

**PENGARUH PENAMBAHAN SODIUM ALGINAT TERHADAP
MUTU ROTI TAWAR SELAMA PENYIMPANAN**

**LAPORAN SKRIPSI
TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN**

**OLEH:
INDAH KHAIRATUNNISA
NIM. 0001080141-83**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN
MALANG**

2007

**PENGARUH PENAMBAHAN SODIUM ALGINAT TERHADAP
MUTU ROTI TAWAR SELAMA PENYIMPANAN**

*Laporan Praktek Kerja Lapang Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan pada Fakultas Perikanan
Universitas Brawijaya*

**OLEH :
INDAH KHAIRATUNNISA
NIM. 0001080141-83**

**MENYETUJUI,
DOSEN PENGUJI I**

**(Ir. HARTATI K., MS)
Tanggal:**

DOSEN PENGUJI II I

**(Ir. DWI SETIJAWATI, M.Kes)
Tanggal:**

DOSEN PEMBIMBING I

**(Ir. MURACHMAN, MSi)
Tanggal:**

DOSEN PEMBIMBING II

**(Ir. KARTINI ZAELANIE, MS)
Tanggal:**

**Mengetahui,
KETUA JURUSAN**

**(Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS)
Tanggal:**

RINGKASAN

INDAH KHAIRATUNNISA. Skripsi tentang Studi Pendahuluan tentang Pengaruh Penambahan Sodium Alginat terhadap Mutu Roti Tawar selama Penyimpanan. Dibawah Bimbingan **Ir. MURACHMAN, MSi** dan **Ir. KARTINI ZAELANI, MS.**

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan sodium alginat terhadap mutu roti tawar selama penyimpanan dan untuk memperoleh konsentrasi sodium alginat yang terbaik sehingga diperoleh roti tawar dengan kualitas yang baik selama penyimpanan.

Penelitian ini dilakukan di Pusat Pelatihan Pengolahan Terigu Bogasari Baking Center Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya, Laboratorium Sentral Ilmu-ilmu Hayati Universitas Brawijaya dan Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya yang dilaksanakan pada bulan Juni 2007.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara sederhana dengan tiga kali ulangan sebagai pengamatan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah penambahan sodium alginat dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 0% (K0), 1% (K1), 1,5% (K2), 2% (K3) dan 2,5% (K4). Penyimpanan roti tawar dilakukan selama 6 hari dengan 3 kali pengamatan yaitu hari ke-0, hari ke-3 dan hari ke-6.

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari uji obyektif dan uji subyektif. Uji obyektif yang diamati meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, kadar serat kasar, kadar iodium, volume pengembangan, WHC, a_w dan pH. Pengolahan data obyektif dilakukan dengan menggunakan analisis sidik ragam dengan uji lanjut BNT. Uji subyektif yang diamati adalah uji organoleptik yang meliputi rasa, warna, tekstur dan aroma. Pengolahan data subyektif dilakukan dengan menggunakan uji Friedman dengan uji lanjut perbandingan berganda.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa perbedaan konsentrasi penambahan sodium alginat pada roti tawar tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air, nilai WHC, nilai a_w , nilai pH serta organoleptik rasa, warna, tekstur dan aroma roti tawar. Perbedaan konsentrasi penambahan sodium alginat pada roti tawar memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar serat kasar, kadar iodium dan volume pengembangan roti tawar. Dari hasil uji kualitas roti tawar diperoleh bahwa komposisi gizi roti tawar untuk semua perlakuan masih memenuhi SNI dan standar komposisi gizi roti tawar.

Dari hasil penelitian didapatkan perlakuan yang terbaik yaitu perlakuan penambahan sodium alginat pada roti tawar dengan konsentrasi sebesar 1,5% dengan nilai rerata kadar air 33,113%, kadar abu 3,788%, kadar protein 9,543%, kadar lemak 24,28%, kadar karbohidrat 51,128%, kadar serat kasar 2,681%, kadar iodium 19,246 mg/100g, volume pengembangan 1237 ml, nilai WHC 29,925%, nilai a_w 0,947 dan nilai pH 5,323 serta uji organoleptik yang meliputi rasa 5,61, warna 6,13, tekstur 5,79 dan aroma 5,7.

Disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penambahan sodium alginat dalam pembuatan roti tawar terhadap aktivitas mikroorganisme selama penyimpanan. Disarankan pula untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pembuatan roti tawar yang ditambah dengan hasil ekstraksi rumput laut lainnya selain sodium alginat.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, ridho dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini beserta penyusunan laporannya. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Praktek Kerja Lapang ini tidak mungkin berjalan dengan baik tanpa dukungan dari berbagai pihak. Rasa hormat dan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Ir. Murachman, MSi, selaku Dosen Pembimbing I atas segala petunjuk dan bimbingannya sejak penyusunan usulan penelitian sampai dengan selesainya penyusunan laporan skripsi ini.
2. Ibu Ir. Kartini Zaelani, MS, selaku Dosen Pembimbing II atas segala petunjuk dan bimbingannya sejak penyusunan usulan penelitian sampai dengan selesainya penyusunan laporan skripsi ini.
3. Bapak dan Ibu, serta kakak dan adik-adikku, terima kasih atas do'a, dukungan dan motivasinya yang tiada henti sehingga penelitian ini dapat berjalan lancar.
4. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan bantuan dalam pelaksanaan dan penyelesaian laporan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan dan membutuhkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca sehingga dapat menambah kesempurnaan laporan ini. Akhirnya, penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak yang membutuhkan.

Malang, Agustus 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Hipotesa	4
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Alginat	5
2.1.1 Struktur Molekul Alginat	6
2.1.2 Sifat Fisiko-Kimia Alginat	7
2.1.2.1 Kelarutan	7
2.1.2.2 Viskositas	8
2.1.2.3 Pembentukan Gel	8
2.1.3 Penggunaan Alginat	9
2.1.4 Peranan Alginat terhadap Kesehatan Manusia	10
2.1.5 Standar Mutu Alginat	12
2.2 Roti Tawar	13
2.2.1 Tinjauan tentang Roti Tawar	13
2.2.2 Tinjauan tentang Bahan-bahan untuk Pembuatan Roti Tawar	14
2.2.2.1 Tepung Terigu	14
2.2.2.2 Air	15
2.2.2.3 Garam	16
2.2.2.4 Gula	16
2.2.2.5 Susu Skim	17
2.2.2.6 Mentega Putih (<i>Shortening</i>)	17
2.2.2.7 Ragi Instan (<i>Instant Dry Yeast</i>)	18
2.2.2.8 Bread Improver	19
2.3 Tahap-tahap Pembuatan Roti Tawar	20
2.4 Standar Mutu Roti Tawar	24

3. MATERI DAN METODE	26
3.1 Materi Penelitian	26
3.1.1 Bahan Penelitian	26
3.1.2 Peralatan Penelitian	26
3.2 Metode Penelitian	27
3.2.1 Metode	27
3.2.2 Perlakuan	28
3.3 Rancangan Percobaan	29
3.4 Parameter Uji	30
3.4.1 Kadar Air	30
3.4.2 Kadar Abu	30
3.4.3 Kadar Protein	31
3.4.4 Kadar Lemak	31
3.4.5 Kadar Karbohidrat	31
3.4.6 Kadar Serat Kasar	31
3.4.7 Kadar Iodium	32
3.4.8 Volume Pengembangan	32
3.4.9 <i>Water Holding Capacity</i> (WHC)	32
3.4.10 A_w	32
3.4.11 pH	33
3.4.12 Total Kapang	33
3.4.13 Uji Organoleptik	33
3.4.14 Penentuan Perlakuan Terbaik	34
3.5 Prosedur Pembuatan Roti Tawar	34
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Kadar Air	39
4.2 Kadar Abu	41
4.3 Kadar Protein	44
4.4 Kadar Lemak	46
4.5 Kadar Serat Kasar	49
4.6 Kadar Iodium	52
4.7 <i>Water Holding Capacity</i> (WHC)	55
4.8 Nilai A_w	57
4.9 Nilai pH	59
4.10 Volume Pengembangan	60
4.11 Uji Organoleptik	63
4.11.1 Rasa	63
4.11.2 Warna	65
4.11.3 Tekstur	66
4.11.4 Aroma	68
4.12 Penentuan Perlakuan Terbaik	69
5. KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	75

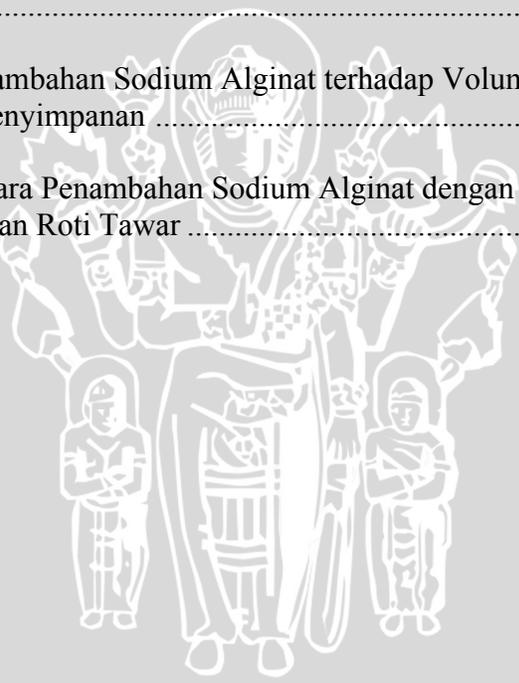
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan Alginat dari Alga Coklat	5
2. Aplikasi Alginat pada Industri Makanan	10
3. Standar Mutu Internasional Alginat	12
4. Persyaratan Mutu Roti Menurut SNI 01-3840-1995	24
5. Komposisi Gizi Roti Tawar	25
6. Rancangan Percobaan	29
7. Rerata Nilai Kadar Abu Roti Tawar	43
8. Rerata Nilai Kadar Protein Roti Tawar	45
9. Rerata Nilai Kadar Lemak Roti Tawar	48
10. Rerata Nilai Kadar Serat Kasar Roti Tawar	51
11. Rerata Nilai Kadar Iodium Roti Tawar	54
12. Rerata Nilai Kesukaan Panelis terhadap Rasa Roti Tawar	64
13. Rerata Nilai Kesukaan Panelis terhadap Warna Roti Tawar	66
14. Rerata Nilai Kesukaan Panelis terhadap Tekstur Roti Tawar	67
15. Rerata Nilai Kesukaan Panelis terhadap Aroma Roti Tawar	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur Monomer Alginat.....	6
2. Diagram Alir Pembuatan Roti Tawar pada Penelitian Pendahuluan.....	37
3. Diagram Alir Pembuatan Roti Tawar pada Penelitian Utama.....	38
4. Grafik Pengaruh Penambahan Sodium Alginat terhadap Kadar Air Roti Tawar selama Penyimpanan.....	40
5. Grafik Hubungan antara Penambahan Sodium Alginat dengan Rerata Kadar Air Roti Tawar.....	41
6. Grafik Pengaruh Penambahan Sodium Alginat terhadap Kadar Abu Roti Tawar selama Penyimpanan.....	42
7. Grafik Hubungan antara Penambahan Sodium Alginat dengan Rerata Kadar Abu Roti Tawar.....	43
8. Grafik Pengaruh Penambahan Sodium Alginat terhadap Kadar Protein Roti Tawar selama Penyimpanan.....	44
9. Grafik Hubungan antara Penambahan Sodium Alginat dengan Rerata Kadar Protein Roti Tawar.....	46
10. Grafik Pengaruh Penambahan Sodium Alginat terhadap Kadar Lemak Roti Tawar selama Penyimpanan.....	47
11. Grafik Hubungan antara Penambahan Sodium Alginat dengan Rerata Kadar Lemak Roti Tawar.....	48
12. Grafik Pengaruh Penambahan Sodium Alginat terhadap Kadar Serat Kasar Roti Tawar selama Penyimpanan.....	50
13. Grafik Hubungan antara Penambahan Sodium Alginat dengan Rerata Kadar Serat Kasar Roti Tawar.....	51
14. Grafik Pengaruh Penambahan Sodium Alginat terhadap Kadar Iodium Roti Tawar selama Penyimpanan.....	52
15. Grafik Hubungan antara Penambahan Sodium Alginat dengan Rerata Kadar Iodium Roti Tawar.....	54

16. Grafik Pengaruh Penambahan Sodium Alginat terhadap WHC Roti Tawar selama Penyimpanan	55
17. Grafik Hubungan antara Penambahan Sodium Alginat dengan Rerata WHC Roti Tawar	56
18. Grafik Pengaruh Penambahan Sodium Alginat terhadap Nilai Aw Roti Tawar selama Penyimpanan	58
19. Grafik Hubungan antara Penambahan Sodium Alginat dengan Rerata Nilai Aw Roti Tawar	58
20. Grafik Pengaruh Penambahan Sodium Alginat terhadap Nilai pH Roti Tawar selama Penyimpanan	59
21. Grafik Hubungan antara Penambahan Sodium Alginat dengan Rerata Nilai pH Roti Tawar	60
22. Grafik Pengaruh Penambahan Sodium Alginat terhadap Volume Pengembangan Roti Tawar selama Penyimpanan	61
23. Grafik Hubungan antara Penambahan Sodium Alginat dengan Rerata Volume Pengembangan Roti Tawar	62

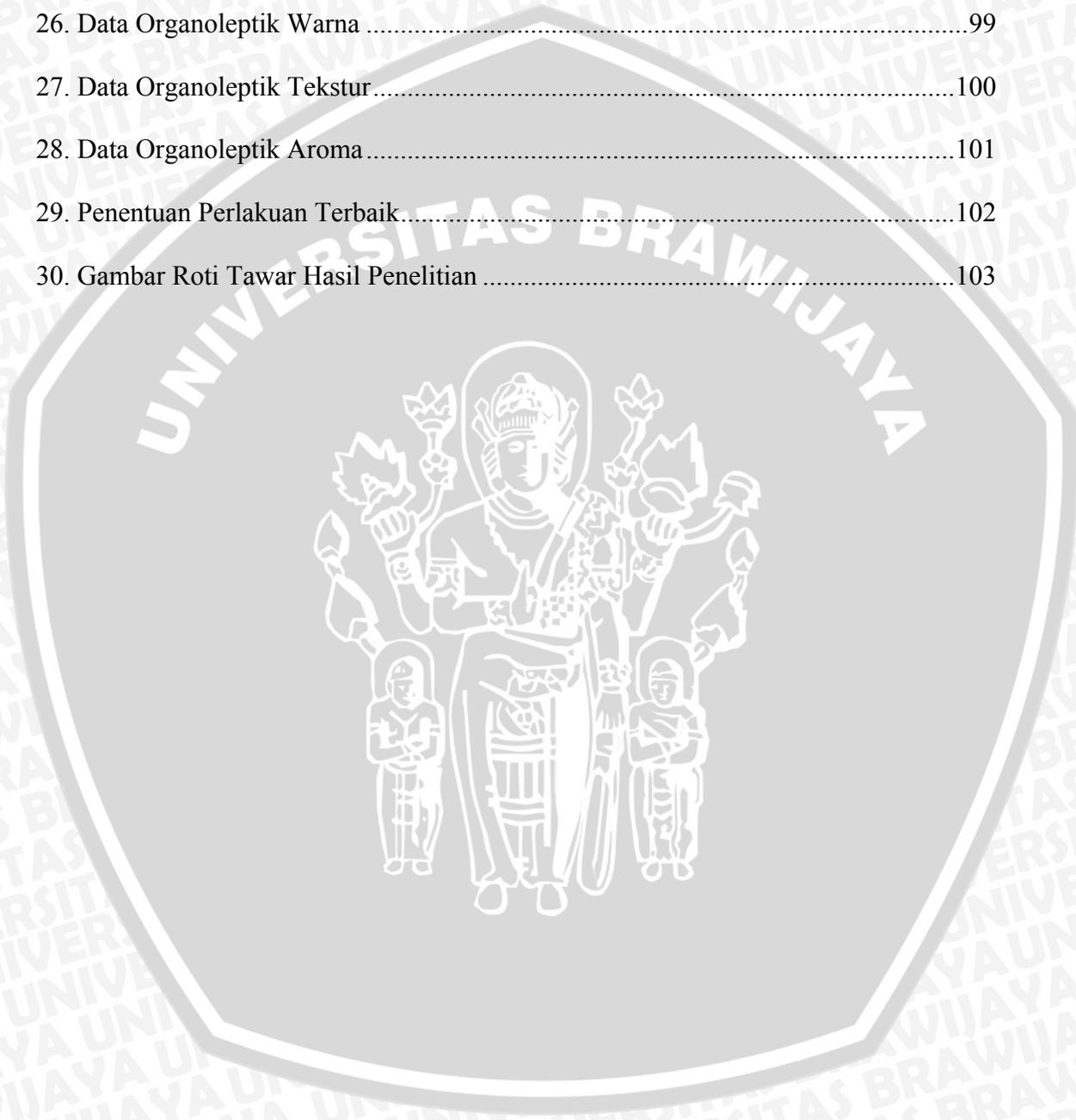


DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Penentuan Perlakuan Terbaik pada Penelitian Pendahuluan	75
2. Analisa Kadar Air	76
3. Analisa Kadar Abu	77
4. Analisa Kadar Protein	78
5. Analisa Kadar Lemak	79
6. Analisa Kadar Serat Kasar	80
7. Analisa Kadar Iodium	81
9. Penentuan WHC	82
10. Analisa Aw	83
11. Analisa pH	84
12. Penentuan Volume Pengembangan	85
13. Score Sheet Uji Organoleptik	86
14. Metode Penentuan Perlakuan Terbaik	87
15. Analisa Data Kadar Air	88
16. Analisa Data Kadar Abu	89
17. Analisa Data Kadar Protein	90
18. Analisa Data Kadar Lemak	91
19. Analisa Data Kadar Serat Kasar	92
20. Analisa Data Kadar Iodium	93
21. Analisa Data WHC	94
22. Analisa Data Aw	95



