	4,000	3,767	7,767	3,884
	L3 (18 jam)	4,300	4,000	8,300	4,150
	L4 (22 jam)	3,867	4,100	7,967	3,984
Sub Total		20,017	19,975	39,993	19,996
Rata-Rata		5,004	4,994	9,998	4,999
N3 (7%)	L1 (10 jam)	4,433	3,967	8,400	4,200
	L2 (14 jam)	3,933	4,333	8,266	4,133
	L3 (18 jam)	4,433	4,367	8,800	4,400
	L4 (22 jam)	4,000	4,200	8,200	4,100
Sub Total		21,803	21,861	43,664	21,832
Rata-Rata		5,451	5,465	10,916	5,458
Jumlah		58,154	57,869	116,023	58,011

Tabel 75. Data Transformasi Pengujian Organoleptik Atribut Aroma

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)	Kelompok Ulangan		Total Perlakuan	Rata-Rata
		I	II		
N1 (3%)	L1 (10 jam)	2,198	2,115	4,313	2,157
	L2 (14 jam)	1,991	2,152	4,143	2,072
	L3 (18 jam)	2,137	2,000	4,137	2,069
	L4 (22 jam)	2,158	2,151	4,309	2,155
Sub Total		8,484	8,418	16,902	8,451
Rata-Rata		2,121	2,1045	4,226	2,113
N2 (5%)	L1 (10 jam)	2,047	2,125	4,172	2,086
	L2 (14 jam)	2,102	2,047	4,149	2,075
	L3 (18 jam)	2,179	2,102	4,281	2,141
	L4 (22 jam)	2,068	2,129	4,197	2,099
Sub Total		8,396	8,403	16,799	10,512
Rata-Rata		2,099	2,101	4,200	2,100
N3 (7%)	L1 (10 jam)	2,208	2,100	4,308	2,154
	L2 (14 jam)	2,081	2,184	4,265	2,133
	L3 (18 jam)	2,208	2,190	4,398	2,199
	L4 (22 jam)	2,108	2,153	4,261	2,131
Sub Total		8,605	8,627	17,232	10,716
Rata-Rata		2,151	2,157	4,308	2,154
Jumlah		25,485	25,448	50,933	29,679

Tabel 76. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Analisis Organoleptik Aroma

Sumber Variasi	Derajat Bebas (dB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0,000	0,000	-	-
Faktor N	2	0,013	0,006	1,483	3,98
Faktor L	3	0,007	0,002	0,549	3,59
Interaksi NL	6	0,019	0,003	0,718	3,09
Galat	11	0,047	0,004	-	-
Total	23	0,086	-	-	-

Keterangan :

tn  = tidak berpengaruh nyata*  = berpengaruh nyata

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor N (Konsentrasi Natrium Sitrat), faktor L (Lama Pengeringan Beku) dan interaksi faktor N dan L lebih kecil ($<$) F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor N, faktor L, dan interaksi (NL) tidak berpengaruh nyata terhadap respon organoleptik atribut aroma sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

Tabel 77. Data dengan Standar Deviasi

Perlakuan	Organoleptik (Aroma)
N1 L1	4,217 $\pm$ 0,260
N1 L2	3,884 $\pm$ 0,448
N1 L3	3,867 $\pm$ 0,377
N1 L4	4,217 $\pm$ 0,023
N2 L1	3,934 $\pm$ 0,235
N2 L2	3,884 $\pm$ 0,165
N2 L3	4,150 $\pm$ 0,212
N2 L4	3,984 $\pm$ 0,165
N3 L1	4,200 $\pm$ 0,330
N3 L2	4,133 $\pm$ 0,283
N3 L3	4,400 $\pm$ 0,047
N3 L4	4,100 $\pm$ 0,141

Lampiran 27. Data Hasil Respon Organoleptik Tekstur Pulen Nasi Instan

Tabel 78. Data Asli Pengujian Organoleptik Atribut Tekstur Pulen

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)	Kelompok Ulangan		Total Perlakuan	Rata-Rata
		I	II		
N1 (3%)	L1 (10 jam)	4,133	4,167	8,300	4,150
	L2 (14 jam)	4,267	4,333	8,600	4,300
	L3 (18 jam)	3,700	4,267	7,967	3,984
	L4 (22 jam)	3,800	4,067	7,867	3,933
Sub Total		15,900	16,834	32,734	16,367
Rata-Rata		3,975	4,208	8,184	4,092
N2 (5%)	L1 (10 jam)	4,433	4,000	8,433	4,217
	L2 (14 jam)	4,067	4,500	8,567	4,283
	L3 (18 jam)	4,133	3,800	7,933	3,967
	L4 (22 jam)	3,800	4,300	8,100	4,050
Sub Total		20,408	20,808	41,217	20,608
Rata-Rata		5,102	5,202	10,304	5,152
N3 (7%)	L1 (10 jam)	3,933	3,967	7,900	3,950
	L2 (14 jam)	3,933	3,733	7,667	3,833
	L3 (18 jam)	4,333	4,167	8,500	4,250
	L4 (22 jam)	4,000	3,867	7,867	3,933
Sub Total		21,302	20,935	42,238	21,119
Rata-Rata		5,326	5,234	10,559	5,280
Jumlah		57,611	58,578	116,188	58,094