23. Analisa Data pH.....	96
24. Analisa Data Volume Pengembangan.....	97
25. Data Organoleptik Rasa.....	98
26. Data Organoleptik Warna.....	99
27. Data Organoleptik Tekstur.....	100
28. Data Organoleptik Aroma.....	101
29. Penentuan Perlakuan Terbaik.....	102
30. Gambar Roti Tawar Hasil Penelitian.....	103



1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan yang terletak di daerah tropis mempunyai perairan laut yang cukup luas dan memiliki berbagai jenis rumput laut. Rumput laut merupakan salah satu komoditas hasil perikanan yang saat ini sedang ditingkatkan pemanfaatannya. Beberapa jenis rumput laut yang banyak dimanfaatkan di Indonesia adalah jenis alga merah (*Rhodophyceae*) contohnya *Gracillaria*, *Gelidium*, *Geliopsis*, *Eucheuma* dan jenis alga coklat (*Phaeophyceae*) contohnya *Sargassum*, *Turbinaria*, *Macrosystis* dan *Lessonia*. Menurut Darmawan *et al.* (2004), didalam alga merah terkandung senyawa agar-agar dan karaginan. Sedangkan didalam alga coklat terkandung senyawa algin.

Rumput laut merupakan salah satu sumber bahan pangan yang banyak mengandung mineral (terutama iodium) dan serat pangan (*dietary fiber*). Menurut Budijanto (1997), rumput laut dimasa yang akan datang dapat digunakan sebagai makanan kesehatan, karena mengandung lemak yang rendah, serat kasar tinggi serta kandungan mineral khususnya iodium yang tinggi pula.

Alginat merupakan suatu bahan yang dikandung oleh *Phaeophyceae* (alga coklat). Di Indonesia, alga coklat penghasil alginat adalah *Sargassum* dan *Turbinaria* (Anonymous, 2003_b). Alginat mempunyai keistimewaan lain yaitu memiliki afinitas yang tinggi terhadap logam berat dan unsur radioaktif. Oleh karena alginat sifatnya tidak dapat dicerna, maka konsumsi alginat sangat membantu membersihkan polusi logam berat dan unsur radioaktif dalam makanan yang dikonsumsi manusia. Sifat tersebut

merupakan keistimewaan alginat yang tidak terdapat pada semua getah rumput laut (Winarno, 1996).

Penggunaan alginat sangat meluas baik dibidang pangan maupun non pangan. Alginat digunakan sebagai pembentuk gel (*gelling agent*), pengemulsi dan penstabil emulsi (*emulsifying and stabilizing agent*), pensuspensi (*suspending agent*), pengikat (*binding agent*), penghalus (*finishing agent*), penguas kain, pembentuk struktur (*sizing agent*), penjernih dan sebagainya (Anonymous, 2005). Menurut Raven *et al.* (1986), karena kemampuannya membentuk gel maka secara luas alginat digunakan sebagai bahan pengental (*thickening agent*), pengikat air dan penstabil yang bersifat non toksik sehingga alginat banyak digunakan dalam industri makanan. Dibidang pangan, menurut Winarno (1996), alginat banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman, seperti: roti-kue, susu, es krim, salad, permen, cokelat, bir, pengalengan, *dietetic foods* dan lain-lain. Pada produk roti-kue, alginat banyak digunakan pada *cake filling* dan *toppings, bakery jellies, meringues, glazes, pie filling* dan lain sebagainya. Dosis alginat yang digunakan pada produk roti-kue sekitar 0,1 - 0,5%.

Didalam kelompok *bakery*, roti merupakan produk yang paling pertama dikenal dan paling populer hingga saat ini. Roti adalah produk makanan yang terbuat dari fermentasi tepung terigu dengan ragi atau bahan pengembang lainnya, kemudian dipanggang. Secara umum, roti dibedakan atas roti tawar dan roti manis. Roti tawar dapat dibedakan lagi atas roti tawar putih (*white bread*) dan roti tawar gandum (*whole-wheat bread*). Sedangkan roti manis dibedakan atas dasar bahan pengisinya. Roti tawar merupakan salah satu jenis makanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat, mudah didapat, cara penyajiannya gampang dan bergizi padat. Umumnya, roti tawar digunakan

sebagai makanan pokok kedua selain nasi yang dihidangkan pada saat sarapan pagi (Astawan, 2006).

Roti tawar adalah salah satu jenis makanan yang berbentuk sponge, dibuat dari bahan dasar terigu, air, *shortening*, gula dan yeast melalui tahap pembentukan adonan, fermentasi dan pemanggangan (Matz, 1992). Roti tawar yang banyak dikonsumsi pada saat ini adalah roti tawar putih yang terbuat dari tepung terigu dimana bagian bran dan germnya dibuang, sehingga kandungan serat, vitamin dan mineralnya berkurang. Penggunaan sodium alginat pada roti tawar yang banyak dikonsumsi masyarakat, kiranya dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan mutu serta dapat meningkatkan konsumsi serat dan iodium dari roti tawar tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Pada saat ini, roti tawar yang banyak dipasarkan di pasaran, umumnya memiliki tekstur *crumb* yang kasar dan rapuh, rasanya kurang gurih dan cepat kering. Untuk mengatasi permasalahan tersebut di atas, perlu dilakukan penambahan alginat. Menurut Tranggono (1988), alginat adalah penyusun utama alga coklat yang umumnya berupa campuran antara asam alginat dan garamnya yang tidak larut. Ditambahkan dalam Winarno (1996), alginat banyak digunakan pada produk roti-kue karena sifatnya yang bagus dalam mencengkram air (*water holding capacity*) sehingga produk tersebut tidak cepat kering pada udara dengan kelembapan yang rendah. Dengan penambahan alginat, tekstur yang halus juga dapat dipertahankan. Menurut Pomeranz (1985) dalam Dahliyah (2003), penggunaan alginat dalam adonan kering dengan konsentrasi sekitar 0,05 – 1% berfungsi untuk memudahkan pencampuran bahan, memperbaiki tekstur adonan dan memperpanjang masa simpan. Penambahan sodium alginat pada adonan roti tawar

belum diketahui konsentrasinya sehingga perlu diketahui penambahan konsentrasi alginat yang optimal pada roti tawar.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan sodium alginat terhadap mutu roti tawar selama penyimpanan dan untuk memperoleh konsentrasi sodium alginat yang terbaik sehingga diperoleh roti tawar dengan kualitas yang baik selama penyimpanan.

1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh penambahan sodium alginat dengan konsentrasi yang berbeda terhadap mutu roti tawar selama penyimpanan sehingga dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Hipotesa

Diduga penambahan sodium alginat dengan konsentrasi yang berbeda akan memberikan pengaruh terhadap mutu roti tawar yang berbeda pula selama penyimpanan.

1.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pusat Pelatihan Pengolahan Terigu Bogasari Baking Center Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya, Laboratorium Sentral Ilmu-ilmu Hayati Universitas Brawijaya dan Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya yang dilaksanakan pada bulan Juni 2007.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Alginat

Alginat merupakan suatu bahan yang dikandung oleh *algae* laut dari kelas *Phaeophyceae* (alga coklat). Secara komersil, sebagian besar algin diekstrak dari *Alginophyte* yaitu dari jenis *Ascophyllum*, *Durvillaea*, *Macrocystis*, *Ecklonia*, *Eisenia*, *Sargassum*, *Laminaria*, *Lessonia* dan *Turbinaria* (McHugh, 1987). Di Indonesia sendiri, alga coklat (*Phaeophyceae*) penghasil alginat adalah *Sargassum* dan *Turbinaria* (Anonymous, 2003_b).

Menurut Winarno (1996), alginat terdapat dalam semua spesies alga coklat yang tergolong dalam kelas *Phaeophyceae* dengan kadar yang berbeda-beda. Kandungan alginat dari beberapa spesies alga coklat (*Phaeophyceae*) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Alginat dari Alga Coklat (% Berat Kering)

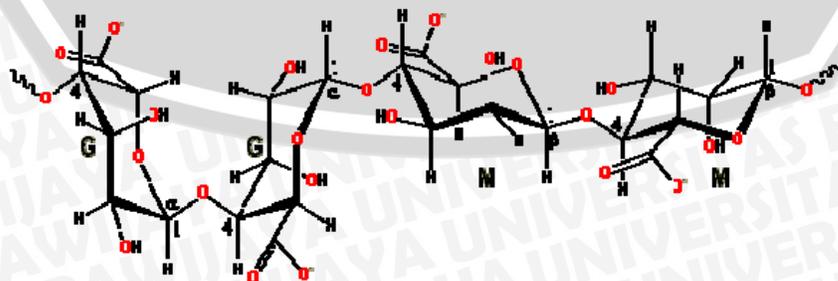
Jenis Alga Coklat	Kadar Alginat (%)
<i>Sargassum longifollum</i>	17,0
<i>Sargassum wightill</i>	29,8 - 34,6
<i>Sargassum tenerrimum</i>	29,8 - 34,6
<i>Sargassum ilicifolium</i>	26,64
<i>Sargassum echinocarpum</i>	22,70
<i>Laminaria hyperborean</i>	14 - 35
<i>Ascophyllum</i>	20 - 30
<i>Ecklonia maxima</i>	29,6 - 40
<i>Macrocystis</i>	13 - 24
<i>Turbinaria decurrens</i>	16,3 - 26,3
<i>Turbinaria</i> spp	25 - 37

Sumber: Yunizal (1999)

Seperti juga agar-agar, algin merupakan bahan yang sangat banyak dimanfaatkan dalam dunia industri. Algin berbentuk asam alginik (*alginic acid*) yang merupakan getah selaput (*membrane mucilage*). Asam alginik tidak terdapat dalam bentuk yang bebas, tetapi umumnya membentuk garam dengan unsur kimia lainnya. Garam alginik - biasanya disebut *alkinat* - umumnya mempunyai sifat larut dalam air, contohnya sodium alginat, potassium alginat, dan ammonium alginat. Sedangkan contoh garam alginik yang tidak dapat larut dalam air adalah kalsium alginat (Afrianto dan Liviawaty, 1993).

2.1.1 Struktur Molekul Alginat

Alginat merupakan komponen utama dari getah alga coklat (*Phaeophyceae*). Secara kimia, alginat adalah polimer murni dari asam uronat yang tersusun dalam bentuk rantai linier yang panjang. Ada dua jenis monomer penyusun alginat, yaitu β -(1-4)-D-Asam Mannopyranosyl Uronat dan α -(1-4)-L-Asam Gulopyranosyl Uronat. Dari kedua jenis monomer tersebut, alginat dapat berupa senyawa homopolimer yang terdiri dari monomer-monomer sejenis atau berupa senyawa heteropolimer yang merupakan gabungan dari kedua jenis monomer tersebut (Winarno, 1996). Diantara monomer-monomer sejenis, terdapat ikatan diequatorial pada D-asam mannuronat (4C_1), dan ikatan diaxial pada L-asam guluronat (1C_4) (Chaplin, 2006). Struktur monomer alginat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Monomer Alginat (Chaplin, 2006)

Asam alginat merupakan asam-asam karbosiklik (R-COOH) dari suatu polisakarida yang terdiri dari D-mannuronic acid dan L-guluronic acid dengan perbandingan mannuronic acid dan guluronic acid antara 0,3 – 2,35 (Istini *et al.*, 2000). Schoffel and Link pada tahun 1993 menyatakan bahwa rumus kimia dari molekul alginat adalah $(C_6H_8O_6)_n$ dengan nilai n berkisar antara 80 - 83 (Chapman and Chapman, 1980).

2.1.2 Sifat Fisiko-Kimia Alginat

2.1.2.1 Kelarutan

Asam alginat bebas pada dasarnya tidak larut dalam air, tetapi garam amonium dan alkali metalnya mudah larut di dalam air dingin dan membentuk cairan kental (Angka dan Suhartono, 2000). Garam-garam (K, Na, NH_4+Ca , $Na+Ca$) dan propilen glikol alginat larut dalam air dingin maupun air panas, namun garam kalsiumnya tidak larut dalam air dengan kondisi pH kurang dari 7 (Yunizal, 1999). Alginat dapat mengikat molekul air dengan sangat kuat karena tingginya ion karboksilat yang dikandungnya, bila anion berkurang maka kekuatan pengikatan air akan menurun. Daya ikat alginat terhadap molekul air dipengaruhi oleh suhu. Pada suhu rendah (kurang dari $32^\circ C$) alginat mengikat molekul air dengan sangat kuat (McHugh, 1987).

Kelarutan dan kapasitas pengikatan air (*Water Holding Capacity/ WHC*) alginat dipengaruhi oleh pH, berat molekul (semakin besar ukuran molekul alginat, semakin besar pula pengikatan airnya), kekuatan ion dan kondisi sekitar. Secara umum, alginat menunjukkan penyerapan air yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai emulsifier dengan viskositas yang rendah, sebagai bahan pengental dan juga untuk menstabilkan fase yang terpisah didalam bahan pengganti lemak yang rendah lemak, contohnya campuran alginat dan kasein dalam pati dengan sistem tiga-fase (Chaplin, 2006).

2.1.2.2 Viskositas

Viskositas larutan alginat dipengaruhi oleh berat molekul, konsentrasi, suhu, pH, dan adanya ion kalsium (McHugh, 1987). Ditambahkan dalam Chapman and Chapman (1980), viskositas larutan alginat akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan tingkat polimerisasi, peningkatan konsentrasi, penurunan suhu, dan peningkatan kandungan larutan elektrolit yaitu perbandingan relatif antara dua asam uronik, dimana semakin tinggi kandungan asam guluroniknya maka semakin tinggi pula viskositasnya.

Viskositas larutan alginat akan menunjukkan sedikit perubahan pada kisaran pH 5,5 - 11 dan setiap kenaikan suhu 5,6°C akan menurunkan viskositas sebesar 12%. Panjang rantai polimer mannuronat maupun gulluronat atau selang-seling pada kedua ikatannya menentukan mutu alginat. Semakin panjang rantai dan semakin besar bobot molekulnya maka semakin besar viskositasnya (McHugh, 1987). Dijelaskan lebih lanjut dalam Fardiaz (1988), viskositas larutan alginat 1% dalam larutan air berkisar antara 10 - 5000 cps. Viskositas larutan yang dibutuhkan untuk industri farmasi adalah 20 - 400 cps dan untuk industri makanan adalah 10 - 5000 cps. Kualitas alginat yang semakin tinggi ditunjukkan dengan semakin besarnya viskositas alginat dalam 1% larutan air.

2.1.2.3 Pembentukan Gel

Pembentukan gel alginat dipengaruhi oleh proporsi poliguluronat dan polimanuronat yang menyusun alginat, jumlah ion Ca^{2+} , pH dan lamanya waktu gelasi (Nussinovitch, 1997). Larutan alginat juga akan membentuk gel jika diberi asam, gel tersebut umumnya lebih lembut daripada gel kalsium (Fardiaz, 1988). Larutan alginat bereaksi dengan kation di- dan trivalen membentuk gel pada suhu kamar sampai 100°C dan tidak meleleh ketika dipanaskan. Mekanisme pembentukan gel ini berdasarkan

reaksi intramolekul dan intermolekul dengan kekuatan gel yang dihasilkan akan meningkat bersamaan dengan lamanya waktu gelasi (McHugh, 1987).

2.1.3 Penggunaan Alginat

Penggunaan alginat banyak dijumpai disektor pangan maupun non pangan. Alginat digunakan sebagai pembentuk gel, pengemulsi, penstabil, pensuspensi, pengikat, penghalus, penjernih, pembentuk struktur dan lain-lain (Anonymous, 2005). Dijelaskan dalam Raven *et al.* (1986), karena kemampuannya membentuk gel maka alginat digunakan secara luas sebagai bahan pengental, pengikat air dan penstabil yang bersifat non toksik sehingga banyak digunakan dalam industri makanan.

Dalam industri makanan, alginat dimanfaatkan sebagai komoditi yang penting dalam industri susu, roti-kue serta jenis makanan lainnya. Dalam industri roti-kue, alginat digunakan pada produk-produk seperti: *cake filling* dan *toppings*, *bakery jellies*, *meringues*, *glazes*, *pie filling* dan sebagainya. Alginat banyak digunakan pada produk roti-kue karena sifatnya yang bagus dalam mencengkram air (*water holding capacity*) sehingga produk tersebut tidak cepat kering pada udara dengan kelengasan yang rendah. Dengan penambahan alginat, tekstur yang halus juga dapat dipertahankan (Winarno, 1996).

Batas pemakaian alginat dalam produk bahan makanan dan minuman berkisar antara 5 – 10 g dalam 1 kg bahan (Anonymous, 2005). Ditambahkan dalam Winarno (1996) bahwa dosis alginat yang digunakan pada produk roti-kue sekitar 0,1 - 0,5%. Aplikasi alginat dalam industri makanan secara lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Aplikasi Alginat pada Industri Makanan

Produk	Konsentrasi (%)	Fungsi
Bakery jelly	0,1	Memperlambat pengeluaran air dari dalam jaringan, melembutkan dan mempermudah pemerataan jelly
Isian pie	0,3 - 0,5	Melembutkan, menghaluskan tekstur, penjernih dan memperbaiki flavor
Ice cream susu	0,15 – 0,4	Memelihara kelembutan tekstur selama penyimpanan
Kue jelly	0,8	Memperkuat ikatan antar bahan, penjernih dan menjaga tekstur
Permen jelly	0,1 – 0,7	Penjernih, pelembut dan mencegah pemisahan antara jelly dan essence
Puding susu	0,8	Menguatkan dan melembutkan tekstur
Syrup	0,1 – 0,5	Pelembut tekstur, menjaga pemisahan antar bahan yang dicampurkan
Makanan diet	0,2 – 2	Pelapis, pelembut dan pengeras tekstur
Adonan kering	0,05 - 1	Memudahkan pencampuran bahan, memperbaiki tekstur adonan dan memperpanjang waktu simpan

Sumber: Pomeranz (1985) dalam Dahliyah (2003)

Selain produk-produk tersebut diatas, yang banyak menggunakan alginat adalah jenis makanan untuk pelangsing tubuh (*dietetic foods*) berkalori rendah. Alginat memiliki nilai kalori sangat rendah yaitu hanya sekitar 1,4 kal/g. Karena penggunaan alginat dalam makanan pelangsing (*dietetic foods*) pada umumnya kurang dari 1%, maka kontribusi algin dalam total kalori sangatlah kecil. Dengan penambahan alginat dapat membantu memperbaiki cita rasa produk dengan kadar gula rendah (Winarno, 1996).

2.1.4 Peranan Alginat terhadap Kesehatan Manusia

Alginat diekstrak dari *Alginophyte* yaitu dari jenis alga coklat. Pemanfaatan alga coklat dalam bahan makanan sangat baik sekali bagi kesehatan karena mengandung zat besi, iodium dan mineral-mineral lainnya. Khasiat biologi dan kimiawi alginat juga dapat dimanfaatkan pada pembuatan obat antibakteri, antitumor, penurun tekanan darah tinggi dan mengatasi gangguan kelenjar. Alginat merupakan senyawa serat yang mudah

larut dalam air. Alginat di dalam sistem pencernaan, akan membentuk suatu larutan kental dan tidak bisa dicerna oleh cairan yang disekresi dalam saluran pencernaan. Saat larut dalam air, serat alginat membentuk kisi-kisi seperti jala yang mampu mengikat kuat banyak molekul air dan menahan zat terlarut air dengan baik (Anonymous, 2005).

Kandungan iodium dalam alginat sangat diperlukan untuk pencegahan penyakit gondok, sehingga pemanfaatan alginat sebagai sumber iodium akan sangat membantu program penanggulangan Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI) (Hadiantoro *et al.*, 2000). Menurut Winarno (1996), alginat memiliki afinitas yang tinggi terhadap logam berat dan unsur radioaktif. Oleh karena alginat sifatnya tidak dapat dicerna dalam tubuh maka konsumsi alginat sangat membantu membersihkan polusi logam berat dan unsur radioaktif yang terdapat dalam makanan yang dikonsumsi manusia. Sifat tersebut merupakan keistimewaan alginat yang tidak terdapat pada semua getah rumput laut.

Alginat juga dapat menurunkan kadar kolesterol dan kadar glukosa dalam darah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wikanta *et al.* (2003) dapat disimpulkan bahwa pemberian natrium alginat dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Pengikatan lipid oleh alginat menjadikan lipid dan kolesterol tidak dapat terabsorpsi tubuh melalui usus halus sehingga ke luar bersama tinja. Penyerapan lemak dan kolesterol oleh tubuh menjadi tercegah atau dapat terjadi tetapi sangat minimal.

Hasil penelitian lain mengenai minuman alginat yang diujicobakan pada penderita diabetes selama satu bulan, menyatakan bahwa kadar glukosa dan kolesterol darah para penderita diabetes menurun, luka di bagian kaki yang semula sulit sembuh menjadi sembuh dan tangan yang kesemutan menjadi sembuh. Di dalam saluran cerna, alginat akan membentuk gel dan menahan difusi glukosa dari saluran pencernaan ke dalam pembuluh darah, sehingga dapat menahan laju peningkatan glukosa dalam darah.

Dengan alginat, kadar glukosa dalam darah dapat menurun secara terkendali menuju ke kondisi normal dan terjadi pemulihan sel β -pankreas (Anonymous, 2005).

2.1.5 Standar Mutu Alginat

Alginat murni telah digunakan dalam makanan lebih dari 45 tahun. Alginat terbukti aman untuk dikonsumsi, tidak bersifat alergi dan tidak bersifat racun. Alginat termasuk kelompok GRAS (*Generally Recognized As Safe*) pada US-FDA dan telah disetujui untuk digunakan dalam makanan sejak tahun 1960. Alginat yang memiliki mutu *food grade*, harus bebas dari selulosa dan warnanya sudah dilunturkan (*bleached*) sehingga terang atau putih. Disamping *grade* tersebut, ada lagi yang disebut *industrial grade* yang biasanya masih mengizinkan adanya beberapa bagian dari selulosa, dengan warna dari coklat sampai putih. pH alginat bervariasi dari 3,5 – 10, dengan viskositas 10 – 5.000 cps (1% larutan), dan kadar air 5 – 20% dengan ukuran partikel 10 – 200 *Standar Mesh* (Winarno, 1996). Standar mutu internasional untuk alginat yang ditetapkan oleh Food Chemical Codex (FCC) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Standar Mutu Internasional Alginat

Karakteristik	Alginat
Kemurnian (% bobot kering)	90,8 – 106,5%
Kadar As	< 3 ppm
Kadar Pb	< 10 ppm
Kadar Hg	< 0,004%
Kadar Abu	18 – 27%
Kadar Air	< 15%

Sumber: Food Chemical Codex (1981)

2.2 Roti Tawar

2.2.1 Tinjauan Tentang Roti Tawar

Perubahan gaya hidup menjadi faktor pemicu terjadinya perubahan pola konsumsi sehingga mendorong pemilihan makanan dengan penyajian yang lebih praktis. Seiring dengan perubahan pola konsumsi makanan pokok yang terjadi secara alamiah terutama dikalangan atas menyebabkan roti semakin populer di Indonesia. Roti yang dulunya merupakan makanan yang sangat prestisius, namun saat ini sudah menjalar ke masyarakat kelas menengah-bawah akibat adanya perkembangan industri makanan dan harga yang relatif terjangkau (Mudjanto dan Yulianti, 2005).

Ditambahkan dalam Astawan (2006) bahwa saat ini hidangan roti sedang banyak diminati. Makanan empuk ini memang nikmat, mudah didapat, dan bergizi padat. Roti semakin banyak dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat, bukannya nasi. Roti khususnya roti tawar memang praktis untuk hidangan sarapan atau bekal. Peranan roti, kelak bisa tidak lagi sebatas menu untuk sarapan, tetapi juga untuk makan siang dan makan malam. Oleh karena itu, kandungan gizi roti perlu diperhatikan agar dapat memberikan sumbangan gizi yang berarti.

Didalam kelompok *bakery*, roti merupakan produk yang paling pertama dikenal dan paling populer hingga saat ini. Secara umum roti dibedakan atas roti tawar dan roti manis. Roti tawar dapat dibedakan lagi atas roti tawar putih (*white bread*) dan roti tawar gandum (*whole-wheat bread*). Sedangkan roti manis dibedakan atas dasar bahan pengisinya. Kebanyakan konsumen lebih menyukai roti tawar putih dibandingkan roti tawar gandum karena dianggap lebih bersih, murni, bebas cemaran, dan lebih aman, serta memiliki tekstur yang lebih lembut dan harganya lebih murah (Astawan, 2006).

2.2.2 Tinjauan tentang Bahan-bahan untuk Pembuatan Roti Tawar

2.2.2.1 Tepung Terigu

Menurut Mudjajanto dan Yulianti (2005), tepung terigu merupakan satu-satunya tepung yang dapat dipakai untuk membuat roti karena mengandung gluten sebagai kerangka dasar roti. Tepung terigu diperoleh dari biji gandum (*Triticum vulgare*) yang digiling. Menurut Astawan (2006), roti tawar terbuat dari tepung terigu kuat yaitu tepung yang mampu menyerap air dalam jumlah besar, dapat mencapai konsistensi adonan yang tepat serta memiliki elastisitas yang baik untuk menghasilkan roti dengan remah yang halus, tekstur yang lembut, volume yang besar dan mengandung 12-13% protein. Ditambahkan dalam Anonymous (2003_c), tepung terigu bersifat elastis, mampu menahan gas (*strength*) dan mampu memanjang (*extensible*).

Menurut Mudjajanto dan Yulianti (2005), dan Anonymous (2003_a) secara prinsip, tepung terigu dibedakan menjadi tiga jenis yaitu:

- 1) Terigu protein rendah (*low protein flour*). Terigu protein rendah berasal dari penggilingan gandum jenis *soft* atau lunak. Terigu tersebut mempunyai sifat gluten yang lemah, kandungan protein 8-9%, sifat elastisitasnya kurang dan mudah putus. Terigu jenis ini digunakan untuk bahan pembuatan *cake*, *biscuit*, *cookies*, gorengan dan kue kering.
- 2) Terigu protein sedang (*medium protein flour*). Terigu protein sedang merupakan terigu campuran dari terigu jenis *soft* dan *hard*. Terigu tersebut mempunyai sifat gluten sedang dan kadar protein 10-11%. Terigu protein sedang digunakan untuk membuat segala produk makanan (*multi purpose*), keperluan rumah tangga dan kue-kue tradisional.

3) Terigu protein tinggi (*high protein flour*). Terigu protein tinggi berasal dari penggilingan gandum jenis *hard* atau keras. Terigu tersebut mempunyai sifat gluten yang kuat, kandungan protein minimal 12%, sifat elastisitasnya baik dan tidak mudah putus. Terigu jenis *hard* ini digunakan untuk membuat mie dan roti.

Peranan tepung terigu dalam pembuatan roti adalah sebagai pembentuk struktur dan jaringan roti. Kadar protein yang tinggi dan kualitas yang baik akan membentuk struktur yang mampu menahan gas CO₂ yang dihasilkan oleh fermentasi ragi (Anonymous, 2003_a). Menurut Mudjajanto dan Yulianti (2005), tepung terigu yang memiliki kadar protein tinggi akan memerlukan air lebih banyak agar gluten yang terbentuk dapat menyimpan gas sebanyak-banyaknya. Oleh sebab itu, untuk membuat roti, umumnya dipakai tepung terigu dengan protein tinggi untuk mendapatkan volume yang besar. Ditambahkan dalam Anonymous (2003_c), semakin tinggi kandungan protein tepung terigu, maka makin tinggi pengembangan volume roti.

2.2.2.2 Air

Fungsi air dalam pembuatan roti tawar adalah membantu pembentukan gluten, mengontrol kepadatan dan suhu adonan selama adonan mengalami proses pengolahan, membantu melarutkan gula dan garam yang dipakai sehingga bercampur dengan bahan lainnya secara sempurna dan merata, dan membantu sel-sel ragi roti melakukan proses peragian terhadap gula (Lamadlaw dan Arief, 2004). pH air yang digunakan sebaiknya antara 4 - 5 yang merupakan kondisi yang baik untuk perkembangan ragi (Anonymous, 2003_c).

Air juga berperan sebagai penahan dan penyebar bahan-bahan selain tepung secara seragam, dan memungkinkan adanya aktivitas enzim (Mudjajanto dan Yulianti,

2005). Fungsi air lainnya adalah membasahi dan mengembangkan (gelatinisasi) pati (Anonymous, 1983). Air yang dipergunakan harus memenuhi beberapa syarat yaitu bebas dari benda-benda yang mengotorkan, bebas dari hama penyakit, tidak berbau, tidak berwarna dan tidak berasa (Anonymous, 2003_a).

2.2.2.3 Garam

Garam adalah suatu persenyawaan kimia NaCl yang terbentuk dari dua unsur yaitu Natrium dan Klorida yang terdiri dari 1 atom Natrium (Na^+) dan 1 atom Klorida (Cl^-). NaCl sering juga disebut garam dapur. Garam merupakan suatu mineral yang larut dalam air, mempunyai rasa yang kuat dan bersifat higroskopis (Anonymous, 2003_a). Syarat garam yang baik dalam pembuatan roti adalah harus 100% larut dalam air, jernih, bebas dari gumpalan-gumpalan (*lumps*), murni, dan bebas dari rasa pahit. Dalam keadaan normal, jumlah garam yang digunakan dalam pembuatan roti adalah sekitar 2 - 2,5% (Mudjajanto dan Yulianti, 2005).

Dalam pembuatan roti, garam berfungsi sebagai pembangkit rasa gurih dan lezat, membangkitkan aroma (harum), mengontrol waktu fermentasi dari adonan beragi, memperkuat gluten (menambah keliatan gluten), membantu pembentukan butiran dan susunan roti, pengatur warna kulit (membantu pembentukan warna *crumb* lebih putih), pencegah timbulnya bakteri-bakteri dalam adonan dan menambah umur simpan roti (Anonymous, 1983; Anonymous, 2003_a; dan Mudjajanto dan Yulianti (2005).

2.2.2.4 Gula

Gula yang biasa ditambahkan dalam pembuatan roti tawar adalah gula pasir. gula pasir terdiri dari 99,9% sukrosa murni. Sukrosa adalah istilah untuk gula tebu atau bit gula yang telah dibersihkan (Anonymous, 1983). Gula yang digunakan dalam

pembuatan roti harus gula yang bersih, putih, bebas dari benda-benda lain dan mudah larut dalam air (Anonymous, 2003_a).