Tabel 79. Data Transformasi Pengujian Organoleptik Atribut Tekstur Pulen

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)	Kelompok Ulangan		Total Perlakuan	Rata-Rata
		I	II		
N1 (3%)	L1 (10 jam)	2,135	2,147	4,283	2,141
	L2 (14 jam)	2,170	2,187	4,357	2,178
	L3 (18 jam)	2,032	2,176	4,208	2,104
	L4 (22 jam)	2,062	2,115	4,177	2,088
Sub Total		8,399	8,625	17,025	8,512
Rata-Rata		2,100	2,156	4,256	2,128
N2 (5%)	L1 (10 jam)	2,208	2,105	4,313	2,157
	L2 (14 jam)	2,120	2,226	4,346	2,173
	L3 (18 jam)	2,137	2,054	4,191	2,096
	L4 (22 jam)	2,058	2,177	4,235	2,118
Sub Total		8,523	8,563	17,086	8,543
Rata-Rata		2,131	2,141	4,271	2,136
N3 (7%)	L1 (10 jam)	2,093	2,094	4,187	2,094
	L2 (14 jam)	2,083	2,041	4,124	2,062
	L3 (18 jam)	2,187	2,149	4,336	2,168
	L4 (22 jam)	2,107	2,074	4,180	2,090
Sub Total		8,470	8,357	16,828	8,414
Rata-Rata		2,118	2,089	4,207	2,103
Jumlah		25,393	25,545	50,938	25,469

Tabel 80. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Analisis Organoleptik Tekstur Pulen

Sumber Variasi	Derajat Bebas (dB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0,001	0,001	-	-
Faktor N	2	0,005	0,002	0,720	3,98
Faktor L	3	0,005	0,002	0,548	3,59
Interaksi NL	6	0,024	0,004	1,290	3,09
Galat	11	0,035	0,003	-	-
Total	23	0,070	-	-	-

Keterangan :

tn  = tidak berpengaruh nyata*  = berpengaruh nyata

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor N (Konsentrasi Natrium Sitrat), faktor L (Lama Pengeringan Beku) dan interaksi faktor N dan L lebih kecil ($<$) F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor N, faktor L, dan interaksi (NL) tidak berpengaruh nyata terhadap respon organoleptik atribut tekstur pulen sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

Tabel 81. Data dengan Standar Deviasi

Perlakuan	Organoleptik (Tekstur Pulen)
N1 L1	4,150 $\pm$ 0,024
N1 L2	4,300 $\pm$ 0,047
N1 L3	3,984 $\pm$ 0,401
N1 L4	3,933 $\pm$ 0,189
N2 L1	4,217 $\pm$ 0,306
N2 L2	4,283 $\pm$ 0,306
N2 L3	3,967 $\pm$ 0,236
N2 L4	4,050 $\pm$ 0,354
N3 L1	3,950 $\pm$ 0,024
N3 L2	3,833 $\pm$ 0,141
N3 L3	4,250 $\pm$ 0,118
N3 L4	3,933 $\pm$ 0,094

Lampiran 28. Data Hasil Respon Organoleptik Rasa Nasi Instan

Tabel 82. Data Asli Pengujian Organoleptik Atribut Rasa

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)	Kelompok Ulangan		Total Perlakuan	Rata-Rata
		I	II		
N1 (3%)	L1 (10 jam)	4,533	4,567	9,100	4,550
	L2 (14 jam)	4,567	4,467	9,034	4,517
	L3 (18 jam)	4,733	4,700	9,433	4,717
	L4 (22 jam)	4,467	4,667	9,133	4,567
Sub Total		18,300	18,400	36,700	18,350
Rata-Rata		4,575	4,600	9,175	4,588
N2 (5%)	L1 (10 jam)	4,567	4,500	9,067	4,533
	L2 (14 jam)	4,533	4,567	9,100	4,550
	L3 (18 jam)	4,200	4,500	8,700	4,350
	L4 (22 jam)	4,600	4,333	8,933	4,467
Sub Total		22,475	22,500	44,975	22,488
Rata-Rata		5,619	5,625	11,244	5,622
N3 (7%)	L1 (10 jam)	4,400	4,467	8,867	4,433
	L2 (14 jam)	4,500	4,733	9,233	4,617
	L3 (18 jam)	4,500	4,300	8,800	4,400
	L4 (22 jam)	4,467	4,600	9,067	4,533
Sub Total		23,485	23,725	47,210	23,605
Rata-Rata		5,871	5,931	11,803	5,901
Jumlah		64,261	64,625	128,886	64,443