Gula sangat penting peranannya dalam pembuatan roti yaitu sebagai makanan bagi ragi, memberi rasa manis pada akhir produk, mengatur fermentasi, memperpanjang umur simpan roti (*shelf life*), menambah kandungan gizi, melembutkan gluten sehingga tekstur roti menjadi lebih empuk, memberikan daya pembersihan pada roti dan memberikan warna coklat yang menarik pada kulit roti karena proses *maillard* atau karamelisasi. Selain itu, gula juga membuat susunan dan butiran roti menjadi lebih halus dan lembut (Mudjajanto dan Yulianti, 2005).

2.2.2.5 Susu Skim

Susu adalah suatu emulsi dari partikel lemak dalam air yang mengandung protein, gula dan mineral. Susu yang mengalami proses sentrifugasi akan terpisah bagian lemaknya (*cream*). Oleh karena itu, dikenal susu *skim* dan susu *full cream*, yang dapat berbentuk bubuk atau cair. Fungsi utama susu dalam pembuatan roti adalah memperkaya nilai gizi. Sedangkan fungsi lainnya adalah memperbaiki rasa dan warna kulit pada roti, memperkuat gluten (karena kalsiumnya), menambah daya serap (absorpsi) air dan menambah toleransi waktu fermentasi (Anonymous, 2003_a).

2.2.2.6 Mentega Putih (*Shortening*)

Lemak tidak bisa bercampur dengan bahan-bahan cair yang dipakai dalam proses pembuatan adonan. Lemak akan menyatu bila dicampurkan dengan bahan lainnya, misalnya tepung. Lemak yang baik akan memberikan sifat-sifat yang baik terhadap adonan yang dibuat yaitu dapat menstabilkan adonan dan membuat adonan tidak pecah pada saat proses pencampuran (Lamadlauw dan Arief, 2004). Fungsi lemak dalam

pembuatan roti adalah sebagai pelumas untuk memperbaiki remah roti, membantu pengembangan yang merata dari dinding sel sehingga roti lebih empuk dan halus teksturnya, membantu pengembangan dinding sel dan penahanan gas sehingga volume roti menjadi lebih besar, membentuk kulit yang lunak dan liat seperti karet, memudahkan pengirisan, memberi rasa lezat, memberikan tambahan gizi, memperpanjang usia keempukan, dan memperpanjang umur simpan (*shelf life*) (Anonymous, 2003_a).

Jenis-jenis lemak yang biasa digunakan dalam pembuatan roti adalah: 1) *emulsified shortening*, mengandung emulsifier jenis monogliserida dan digliserida yang berfungsi meningkatkan daya absorpsi dan menahan air, cocok untuk membuat *creaming*; 2) *butter* (mentega), terbuat dari susu dengan kadar lemak sekitar 80%, berfungsi sebagai *buffer* atau penyangga adonan roti. Mentega tawar atau putih merupakan *shortening* terbaik karena kandungan garamnya rendah sehingga tidak mengganggu pertumbuhan ragi; 3) *margarine*, terbuat dari tumbuh-tumbuhan berkadar lemak 80%, bersifat lunak dan biasanya mengandung emulsifier; 4) *pastry margarine*, mempunyai titik cair lebih tinggi dibanding margarin biasa, biasa digunakan dalam pembuatan *danish pastry* karena lebih keras dan tidak mudah mencair; 5) *Puff pastry shortening*, mempunyai titik cair tertinggi diantara lemak atau *pastry margarine*, biasanya digunakan dalam pembuatan *puff pastry* (Mudjajanto dan Yulianti, 2005).

2.2.2.7 Ragi Instan (*Instant Dry Yeast*)

Ragi adalah mikroorganisme yang termasuk dalam kelompok fungi, tetapi tidak mengandung zat warna hijau (klorofil) yang hidup dengan memakan gula. *Yeast* biasa dikenal dengan nama *Saccharomyces cerevisiae*. *Yeast* berbentuk bundar atau sedikit

oval, diselimuti oleh dinding membran yang semi berpori. Fungsi ragi dalam pembuatan roti adalah mengubah gula menjadi gas karbondioksida (CO₂) yang menyebabkan adonan mengembang, mematangkan dan mengempukkan gluten di dalam adonan sehingga gluten mudah dibentuk dan mampu menahan gas CO₂ yang dihasilkannya dan memberi rasa enak dan aroma yang dihasilkan selama fermentasi (Anonymous, 2003_a).

Jenis-jenis ragi yaitu:

1) Ragi basah atau ragi padat segar (*Compressed Yeast*)

Berbentuk gumpalan padat yang dibentuk dari sel-sel ragi yang sedang tidur (dorman), mengandung sekitar 68-73% kadar air dan pemakaiannya dapat langsung atau dilarutkan dalam air sebelum diaduk dengan takaran pemakaian 2,5-3 kali lipat pemakaian ragi instan.

2) Ragi koral (*Active Dry Yeast*)

Berbentuk butir-butir kasar yang menyerupai bola-bola (merica), mengandung 7,5% kadar air dan cara pakainya harus dilarutkan di air hangat kuku (40°C) sebelum digunakan dengan takaran pemakaian sebanyak 1,5-2 kali ragi instan.

3) Ragi instan (*Instant Dry Yeast*)

Berbentuk butiran atau kepingan-kepingan kecil, kira-kira panjangnya 2-3 mm, mengandung 5% kadar air dan pemakaiannya dapat langsung dicampur dengan bahan lain.

2.2.2.8 Bread Improver

Agen *improving* diijinkan di United Kingdom dengan adanya peraturan roti dan tepung tahun 1963 dan amandemennya tahun 1972. Contoh agen *improving* yang diijinkan adalah klorin (untuk *cake* saja), klorin dioksida, pottassium bromate,

pottassium persulfat, asam askorbat (vitamin C) dan azodicarbonamide (Kent, 1983). Komponen-komponen yang terdapat dalam bread improver adalah bahan penguat gluten (*oxidizing agent*) dan bahan pelunak gluten (*reducing agent*), makanan beragi (*mineral yeast food*), enzim dan bahan pelembut remah (*emulsifier*) (Anonymous, 2003_a).

Bread improver merupakan bahan yang membantu proses pembuatan roti dalam hal produksi gas dan penahanan gas. Mekanisme bread improver dalam membantu produksi gas yaitu menjamin ketersediaan gas CO₂ dalam jumlah yang cukup selama fermentasi, menjamin ketersediaan gula yang terdapat dalam adonan dalam jumlah yang cukup selama fermentasi, dengan tersedianya enzim α -amilase dan β -amilase dalam bread improver maka dapat menjamin adanya makanan (gula) yang cukup bagi konsumsi ragi dan menjamin ketersediaan gizi (kalsium, ammonium dan garam-garam fosfat) bagi ragi selama fermentasi. Mekanismenya yaitu memodifikasi gluten agar membentuk struktur adonan yang bagus dan kuat dengan bantuan bahan penguat (*oxidizing agent*) dan bahan pelunak (*reducing agent*) yang terdapat dalam bread improver, sehingga dapat menahan gas yang dihasilkan ragi (Anonymous, 2003_a).

2.2.3 Tahap-tahap Pembuatan Roti Tawar

Menurut Mudjajanto dan Yulianti (2005), secara prinsip, tahap-tahap pembuatan roti tawar yaitu:

(1) Seleksi bahan (*selecting of ingredients*)

Pada tahap ini, harus diperhatikan beberapa hal yaitu harga bahan, kualitas bahan, stok yang cukup dan tempat penyimpanan.

(2) Penimbangan bahan (*scalling*)

Semua bahan ditimbang sesuai dengan formula. Penimbangan harus dilakukan dengan benar agar tidak terjadi kesalahan dalam penggunaan jumlah bahan. Dalam penimbangan, harus dihindarkan penggunaan sendok atau cangkir sebagai takaran.

(3) Pengadukan atau pencampuran (*mixing*)

Roti dibuat dari adonan tepung gandum, air, garam, dan khamir. Bila air ditambahkan ke dalam tepung, maka protein gandum yakni glutenin dan gliadin akan membentuk gluten yang elastis. Peremasan akan membentuk jaringan gluten dalam adonan (Gaman and Sherrington, 1994). Pengadukan bertujuan untuk mencampur semua bahan secara homogen, mendapatkan hidrasi yang sempurna pada pati dan protein, membentuk dan melunakkan gluten, mendapatkan kekuatan menahan gas (*gas retention*) yang baik (kalis) pada gluten serta membuat dan mengembangkan daya rekat. Tahap-tahap pengadukan meliputi pembentukan gluten (*formation*), pengembangan gluten (*development*) dan pengkalian adonan (*clearing*).

Pengadukan harus berlangsung hingga terjadi pengembangan yang optimal dari gluten sehingga adonan roti menjadi kalis. Tanda-tanda adonan roti telah kalis adalah jika adonan tidak lagi menempel di wadah atau di tangan saat adonan dilebarkan dan akan terbentuk lapisan tipis yang elastis. Proses pengadukan tergantung pada alat yang digunakan, kecepatan pengadukan, penyerapan air dari gluten, formula dan masa peragian dan jenis roti yang diinginkan. Waktu pengadukan umumnya selama 8 - 10 menit atau 10 - 12 menit dengan *mixer* roti.

(4) Peragian atau fermentasi awal (*floor time*)

Adonan yang telah dicampur hingga kalis dilanjutkan dengan proses peragian, yaitu adonan dibiarkan beberapa saat pada suhu sekitar 35°C. Tahap peragian sangat

penting untuk pembentukan rasa dan volume. Selama peragian, adonan menjadi lebih besar dan ringan. Selama fermentasi awal ini, terjadi perubahan gula yang dapat difermentasi menjadi gas CO₂, alkohol, asam dan panas (energi) oleh ragi (*yeast*).

(5) Pemotongan dan penimbangan adonan (*dividing*)

Penimbangan adonan perlu dilakukan agar adonan roti sesuai dengan besarnya cetakan atau berdasarkan bentuk yang diinginkan. Sebelum ditimbang, adonan dipotong-potong dalam beberapa bagian. Proses penimbangan harus dilakukan dengan cepat karena proses fermentasi tetap berlangsung.

(6) Pembulatan adonan (*rounding*)

Pembulatan adonan bertujuan untuk membentuk lapisan film yang tipis di permukaan adonan sehingga dapat menahan gas dari hasil fermentasi dan memberi bentuk agar mudah dalam pengerjaan selanjutnya.

(7) Pengembangan singkat (*intermediate proof*)

Pengembangan singkat merupakan tahap pengistirahatan adonan untuk beberapa saat pada suhu 35 - 36°C dengan kelembaban 80-83% selama 6 - 10 menit. Langkah tersebut dilakukan untuk membuat adonan menjadi rileks sehingga mudah di-roll dan digulung.

(8) Pembuangan gas (*degassing*) dan pembentukan adonan (*moulding*)

Pembuangan gas bertujuan untuk mengeluarkan gas dari dalam adonan dan untuk membentuk lembaran adonan dengan tebal yang ditentukan, sehingga mudah untuk digulung dan dibentuk. Pembentukan adonan bertujuan untuk membuat bentuk roti sesuai dengan yang diinginkan. Tahap pembentukan adonan meliputi membentuk atau menipiskan lembaran adonan (*sheeting*), menggulung (*curling*), dan merapatkan sambungan (*scaling*).

(9) Peletakan adonan dalam cetakan (*panning*)

Adonan yang sudah digulung dimasukkan ke dalam cetakan dengan cara meletakkan adonan dengan baik dalam cetakan dan bagian sambungan diletakkan di bawah agar sambungan tidak lepas. Jarak antara adonan roti dengan tepi cetakan tidak boleh terlalu dekat yang dapat mengakibatkan bentuk roti menjadi tidak baik.

(10) Fermentasi akhir (*final proofing*)

Fermentasi akhir dilakukan dengan cara mengembangkan adonan sampai diperoleh bentuk dan mutu yang baik dengan suhu *proofing* sekitar 35 - 44°C dan kelembaban relatif sekitar 80-85% selama 60 - 90 menit. Fermentasi akhir dikenal dengan istilah $\frac{3}{4}$ *proof* yang berarti *proofing* sampai dengan $\frac{3}{4}$ volume akhir.

(11) Pembakaran atau pemanggangan (*baking*)

Roti dipanggang atau dibakar dalam oven pada suhu kira-kira 205°C selama 14 - 18 menit. Dengan pembakaran, adonan berada dibawah pengaruh panas sehingga menjadi ringan, porous, siap dimakan dan mempunyai flavor. Efek yang paling tampak oleh panas oven pada adonan adalah pengembangan volume, formasi pelapisan *crust*, inaktivasi *yeast*, aktivasi enzim, perpindahan air, koagulasi protein adonan, gelatinisasi pati, pembentukan struktur sel gas dan pembentukan cita rasa.

(12) Pengeluaran roti tawar (*depanning*) dari cetakan dan pendinginan (*cooling*)

Roti tawar yang telah matang dikeluarkan dari cetakan langsung setelah keluar dari oven. Pendinginan roti harus dilakukan dengan sempurna pada ruangan yang bersih.

(13) Pengemasan (*packaging*)

Pengemasan roti tawar bertujuan untuk mencegah jamur yang tidak dikehendaki dan menghindari pengerasan kulit akibat penguapan air. Pengemasan roti tawar tidak boleh dilakukan pada roti yang masih hangat.

2.2.4 Standar Mutu Roti Tawar

Persyaratan mutu roti berdasarkan SNI 01-3840-1995 dapat dilihat pada Tabel 4.

Dan Komposisi gizi roti tawar secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Persyaratan Mutu Roti Menurut SNI 01-3840-1995

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			Roti Tawar	Roti Manis
1.	Keadaan:			
1.1	Penampakan	-	Normal tidak berjamur	Normal tidak berjamur
1.2	Bau	-	Normal	Normal
1.3	Rasa	-	Normal	Normal
2.	Air	% bb	Maks 40	Maks 40
3.	Abu (tidak termasuk garam) dihitung atas dasar bahan kering	% bb	Maks 1,0	Maks 3,0
4.	Abu yang tidak larut dalam asam	% bb	Maks 3,0	Maks 3,0
5.	NaCl	% bb	Maks 2,5	Maks 2,5
6.	Gula	% bb	-	Maks 8,0
7.	Lemak	% bb	-	Maks 3,0
8.	Serangga atau belatung	-	Tidak boleh ada	Tidak boleh ada
9.	Bahan tambahan:			
9.1	Pengawet	-	Negatif	Negatif
9.2	Pewarna	-	Negatif	Negatif
9.3	Pemanis buatan	-	Negatif	Negatif
9.4	Sakarin, siklamat	-	Negatif	Negatif
10.	Cemaran logam:			
10.1	Hg	mg/kg	Maks 0,05	Maks 0,05
10.2	Pb	mg/kg	Maks 1,0	Maks 1,0
10.3	Cu	mg/kg	Maks 10,0	Maks 10,0
10.4	Zn	mg/kg	Maks 40,0	Maks 40,0
11.	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks 0,5	Maks 0,5
12.	Cemaran mikroba:			
12.1	Angka lempeng total	Koloni/g	Maks 10^6	Maks 10^6
12.2	E. coli	APM/g	< 3	< 3
12.3	Kapang	Koloni/g	Maks 10^4	Maks 10^4

Sumber: Dewan Standarisasi Nasional (1995)

Tabel 5. Komposisi Gizi Roti Tawar per 100 gram Porsi Makanan

Zat Gizi	Kandungan	Zat gizi	Kandungan
Energi	246 kcal (1029 kj)	Lemak:	
Karbohidrat	46,1 g	Asam lemak jenuh	
Air	37,7 g	(saturated)	0.917 g
Serat	6,9 g	4:0	0 g
Total lemak	4,2 g	6:0	0 g
Protein	9,7 g	8:0	0 g
Asam amino:		10:0	0 g
Tryptophan	0.14 g	12:0	0.001 g
Threonine	0.296 g	14:0	0.016 g
Isoleucine	0.376 g	16:0	0.575 g
Leucine	0.67 g	18:0	0.318 g
Lysine	0.302 g	Asam lemak tak jenuh	
Methionine	0.155 g	(monounsaturated)	1.68 g
Cystine	0.214 g	16:1	0.023 g
Phenylalanine	0.463 g	18:1	1.658 g
Tyrosine	0.289 g	20:1	0 g
Valine	0.443 g	22:1	0 g
Arginine	0.449 g	Asam lemak tak jenuh	
Histidine	0.224 g	(polyunsaturated)	1.003 g
Alanine	0.358 g	18:2	0.952 g
Asam Aspartic	0.536 g	18:3	0.049 g
Asam Glutamic	2.957 g	18:4	0 g
Glycine	0.384 g	20:4	0.002 g
Proline	0.969 g	20:5	0 g
Serine	0.463 g	22:5	0 g
		22:6	0 g
		Kolesterol	0 mg
Mineral:		Vitamin:	
Kalsium (Ca)	72 mg	Vitamin C (asam ascorbic)	0 mg
Besi (Fe)	3.3 mg	Thiamin	0.351 mg
Magnesium (Mg)	86 mg	Riboflavin	0.205 mg
Phospor (P)	229 mg	Niacin	3.837 mg
Potassium (K)	252 mg	Asam Pantothenic	0.552 mg
Sodium (Na)	527 mg	Vitamin B-6	0.179 mg
Seng (Zn)	1.94 mg	Folate	50 mcg
Tembaga (Cu)	0.284 mg	Vitamin B-12	0.01 mcg
Mangan (Mn)	2.324 mg	Vitamin A	0 IU (mcg_RE)
Selenium (Se)	36.6 mcg	Vitamin E	0.853 mg_ATE

Sumber: Anonymous (2000)

3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pembuatan roti tawar adalah sodium alginat yang diperoleh dari toko Sari Kimia Malang, tepung terigu, gula, garam, ragi instan, susu skim, mentega putih dan bread improver yang diperoleh dari pasar Besar Malang.

Bahan kimia yang diperlukan untuk analisa yaitu tablet kjeldahl, H_2SO_4 (p.a), $NaOH$ (p.a), H_3BO_3 , indikator phenolphthalein, indikator metil merah, petroleum ether, K_2SO_4 , Na_2CO_3 , $KClO_4$, asam arsenat, ceri ammonium sulfat, buffer pH 4 dan 7, antifoam, kertas saring, kertas lakmus dan aquades.

3.1.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan roti tawar adalah:

- Baskom plastik, berfungsi untuk mencampur bahan-bahan kering.
- Solet, berfungsi untuk mengaduk bahan-bahan kering dalam baskom plastik.
- Sendok, berfungsi untuk membantu dalam penimbangan.
- Kuas, berfungsi untuk mengolesi bagian tepi cetakan roti tawar.
- *Scraper* (pisau pemotong adonan), berfungsi untuk memotong adonan.
- Timbangan digital, berfungsi untuk menimbang bahan-bahan dan adonan.
- Gelas ukur, berfungsi untuk mengukur air yang digunakan.
- *Roll pin* (penggulung kayu), berfungsi untuk menggulung adonan.
- Ayakan, berfungsi untuk mengayak tepung terigu.
- Pisau, berfungsi untuk memotong roti tawar.

- *Dough mixer* (alat pengaduk adonan) merk Thunderbird (USA), berfungsi untuk menguleni adonan.
- *Proofing machine* (mesin pengembang) merk Isiper, berfungsi untuk mengembangkan adonan sampai diperoleh bentuk yang diinginkan.
- Oven (merk Daiichi), berfungsi untuk memanggang roti tawar.
- Cetakan roti tawar, berfungsi sebagai wadah untuk mencetak roti tawar.
- Para-para, berfungsi sebagai tempat untuk mengangin-anginkan roti tawar.

Sedangkan peralatan untuk analisa disesuaikan dengan standar prosedur analisa yang digunakan.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan observasi langsung. Menurut Nasir (1988), metode eksperimen adalah observasi dibawah kondisi buatan, dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti yang tujuannya adalah untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta seberapa besar akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyediakan kontrol untuk perbandingan.

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap yaitu penelitian tahap pertama (penelitian pendahuluan) dan penelitian tahap kedua (penelitian utama). Penelitian pendahuluan dilakukan untuk memperoleh kisaran konsentrasi penambahan sodium alginat yang akan digunakan pada penelitian tahap kedua. Penelitian tahap kedua (penelitian utama) dilakukan untuk memperoleh konsentrasi penambahan sodium alginat yang optimal dalam pembuatan roti tawar, dimana perlakuannya ditentukan berdasarkan

pada penelitian pendahuluan. Konsentrasi sodium alginat yang ditambahkan ke dalam roti tawar dihitung berdasarkan persentase sodium alginat dari berat tepung terigu yang digunakan dalam pembuatan roti tawar.

3.2.2 Perlakuan

Perlakuan merupakan sekumpulan kondisi eksperimen dalam ruang lingkup desain yang dipilih. Pada penelitian pendahuluan telah diketahui bahwa penambahan sodium alginat dalam pembuatan roti tawar dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 0,5% (K_1), 1% (K_2), 1,5% (K_3), 2% (K_4) dan 2,5% (K_5) memberikan pengaruh terhadap organoleptik para panelis. Pemilihan perlakuan terbaik pada penelitian pendahuluan menggunakan metode de Garmo *et al.* (1984). Perlakuan terbaik yang didapatkan adalah perlakuan dengan konsentrasi sodium alginat 1,5% (K_3) (Lampiran 1). Hasil dari penelitian pendahuluan akan dipakai pada penelitian utama. Perlakuan pada penelitian utama adalah penambahan sodium alginat pada produk roti tawar dengan konsentrasi yang berbeda yaitu terdiri dari lima level yang dihitung berdasarkan persentase sodium alginat dari berat tepung terigu yang digunakan dalam pembuatan roti tawar.

Perlakuan penambahan sodium alginat (K) pada produk roti tawar terdiri dari lima level yang diulang tiga kali, yaitu:

$K_0 = 0\%$ dari berat tepung terigu

$K_1 = 1\%$ dari berat tepung terigu

$K_2 = 1,5\%$ dari berat tepung terigu

$K_3 = 2\%$ dari berat tepung terigu

$K_4 = 2,5\%$ dari berat tepung terigu

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) sederhana dengan tiga kali ulangan sebagai pengamatan. Pemilihan rancangan tersebut berdasarkan pada materi penelitian dan faktor yang mempengaruhinya. RAK digunakan karena faktor yang ada tidak homogen atau ada salah satu faktor lain yang dapat menyebabkan terjadinya ragam (Sugandi dan Sugiarto, 1994). Secara jelas rancangan percobaan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rancangan Percobaan

Perlakuan	Lama Penyimpanan (hari)									Total	Rerata
	0			3			6				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
K ₀											
K ₁											
K ₂											
K ₃											
K ₄											

Metode analisis data statistika untuk percobaan dengan dasar RAK adalah sidik ragam (ANOVA= *Analysis of Variance*) yang mengikuti model dari Yitnosumarto (1993) yaitu:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

dimana:

Y_{ij} = nilai pengamatan untuk faktor ke-i dalam kelompok ke-j

μ = nilai rata-rata umum

τ_i = pengaruh perlakuan konsentrasi fortifikasi sodium alginat ke-i

β_j = pengaruh kelompok lama penyimpanan ke-j

ε_{ij} = kesalahan percobaan

Apabila hasil uji F menunjukkan adanya perbedaan, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji BNT pada tingkat kepercayaan 95% dan 99%. Analisis lanjutan untuk mengetahui bentuk hubungan antara perlakuan dan hasil dalam bentuk fungsi atau persamaan (kurva respon).

Untuk parameter subyektif (uji organoleptik), metode yang digunakan adalah uji tingkat kesukaan (*hedonik scale scoring*). Metode analisis yang digunakan yaitu uji *Friedman* dan untuk parameter yang menunjukkan adanya perbedaan dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda.

3.4 Parameter Uji

Parameter uji yang diamati dalam penelitian ini meliputi uji fisik-kimia dan uji organoleptik selama penyimpanan. Parameter uji fisik-kimia meliputi kadar air, abu, protein, lemak, serat kasar, iodium, volume pengembangan, WHC, A_w dan pH. Sedangkan untuk uji organoleptik meliputi rasa, warna, tekstur dan aroma.

3.4.1 Penentuan Kadar Air Cara Pemanasan (Anonymous, 1975)

Penentuan kadar air menggunakan metode pengeringan dalam oven yang prinsipnya adalah menguapkan air bahan pangan dengan cara memanaskan sampel di oven pada suhu 100°C-105°C sampai diperoleh berat yang konstan. Adapun prosedur pengujiannya dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.4.2 Penentuan Kadar Abu (Anonymous, 1975)

Penentuan kadar abu menggunakan metode langsung cara kering, prinsipnya adalah dengan mengoksidasikan semua zat organik pada suhu tinggi (500-600°C),

kemudian melakukan penimbangan zat yang tertinggal setelah proses pembakaran tersebut. Adapun prosedur pengujiannya dapat dilihat pada Lampiran 3.

3.4.3 Penentuan Kadar Protein, Cara Makro-Kjeldahl (Sudarmadji *et al.*, 1996)

Penentuan kadar protein dengan cara ini prinsipnya adalah dengan menentukan jumlah nitrogen (N) yang dikandung oleh suatu bahan pangan melalui tahap destruksi, destilasi dan titrasi. Untuk menentukan kadar protein roti tawar, maka jumlah nitrogen yang diperoleh dikalikan dengan faktor 5,7 karena didalam protein alamiah mengandung unsur N rata-rata 16%. Adapun prosedur pengujiannya dapat dilihat pada Lampiran 4.

3.4.4 Penentuan Kadar Lemak Metode Ekstraksi Soxhlet (Sudarmadji *et al.*, 1996)

Penentuan kadar lemak dengan metode ini prinsipnya adalah dengan cara mengekstraksikan lemak dengan pelarut organik non polar seperti petroleum ether atau pelarut polar seperti methanol. Lemak yang dipisahkan dapat diketahui beratnya setelah pelarut diuapkan atau secara tidak langsung dengan menimbang sisa sampel yang tidak terekstraksi. Adapun prosedur pengujiannya dapat dilihat pada Lampiran 5.

3.4.5 Penentuan Kadar Serat Kasar (Sudarmadji *et al.*, 1996)

Didalam analisa penentuan serat kasar diperhitungkan banyaknya zat-zat yang tak larut dalam asam encer ataupun basa encer dengan kondisi tertentu. Prinsipnya adalah dengan menentukan residu yang disebut juga dengan serat kasar yang diperoleh melalui tahap *defatting* dan *digestion*. *Defatting* adalah menghilangkan lemak yang terkandung dalam sampel dengan menggunakan pelarut lemak. Sedangkan *digestion* adalah melarutkan sampel ke dalam larutan asam dan basa dalam keadaan tertutup pada suhu terkontrol (mendidih) dan sedapat mungkin dihindarkan dari pengaruh luar. Residu

yang diperoleh mengandung $\pm 97\%$ selulosa dan lignin, dan sisanya adalah senyawa lain yang belum dapat diidentifikasi secara pasti. Adapun prosedur pengujiannya dapat dilihat pada Lampiran 6.

3.4.6 Penentuan Kadar Iodium Metode Spektrofotometri (Slamet *et al.*, 1992)

Penentuan kadar iodium dengan metode ini prinsipnya adalah secara kuantitatif yaitu menetapkan kadar iodium dalam bahan pangan berdasarkan reduksi katalis ion Ce^{4+} (kuning) menjadi ion Ce^{3+} (tidak berwarna) dengan menggunakan alat spektrofotometer uv-fis. Adapun prosedur pengujiannya dapat dilihat pada Lampiran 7.

3.4.7 Penentuan *Water Holding Capacity* (WHC) (Yuwono dan Susanto, 1998, dan Anonymous, 2003_d)

Kemampuan dalam menahan air pada berbagai produk pangan sangat erat hubungannya dengan tekstur dari pangan tersebut. Kemampuan menahan air (*Water Holding Capacity*/ WHC) merupakan parameter fisik pangan yang berhubungan dengan kemampuan bahan dalam mempertahankan airnya. Air yang terdeteksi merupakan air yang terikat secara fisik. Untuk mengukur nilai WHC dapat diketahui dengan mengukur air bebas yang ada pada bahan. Jumlah total air yang ada dikurangi dengan air bebas merupakan nilai WHC. Adapun prosedur pengujiannya dapat dilihat pada Lampiran 8.

3.4.8 Penentuan Aktivitas Air (A_w) (Yuwono dan Susanto, 1998)

Penentuan A_w suatu bahan pangan pada dasarnya adalah menentukan kelembaban relatif udara di sekitarnya (RH) pada keadaan setimbang. Aktivitas air (A_w) merupakan parameter penting dari sifat pangan yang berhubungan erat dengan daya

simpan dan pertumbuhan mikroorganismenya. Adapun prosedur pengujiannya dapat dilihat pada Lampiran 9.

3.4.9 Penentuan Nilai pH (Soeparno, 1992)

Penentuan nilai pH adalah suatu cara untuk menyatakan konsentrasi ion hidrogen (H^+) dari larutan asam, basa dan netral yang encer. Prinsip penentuan nilai pH didasarkan pada penentuan jumlah ion bahan yang bersifat buffer yang diukur secara potensiometer dengan menggunakan pH-meter. Adapun prosedur pengujiannya dapat dilihat pada Lampiran 10.

3.4.10 Penentuan Volume Pengembangan (Wirakartakusumah *et al.*, 1992 dan Claudio and Leon, 1977)

Penentuan volume pengembangan diperoleh dengan mengukur volume adonan roti sebelum pengembangan dan volume roti setelah pemanggangan. Adapun prosedur pengujiannya dapat dilihat pada Lampiran 11.

3.4.11 Uji Organoleptik (Soekarto, 1985)

Pengujian organoleptik merupakan cara pengujian secara subyektif dengan menggunakan indera manusia sebagai alat utama untuk pengukuran daya penerimaan terhadap makanan. Uji organoleptik yang dilakukan terhadap produk roti tawar meliputi tekstur, rasa, aroma dan warna. Uji tersebut menggunakan uji kesukaan metode *hedonic scale scoring*. Pada uji ini, kepada panelis disajikan sampel dengan perlakuan yang berbeda dimana sampel telah diberi kode sebelumnya. Selanjutnya panelis diminta memberikan penilaian pada *score sheet* berdasarkan tingkat kesukaan panelis yaitu

mulai dari sangat suka sekali (9) sampai sangat tidak suka sekali (1). Adapun *score sheet* untuk uji organoleptik dapat dilihat pada Lampiran 12.

3.4.12 Penentuan Perlakuan Terbaik (de Garmo *et al.*, 1984)

Perlakuan terbaik ditentukan dengan menggunakan metode indeks efektifitas de Garmo. Prinsipnya adalah menghitung nilai hasil atau nilai produk dari semua variabel dengan cara mengalikan bobot normal dengan nilai efektifitas sehingga diperoleh perlakuan terbaik dari nilai hasil atau nilai produk yang tertinggi. Adapun prosedur pembobotannya dapat dilihat pada Lampiran 13.