Tabel 83. Data Transformasi Pengujian Organoleptik Atribut Rasa

Konsentrasi Natrium Sitrat (N)	Lama Pengeringan Beku (L)	Kelompok Ulangan		Total Perlakuan	Rata-Rata
		I	II		
N1 (3%)	L1 (10 jam)	2,235	2,241	4,477	2,238
	L2 (14 jam)	2,245	2,217	4,462	2,231
	L3 (18 jam)	2,280	2,276	4,556	2,278
	L4 (22 jam)	2,216	2,263	4,479	2,240
Sub Total		8,976	8,997	17,974	8,987
Rata-Rata		2,244	2,249	4,493	2,247
N2 (5%)	L1 (10 jam)	2,240	2,225	4,465	2,232
	L2 (14 jam)	2,230	2,237	4,467	2,233
	L3 (18 jam)	2,158	2,225	4,382	2,191
	L4 (22 jam)	2,249	2,189	4,438	2,219
Sub Total		8,877	8,875	17,752	8,876
Rata-Rata		2,219	2,219	4,438	2,219
N3 (7%)	L1 (10 jam)	2,199	2,216	4,416	2,208
	L2 (14 jam)	2,224	2,281	4,504	2,252
	L3 (18 jam)	2,225	2,177	4,402	2,201
	L4 (22 jam)	2,218	2,245	4,463	2,232
Sub Total		8,866	8,919	17,786	8,893
Rata-Rata		2,217	2,230	4,446	2,223
Jumlah		26,719	26,792	53,511	26,756

Tabel 84. Analisis Variasi (ANAVA) Analisis Analisis Organoleptik Rasa

Sumber Variasi	Derajat Bebas (dB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0,000	0,000	-	-
Faktor N	2	0,004	0,002	2,242	3,98
Faktor L	3	0,001	0,000	0,343	3,59
Interaksi NL	6	0,007	0,001	1,562	3,09
Galat	11	0,009	0,001	-	-
Total	23	0,021	-	-	-

Keterangan :

tn  = tidak berpengaruh nyata*  = berpengaruh nyata

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung untuk faktor N (Konsentrasi Natrium Sitrat), faktor L (Lama Pengeringan Beku) dan interaksi faktor N dan L lebih kecil ($<$) F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor N, faktor L, dan interaksi (NL) tidak berpengaruh nyata terhadap respon organoleptik atribut rasa sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut Duncan.

Tabel 85. Data dengan Standar Deviasi

Perlakuan	Organoleptik (Rasa)
N1 L1	4,550 $\pm$ 0,024
N1 L2	4,517 $\pm$ 0,071
N1 L3	4,717 $\pm$ 0,024
N1 L4	4,567 $\pm$ 0,141
N2 L1	4,533 $\pm$ 0,047
N2 L2	4,550 $\pm$ 0,024
N2 L3	4,350 $\pm$ 0,212
N2 L4	4,467 $\pm$ 0,189
N3 L1	4,433 $\pm$ 0,047
N3 L2	4,617 $\pm$ 0,165
N3 L3	4,400 $\pm$ 0,141
N3 L4	4,533 $\pm$ 0,094

Lampiran 29. Pehitungan Kadar Gula Reduksi Nasi Instan Kering Formulasi (N2L3)

$$\% \text{ Kadar Gula Reduksi} = \frac{(\text{mg Gula reduksi})}{(\text{mg Sampel})} \times FP \times 100$$

Diketahui :

$$W \text{ KIO}_3 = 0,043 \text{ gram}$$

$$BE \text{ KIO}_3 = 35,667$$

$$V \text{ blanko} = 13,50 \text{ mL}$$

$$\text{Vol Na tio sulfat} = 9,70 \text{ mL}$$

$$FP = 100/10$$

$$\text{Sampel} = 2,004 \text{ mg}$$

Ditanyakan :

% Kadar Gula Reduksi ?

Jawab :

- **N Na₂S₂O₃**

$$= \frac{W \text{ KIO}_3 \times 1000}{BE \text{ KIO}_3 \times V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$$

$$= \frac{0,043 \times 1000}{35,667 \times 9,70}$$

$$= 0,124 \text{ N}$$

- **mL Na₂S₂O₃**

$$= \frac{(V \text{ Blanko} - V \text{ Sampel}) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{0,1}$$

$$= \frac{(13,50 - 9,70) \times 0,124}{0,1}$$

$$= 4,722 \text{ mL}$$

- **mg gula (tabel)**

$$= d + \left[\frac{(b - a)}{(c - a)} \right] \times (e - d)$$

$$= 9,7 + \left[\frac{(4,722 - 4)}{(5 - 4)} \right] \times (12,2 - 9,7)$$

$$= 11,507 \text{ mg}$$

- **Kadar Gula Reduksi (%)**

$$= \frac{\text{mg gula reduksi}}{\text{mg sampel} \times 1000} \times \text{FP} \times 100$$

$$= \frac{11,507}{2,004 \times 1000} \times 10 \times 100$$

$$= 5,742 \%$$

Lampiran 30. Dokumentasi Proses Pembuatan Nasi Instan

Lampiran 31. Dokumentasi Analisis Nasi Instan