3.5 Prosedur Pembuatan Roti Tawar

Proses pembuatan roti tawar adalah sebagai berikut:

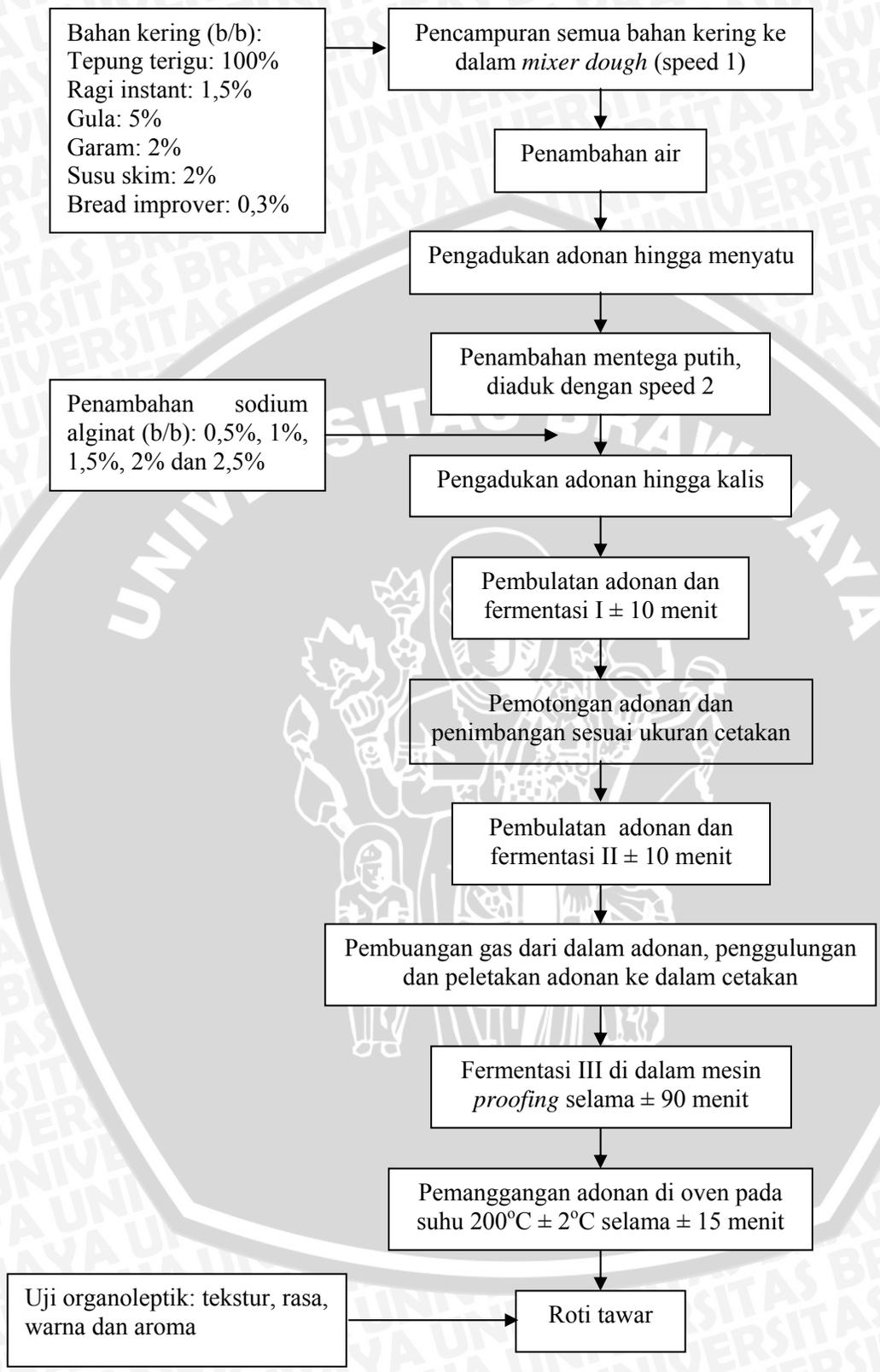
- Pencampuran atau pengadukan: semua bahan-bahan kering yaitu 200 g tepung terigu, 3 g ragi, 10 g gula, 4 g susu skim dan 0,6 g *bread improver* dimasukkan ke dalam baskom plastik, kemudian diaduk rata dengan menggunakan solet. Setelah rata, bahan-bahan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam *mixer dough* (alat pengaduk adonan) dan ditambah dengan 4 g garam kemudian diaduk dengan menggunakan speed 1. Setelah tercampur rata, lalu ditambah dengan 110 – 120 ml air dan diaduk kembali hingga adonan menyatu. Fungsi pencampuran atau pengadukan ini adalah untuk mencampur semua bahan-bahan secara homogen serta untuk membentuk dan melunakkan gluten. Adonan kemudian ditambah dengan 8 g mentega putih dan diaduk dengan speed 2. Penambahan mentega putih bertujuan untuk menstabilkan adonan dan membuat adonan tidak pecah pada saat proses pencampuran. Setelah adonan setengah kalis, dilakukan penambahan sodium alginat dengan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu 0%, 1%, 1,5%, 2% dan 2,5%. Sodium

alginat ditambahkan pada saat adonan setengah kalis agar memudahkan proses pengkalian adonan. Apabila sodium alginat ditambahkan bersamaan dengan bahan kering lainnya maka dimungkinkan tidak terbentuk adonan yang kalis karena alginat bersifat mengikat air maka air yang seharusnya digunakan oleh protein tepung terigu untuk membentuk gluten jumlahnya menjadi berkurang karena air diikat oleh alginat. Setelah sodium alginat ditambahkan, adonan kemudian diaduk sampai kalis yaitu kurang lebih selama 15 menit. Yang dimaksud kalis adalah pencapaian pengadukan maksimum sehingga terbentuk permukaan film pada adonan.

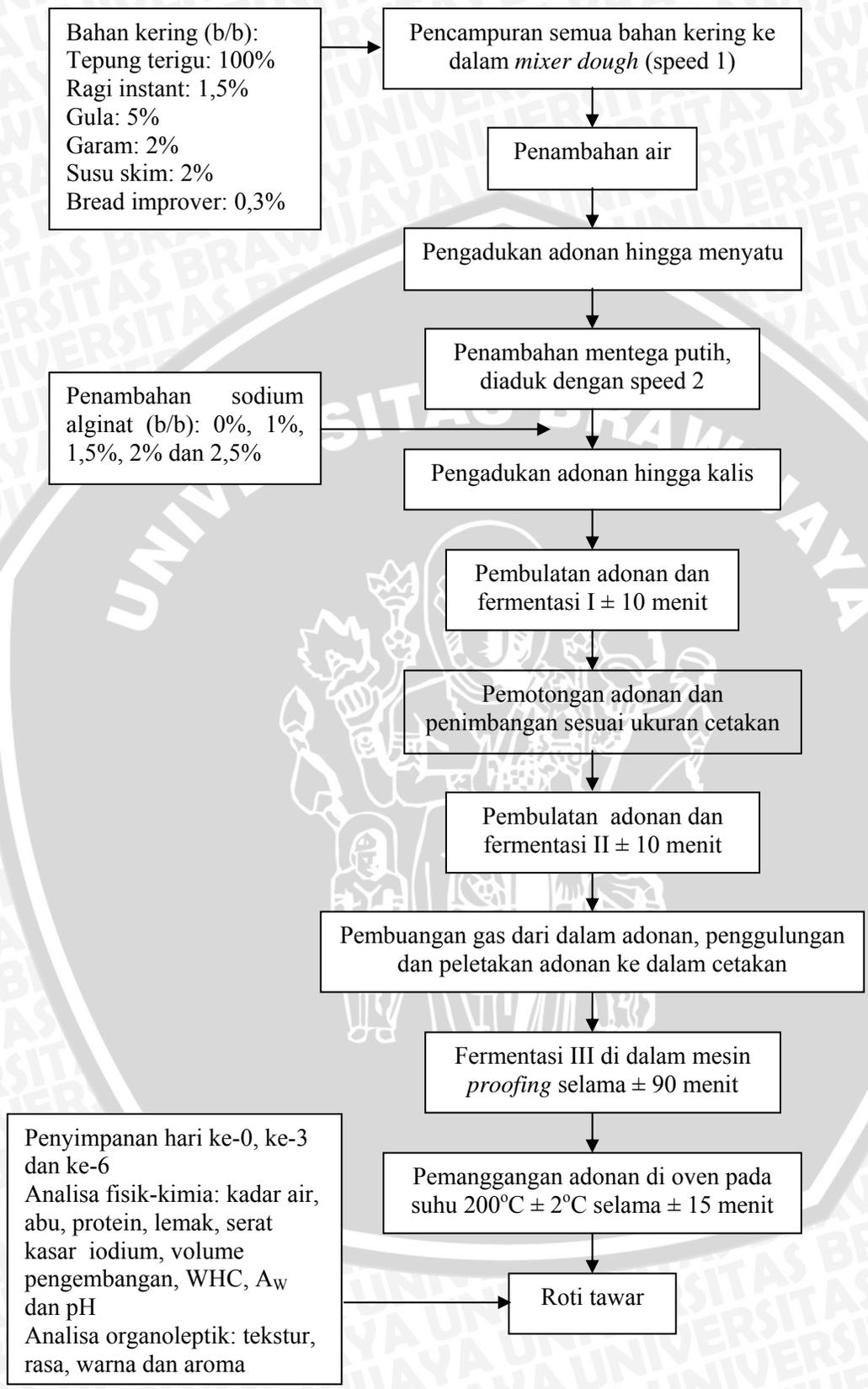
- Fermentasi pertama: adonan yang telah kalis tersebut kemudian difermentasi dengan cara adonan dibulatkan dan ditutup dengan plastik kemudian dibiarkan selama 10 menit pada suhu ruang. Pembulatan adonan bertujuan untuk membentuk lapisan film yang tipis di permukaan adonan sehingga dapat menahan gas dari hasil fermentasi dan memberi bentuk agar mudah dalam pengerjaan selanjutnya. Tujuan dari fermentasi awal ini adalah untuk pembentukan rasa dan volume, sehingga adonan menjadi lebih besar dan ringan.
- Pemotongan, penimbangan dan pembulatan adonan: adonan yang telah difermentasi kemudian dipotong dan ditimbang sesuai dengan cetakan roti tawar. Penimbangan adonan perlu dilakukan agar adonan roti sesuai dengan besarnya cetakan atau berdasarkan bentuk yang diinginkan.
- Fermentasi kedua: setelah ditimbang, adonan dibulatkan kembali dan difermentasi selama 10 menit dengan tujuan untuk membuat adonan menjadi rileks sehingga memudahkan untuk proses selanjutnya.
- Pembentukan adonan: adonan yang telah difermentasi kemudian digiling dengan menggunakan *roll pin* (penggulung kayu) untuk membuang gas yang terdapat dalam

adonan. Tujuan pembuangan gas adalah untuk memudahkan proses penggulungan dan pembentukan adonan. Adonan kemudian digulung dan dibentuk sesuai ukuran cetakan.

- Peletakan adonan dalam cetakan: adonan yang sudah digulung dimasukkan ke dalam cetakan dengan cara bagian lipatan diletakkan di bawah agar lipatan tidak lepas.
- Fermentasi ketiga: adonan dalam cetakan kemudian difermentasi kembali di dalam mesin *proofing* (mesin pengembang) dengan tujuan untuk mengembangkan adonan sampai diperoleh bentuk dan mutu yang baik dengan suhu *proofing* sekitar 35-44°C dan kelembaban relatif sekitar 80-85% selama 90 menit.
- Pemanggangan: adonan yang telah difermentasi tersebut kemudian dipanggang dalam oven dengan suhu 200°C selama 15 menit.
- Pengeluaran roti tawar dari cetakan: roti tawar yang telah matang dikeluarkan dari cetakan langsung setelah keluar dari oven.
- Pendinginan: dilakukan dengan cara meletakkan roti tawar diatas para-para agar uap panasnya hilang.
- Pengemasan: roti tawar yang sudah diangin-anginkan di atas para-para kemudian dibungkus dengan menggunakan plastik PP untuk menghindari kontaminasi jamur dan menghindari pengerasan kulit roti tawar akibat penguapan air.
- Penyimpanan: roti tawar yang telah dikemas kemudian disimpan pada suhu kamar sesuai dengan lamanya penyimpanan. Tujuan penyimpanan adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan sodium alginat terhadap mutu roti tawar selama penyimpanan. Adapun proses pembuatan roti tawar pada penelitian pendahuluan dapat dilihat pada Gambar 2 dan penelitian utama pada Gambar 3.



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Roti Tawar pada Penelitian Pendahuluan



Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Roti Tawar pada Penelitian Utama

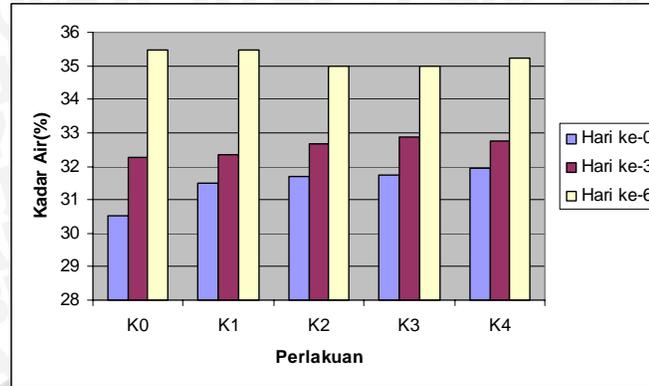
4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Air

Air merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena dapat mempengaruhi penampakan, tekstur serta cita rasa makanan. Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan penerimaan konsumen, kesegaran dan daya tahan bahan makanan tersebut (Winarno, 1997). Pengaruh kadar air sangat penting dalam menentukan daya awet bahan pangan karena dapat mempengaruhi sifat-sifat fisik, perubahan-perubahan kimia, kebusukan oleh mikroorganisme dan perubahan enzimatik (Buckle, *et al.*, 1987).

Dari hasil penelitian diperoleh rerata kadar air roti tawar selama penyimpanan berkisar antara 30,281 – 35,579%. Hasil tersebut sesuai dengan nilai yang ditetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu bahwa kadar air maksimum untuk roti tawar adalah 40%. Hal tersebut berarti bahwa roti tawar dengan perlakuan K0 - K4 masih memenuhi syarat yang ditetapkan oleh SNI.

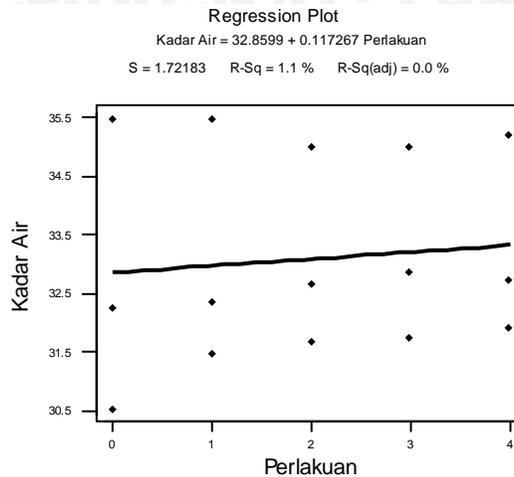
Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 14) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat dengan konsentrasi yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata ($\alpha=0,05$) terhadap kadar air roti tawar. Grafik pengaruh perlakuan penambahan sodium alginat terhadap kadar air roti tawar selama penyimpanan disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Perlakuan Penambahan Sodium Alginat terhadap Kadar Air Roti Tawar selama Penyimpanan

Gambar 4. menunjukkan bahwa kadar air terendah didapat pada roti tawar dengan penambahan konsentrasi sodium alginat sebesar 0% (K0) dan kadar air tertinggi didapat pada roti tawar dengan penambahan konsentrasi sodium alginat sebesar 2,5% (K4). Hal ini disebabkan karena sodium alginat merupakan fikokoloid yang bersifat mengikat air. Berdasarkan Food Chemical Codex (FCC) (1981) alginat memiliki kadar air kurang dari 15%. Dengan penggunaan konsentrasi sodium alginat yang tinggi (2,5%) maka sifat menarik air dari alginat juga tinggi sehingga kadar air pada perlakuan tersebut paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, begitu pula sebaliknya. Menurut McHugh (1987), alginat dapat mengikat molekul air dengan sangat kuat karena tingginya ion karboksilat yang dikandungnya, bila anion berkurang maka kekuatan pengikatan air akan menurun.

Hubungan antara Perlakuan penambahan sodium alginat dengan kadar air roti tawar dapat dilihat pada Gambar 5.



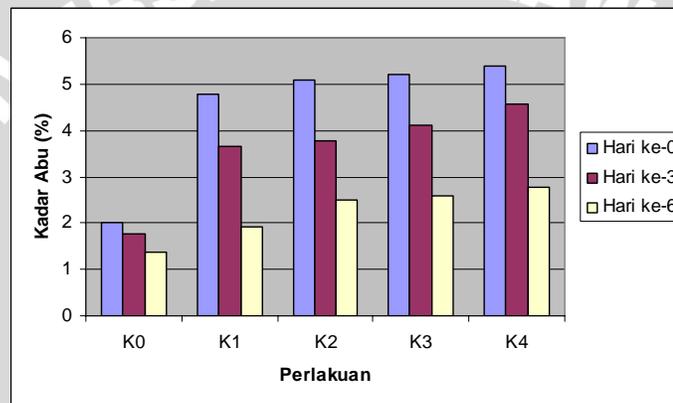
Gambar 5. Grafik Hubungan antara Perlakuan Penambahan Sodium Alginat dengan Kadar Air Roti Tawar

Gambar 5. menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat terhadap kadar air memberikan respon grafik linier positif. Hubungan antara penambahan konsentrasi sodium alginat dengan kadar air roti tawar ditunjukkan dengan persamaan $Y = 0.117267x + 32,8599$ dengan $R^2 = 1,1\%$ dan R^2 (adj) = $0,0\%$ yang menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi sodium alginat maka kadar air roti tawar akan naik sebesar 0,1 kali. Sedangkan R^2 (adj) adalah koefisien determinasi yang telah disesuaikan yang menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat memiliki pengaruh sebesar 0,0% terhadap kadar air roti tawar.

4.2 Kadar Abu

Kadar abu juga dikenal sebagai unsur mineral. Dalam proses pembakaran, bahan-bahan organik terbakar tetapi zat anorganiknya tidak, karena itulah disebut abu. Biasanya komponen tersebut terdiri dari kalsium, kalium, natrium, besi, mangan, magnesium dan iodium. (Winarno, 1997).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rerata kadar abu roti tawar selama penyimpanan berkisar antara 1,246 – 5,392% (Lampiran 15). Kadar abu pada roti tawar dengan perlakuan penambahan sodium alginat lebih tinggi dibandingkan kadar abu yang ditetapkan secara SNI yaitu sebesar 3,0%. Hal ini disebabkan alginat memiliki kadar abu yang cukup tinggi. Berdasarkan Food Chemical Codex (FCC) (1981) kadar abu alginat adalah sebesar 18 – 27%. Grafik pengaruh perlakuan penambahan sodium alginat terhadap kadar abu selama penyimpanan disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Pengaruh Perlakuan Penambahan Sodium Alginat terhadap Kadar Abu Roti Tawar selama Penyimpanan

Gambar 6. di atas menunjukkan bahwa kadar abu terendah didapat pada roti tawar dengan perlakuan penambahan konsentrasi sodium alginat sebesar 0% (K0) dan kadar abu tertinggi didapat pada roti tawar dengan penambahan konsentrasi sodium alginat sebesar 2,5% (K4). Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 15) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($\alpha=0,01$) terhadap kadar air roti tawar. Hasil analisis uji lanjut BNT terhadap rerata kadar abu roti tawar dengan perlakuan penambahan sodium alginat dapat dilihat pada Tabel 7.

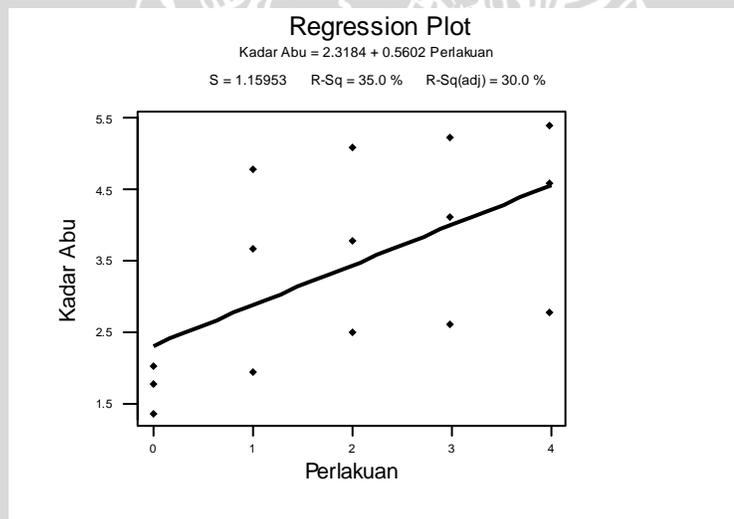
Tabel 7. Rerata Nilai Kadar Abu Roti Tawar dengan Perlakuan Penambahan Sodium Alginat

Perlakuan	Rerata (%)	Notasi
K0	1,714	a
K1	3,458	b
K2	3,788	b
K3	3,979	b
K4	4,255	b

Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan

Tabel 7. di atas menunjukkan bahwa kadar abu untuk perlakuan K0 berbeda dengan perlakuan K1, K2, K3 dan K4. Hal ini disebabkan karena alginat memiliki kadar abu sebesar yang cukup tinggi yaitu sebesar 18 – 27%, sehingga dengan adanya penambahan sodium alginat pada roti tawar akan meningkatkan kadar abu dari roti tawar tersebut.

Hubungan antara perlakuan penambahan sodium alginat dengan kadar abu roti tawar dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan antara Perlakuan Penambahan Sodium Alginat dengan Kadar Abu Roti Tawar

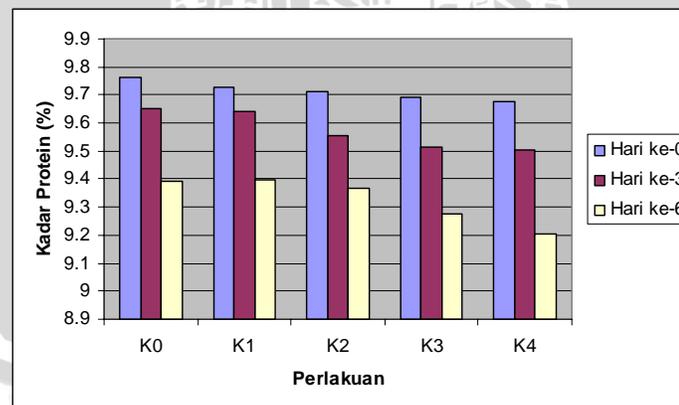
Pada Gambar 7. di atas menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat terhadap kadar abu roti tawar memberikan respon grafik linier positif. Hubungan antara penambahan sodium alginat dengan kadar abu roti tawar ditunjukkan dengan persamaan $Y = 0,5602x + 2,3184$ dengan $R^2 = 35 \%$ dan $R^2 (adj) = 30\%$ yang menunjukkan bahwa

setiap penambahan konsentrasi sodium alginat maka kadar abu roti tawar akan naik sebesar 0,56 kali. Sedangkan R^2 (adj) adalah koefisien determinasi yang telah disesuaikan yang menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat memiliki pengaruh sebesar 30% terhadap kadar abu roti tawar.

4.3 Kadar Protein

Protein adalah sumber asam-asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O, N, S dan P. Molekul protein amat besar dan terdiri dari rangkain panjang asam-asam amino yang berikatan secara kimiawi (Winarno, 1997).

Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata kadar protein roti tawar selama penyimpanan berkisar antara 9,202 – 9,766% (Lampiran 16). Kadar protein untuk roti tawar adalah 9,7% (Anonymous, 2000). Hal ini menunjukkan bahwa kadar protein roti tawar dengan perlakuan K0 - K4 masih memenuhi syarat yang ditetapkan oleh ketentuan komposisi gizi tersebut. Grafik pengaruh perlakuan penambahan sodium alginat terhadap kadar protein disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Pengaruh Perlakuan Penambahan Sodium Alginat terhadap Kadar Protein Roti Tawar selama Penyimpanan

Gambar 8. di atas menunjukkan bahwa kadar protein roti tawar mengalami penurunan. Kadar protein terendah didapat pada roti tawar dengan perlakuan penambahan sodium alginat sebesar 2,5% (K4) dan kadar protein tertinggi didapat pada roti tawar dengan penambahan sodium alginat sebesar 0% (K0). Hal ini disebabkan karena protein dalam roti tawar mengalami denaturasi pada saat pemanggangan di dalam oven yang bersuhu 200°C, sehingga kadar proteinnya menurun. Menurut Winarno (1997) denaturasi protein dipengaruhi oleh panas, pH, mekanik dan sebagainya.

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 16) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($\alpha=0,01$) terhadap kadar protein roti tawar. Hasil analisis uji lanjut BNT terhadap rerata nilai kadar protein roti tawar dengan perlakuan penambahan sodium alginat dapat dilihat pada Tabel 8.

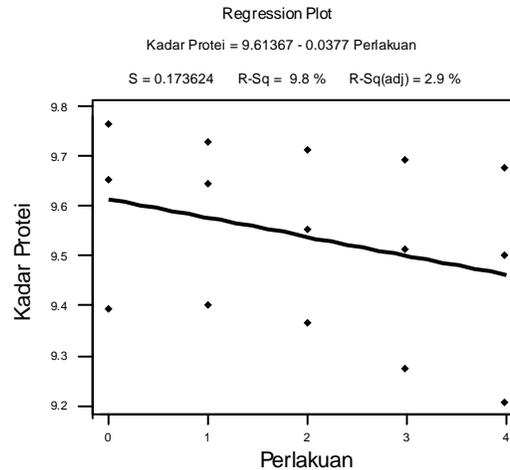
Tabel 8. Rerata Nilai Kadar Protein Roti Tawar dengan Perlakuan Penambahan Sodium Alginat

Perlakuan	Rerata (%)	Notasi
K0	9,602	b
K1	9,59	b
K2	9,543	ab
K3	9,494	a
K4	9,462	a

Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan

Tabel 8. di atas menunjukkan bahwa perlakuan K0 dan K1 berbeda dengan perlakuan K2, K3 dan K4.

Hubungan antara perlakuan penambahan sodium alginat dengan kadar protein roti tawar dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hubungan antara Perlakuan Penambahan Sodium Alginat dengan Kadar Protein Roti Tawar

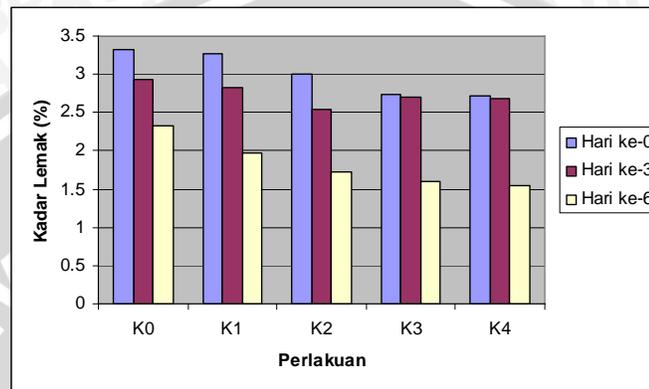
Gambar 9. di atas menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat terhadap kadar protein memberikan respon grafik linier negatif. Hubungan antara perlakuan penambahan sodium alginat dengan kadar protein roti tawar ditunjukkan dengan persamaan $Y = -0,0377x + 9,63367$ dengan $R^2 = 9,8 \%$ dan R^2 (adj) = 2,9% yang menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi sodium alginat maka kadar protein roti tawar akan turun sebesar 0,04 kali. Sedangkan R^2 (adj) adalah koefisien determinasi yang telah disesuaikan yang menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat memiliki pengaruh sebesar 2,9% terhadap kadar protein roti tawar.

4.4 Kadar Lemak

Lemak merupakan zat gizi yang mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen dan oksigen. Lemak adalah campuran trigliserida yang terdiri atas satu molekul gliserol yang berikatan dengan tiga molekul lemak (Gaman and Sherrington, 1994).

Dari hasil penelitian diperoleh rerata kadar lemak roti tawar selama penyimpanan berkisar antara 1,529– 3,357% (Lampiran 17). Kadar lemak untuk roti tawar adalah

4,2% (Anonymous, 2000). Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar lemak pada roti tawar dengan perlakuan K0 - K4 tidak melebihi dari batas ketentuan komposisi kadar lemak untuk roti tawar. Grafik pengaruh perlakuan penambahan sodium alginat terhadap kadar lemak disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Pengaruh Perlakuan Penambahan Sodium Alginat terhadap Kadar Lemak Roti Tawar selama Penyimpanan

Gambar 10. menunjukkan bahwa kadar lemak terendah didapat pada roti tawar dengan perlakuan penambahan sodium alginat sebesar 2,5% (K4) dan kadar lemak tertinggi didapat pada roti tawar dengan perlakuan penambahan sodium alginat sebesar 0% (K0). Hal ini disebabkan karena kekentalan alginat akan menurun akibat perlakuan pemanasan yaitu pemanggangan dan pecah pada suhu tinggi (200°C). Selain itu, alginat yang banyak mengandung segmen poliguluronat cenderung membentuk gel yang kuat tetapi mudah retak dan mudah mengalami sineresis (Tranggono, 1988). Hal ini menyebabkan menurunnya viskositas dan stabilitas emulsi yang mengakibatkan kadar lemaknya menurun (Suryaningrum, 2002).

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 17) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($\alpha=0,01$) terhadap kadar lemak roti tawar. Hasil analisis uji lanjut BNT

terhadap rerata kadar lemak roti tawar dengan perlakuan penambahan sodium alginat dapat dilihat pada Tabel 9.

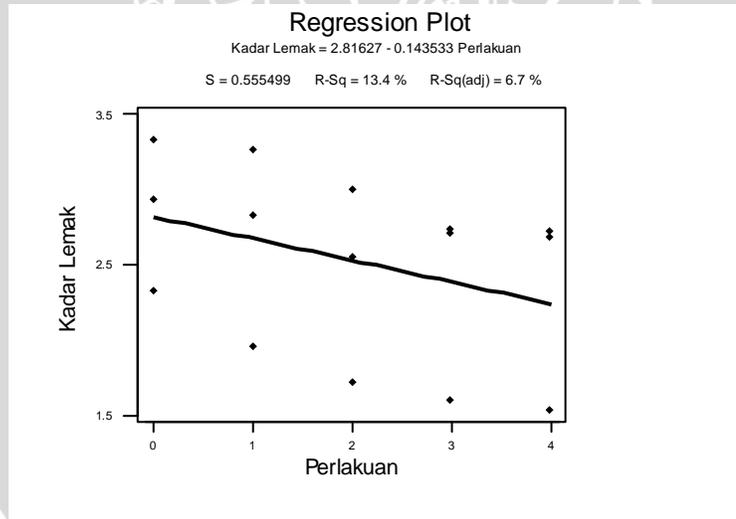
Tabel 9. Rerata Nilai Kadar Lemak Roti Tawar dengan Perlakuan Penambahan Sodium Alginat

Perlakuan	Rerata (%)	Notasi
K0	2,864	c
K1	2,689	b
K2	2,428	a
K3	2,35	a
K4	2,316	a

Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan

Tabel 9. di atas menunjukkan bahwa perlakuan K0 dan K1 berbeda dengan perlakuan K2, K3 dan K4.

Hubungan antara perlakuan penambahan sodium alginat dengan kadar lemak roti tawar dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Hubungan antara Perlakuan Penambahan Sodium Alginat dengan Kadar Lemak Roti Tawar

Gambar 11. menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat terhadap kadar lemak memberikan respon grafik linier negatif. Hubungan antara perlakuan penambahan sodium alginat dengan kadar lemak roti tawar ditunjukkan dengan persamaan $Y = -$

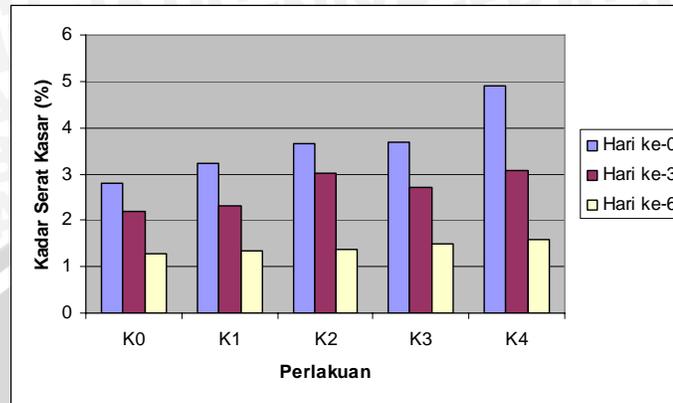
$0,143533x + 2,81627$ dengan $R^2 = 13,4 \%$ dan R^2 (adj) = 6,7% yang menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi sodium alginat maka kadar lemak roti tawar akan turun sebesar 0,14 kali. Sedangkan R^2 (adj) adalah koefisien determinasi yang telah disesuaikan yang menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat memiliki pengaruh sebesar 6,7% terhadap kadar lemak roti tawar.

4.5 Kadar Serat Kasar

Serat kasar adalah serat yang secara uji laboratorium dapat menahan asam dan basa, sebagian besar terdiri dari selulosa dan lignin yang tidak mudah larut dalam air. Serat kasar merupakan bagian dari tanaman yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menentukan serat kasar yaitu H_2SO_4 1,25% dan NaOH 1,25% (Anonymous, 1993 dan Muchtadi, 2001). Serat kasar sangat penting dalam penentuan kualitas bahan pangan karena serat kasar merupakan indeks dalam menentukan nilai gizi bahan pangan. Serat kasar juga dapat digunakan untuk mengevaluasi suatu proses pengolahan. Sehingga serat kasar dapat dipakai untuk menentukan kemurnian bahan atau efisiensi suatu proses (Sudarmadji *et al.*, 1996). Menurut Scala (1975) dalam Winarno (1997), kira-kira hanya sekitar seperlima sampai setengah dari seluruh serat kasar yang benar-benar berfungsi sebagai serat pangan.

Dari hasil penelitian diperoleh rerata kadar serat kasar roti tawar selama penyimpanan berkisar antara 1,285 – 4,895% (Lampiran 18). Berdasarkan hasil analisa kadar serat kasar diperoleh bahwa kadar serat kasar sodium alginat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 8,4%. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan perlakuan penambahan sodium alginat akan meningkatkan kadar serat kasar pada roti

tawar yang dihasilkan. Grafik pengaruh perlakuan penambahan sodium alginat terhadap kadar serat kasar roti tawar disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Pengaruh Perlakuan Penambahan Sodium Alginat terhadap Kadar Serat Kasar Roti Tawar selama Penyimpanan

Gambar 12. menunjukkan bahwa kadar serat kasar terendah didapat pada roti tawar kontrol dengan perlakuan penambahan sodium alginat sebesar 0% (K0) dan kadar serat kasar tertinggi didapat pada roti tawar dengan perlakuan penambahan sodium alginat sebesar 2,5% (K4). Hal ini disebabkan karena sodium alginat yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kadar serat kasar sebesar 8,4% sehingga dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan kadar serat kasar pada roti tawar yang diberi perlakuan penambahan sodium alginat.

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 18) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($\alpha=0,01$) terhadap kadar serat kasar roti tawar. Hasil analisis uji lanjut BNT terhadap rerata kadar serat kasar roti tawar dengan perlakuan penambahan sodium alginat dapat dilihat pada Tabel 10.

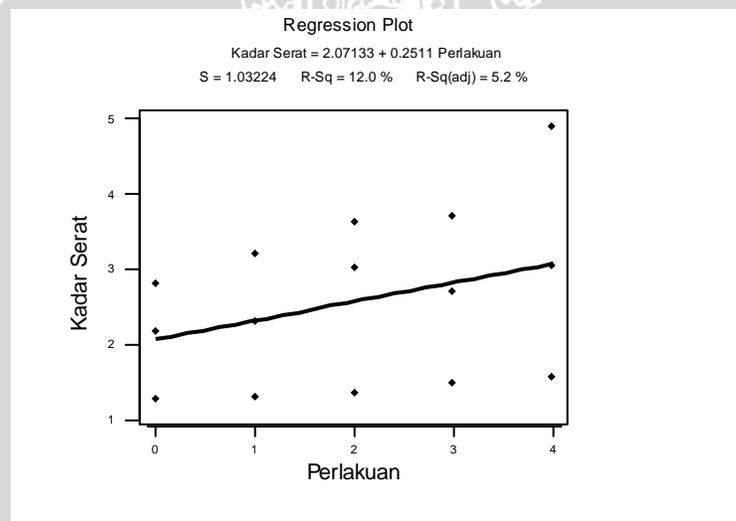
Tabel 10. Rerata Nilai Kadar Serat Kasar Roti Tawar dengan Perlakuan Penambahan Sodium Alginat

Perlakuan	Rerata (%)	Notasi
K0	2,094	a
K1	2,286	a
K2	2,681	a
K3	2,632	a
K4	3,176	b

Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan

Tabel 10. menunjukkan bahwa perlakuan K0, K1, K2 dan K3 berbeda dengan perlakuan K4.

Hubungan antara perlakuan penambahan sodium alginat dengan kadar serat kasar roti tawar dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Hubungan antara Perlakuan Penambahan Sodium Alginat dengan Kadar Serat Kasar Roti Tawar

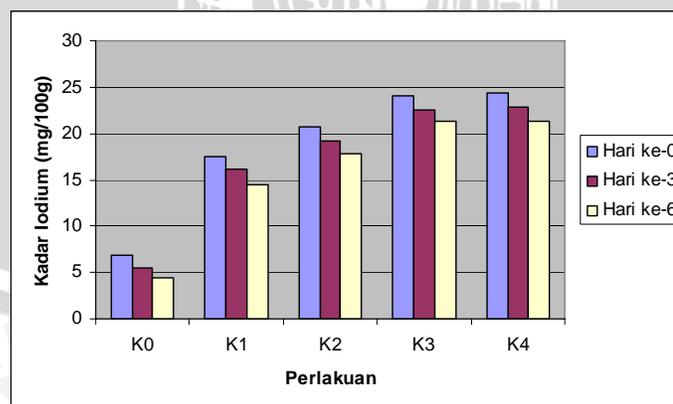
Gambar 13. menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat terhadap kadar serat kasar memberikan respon grafik linier positif. Hubungan antara penambahan konsentrasi sodium alginat dengan kadar serat kasar roti tawar ditunjukkan dengan persamaan $Y = 0,2511x + 2,07133$ dengan $R^2 = 12\%$ dan R^2 (adj) = 5,2% yang menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi sodium alginat maka kadar serat kasar roti tawar akan naik sebesar 0,25 kali. Sedangkan R^2 (adj) adalah koefisien

determinasi yang telah disesuaikan yang menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat memiliki pengaruh sebesar 5,2% terhadap kadar serat kasar roti tawar.

4.6 Kadar Iodium

Iodium adalah “*trace element*”, yang diperlukan oleh tubuh dalam jumlah yang sangat sedikit (Gaman and Sherrington, 1994). Menurut Djokomoeldjanto (1993), manusia tidak dapat membuat unsur atau elemen iodium dalam tubuhnya tetapi harus mendapatkannya dari luar tubuh melalui serapan iodium yang terkandung dalam makanan serta minuman.

Dari hasil penelitian diperoleh rerata kadar iodium roti tawar selama penyimpanan berkisar antara 4,174 – 24,53 (mg/100g) (Lampiran 19). Menurut Gaman and Sherrington (1994) bahwa di dalam air laut, iodium terdapat dalam konsentrasi yang sangat rendah tetapi organisme yang hidup di laut mempunyai kemampuan untuk menghimpunnya. Rumput laut adalah sumber makanan yang banyak mengandung iodium. Grafik pengaruh perlakuan penambahan sodium alginat terhadap kadar iodium roti tawar disajikan pada Gambar 14 .



Gambar 14 . Grafik Pengaruh Perlakuan Penambahan Sodium Alginat terhadap Kadar Iodium Roti Tawar selama Penyimpanan

Gambar 14. menunjukkan bahwa kadar iodium terendah didapat pada roti tawar kontrol dengan perlakuan penambahan sodium alginat sebesar 0% (K0) dan kadar iodium tertinggi didapat pada roti tawar dengan perlakuan penambahan sodium alginat sebesar 2,5% (K4). Hal ini disebabkan karena sodium alginat merupakan hasil ekstraksi dari alga coklat yang memiliki kandungan iodium yang cukup tinggi, sehingga dengan adanya penambahan sodium alginat pada roti tawar akan meningkatkan kadar iodium dari roti tawar tersebut. Menurut Winarno (1996), kandungan iodium pada alga coklat sekitar 0,1-0,8% dan pada alga merah sekitar 0,1-0,15%. Ditambahkan dalam Soegiarto *et al.* (1985), pada alga coklat dapat tersimpan iodium 30.000 kali jumlah iodium dalam air laut.

Kadar iodium pada roti tawar yang diberi perlakuan penambahan sodium alginat lebih besar daripada roti tawar kontrol. Oleh karena itu, roti tawar yang diberi perlakuan penambahan sodium alginat ini dapat dijadikan sebagai salah satu makanan fungsional yang salah satu kelebihanannya adalah banyak mengandung iodium. Menurut Anonymous (2001), untuk memperoleh asupan iodium yang memadai, tidak harus dari garam beriodium. Hal ini karena iodium yang disuplementasikan ke dalam garam seringkali rusak atau hilang sebelum target. Suplementasi iodium dari bahan alami yang mengandung iodium akan sangat berarti mengingat iodium mudah *leaching* selama proses pengolahan.

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 19) menunjukkan bahwa variasi penambahan konsentrasi sodium alginat dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($\alpha=0,01$) terhadap kadar iodium roti tawar. Hasil analisis uji lanjut BNT terhadap rerata kadar iodium roti tawar dengan perlakuan penambahan sodium alginat dapat dilihat pada Tabel 11.

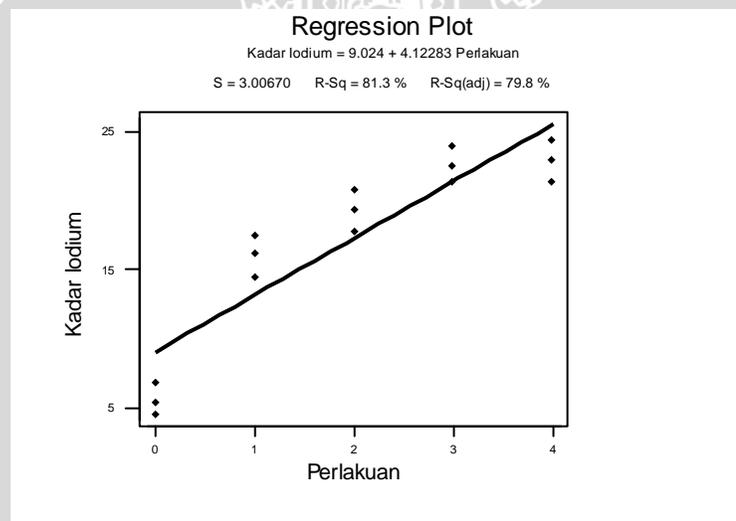
Tabel 11. Rerata Nilai Kadar Iodium Roti Tawar dengan Perlakuan Penambahan Sodium Alginat

Perlakuan	Rerata (mg/100g)	Notasi
K0	5,569	a
K1	16,024	b
K2	19,246	c
K3	22,631	d
K4	22,879	d

Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan

Tabel 11. menunjukkan bahwa perlakuan K0 berbeda dengan perlakuan K1, K2, K3 dan K4.

Hubungan antara perlakuan penambahan sodium alginat dengan kadar iodium roti tawar dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik Hubungan antara Perlakuan Penambahan Sodium Alginat dengan Kadar Iodium Roti Tawar

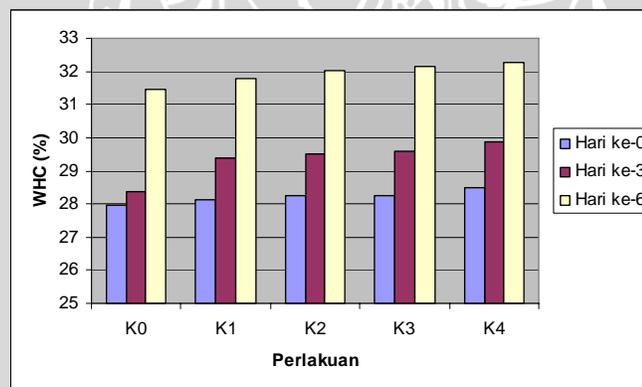
Gambar 15. di atas menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat terhadap kadar iodium memberikan respon grafik linier positif. Hubungan antara perlakuan penambahan sodium alginat dengan kadar iodium roti tawar ditunjukkan dengan persamaan $Y = 4,12283x + 9,024$ dengan $R^2 = 81,3 \%$ dan $R^2 (adj) = 79,8\%$ yang menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi sodium alginat maka kadar iodium

roti tawar akan naik sebesar 4,12 kali. Sedangkan R^2 (adj) adalah koefisien determinasi yang telah disesuaikan yang menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat memiliki pengaruh sebesar 79,8% terhadap kadar iodium roti tawar.

4.7 WHC

Water Holding Capacity (WHC) adalah kemampuan bahan dalam menahan airnya sendiri. Air yang terdeteksi disini merupakan air yang terikat secara fisik. *Water Holding Capacity* (WHC) sangat erat hubungannya dengan tekstur dari bahan pangan tersebut (Yuwono dan Susanto, 1998).

Dari hasil penelitian diperoleh rerata nilai WHC roti tawar selama penyimpanan berkisar antara 26,608 – 34,005% (Lampiran 20). Grafik pengaruh penambahan sodium alginat terhadap nilai WHC selama penyimpanan disajikan pada Gambar 16.

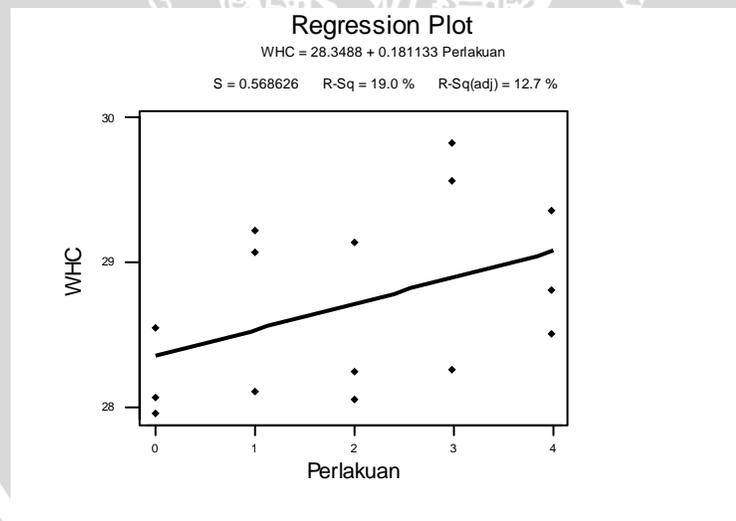


Gambar 16. Grafik Pengaruh Perlakuan Penambahan Sodium Alginat terhadap nilai WHC Roti Tawar selama Penyimpanan

Gambar 16. menunjukkan bahwa nilai WHC terendah didapat pada roti tawar dengan perlakuan penambahan sodium alginat sebesar 0% (K0) dan nilai WHC tertinggi didapat pada roti tawar dengan perlakuan penambahan sodium alginat sebesar 2,5% (K4). Hal ini disebabkan karena sodium alginat merupakan fikokoloid yang bersifat mengikat air, dengan penggunaan konsentrasi sodium alginat yang tinggi (2,5%) maka sifat menarik

air dari alginat juga tinggi sehingga nilai WHC pada perlakuan tersebut paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, begitu pula sebaliknya. Alginat dapat mengikat molekul air dengan sangat kuat karena tingginya ion karboksilat yang dikandungnya, bila anion berkurang maka kekuatan pengikatan air akan menurun (McHugh, 1987). Alginat banyak digunakan pada produk roti-kue karena sifatnya yang bagus dalam mencengkram air (*water holding capacity*) sehingga produk tersebut tidak cepat kering pada udara dengan kelengasan yang rendah (Winarno, 1996).

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 20) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat dengan konsentrasi yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata ($\alpha=0,05$) terhadap nilai WHC roti tawar. Hubungan antara perlakuan penambahan sodium alginat dengan nilai WHC roti tawar dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Grafik Hubungan antara Perlakuan Penambahan Sodium Alginat dengan nilai WHC Roti Tawar

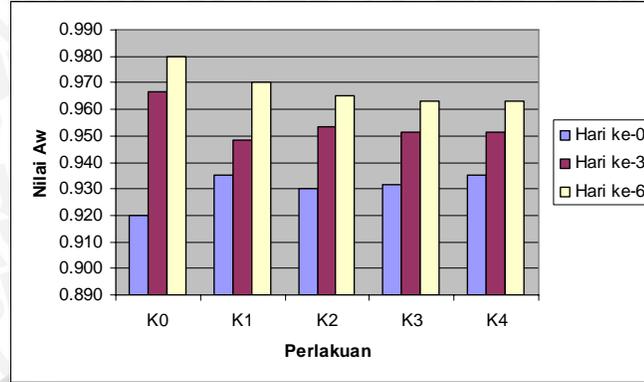
Gambar 17. di atas menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat terhadap nilai WHC memberikan respon grafik linier positif. Hubungan antara penambahan konsentrasi sodium alginat dengan nilai WHC roti tawar ditunjukkan dengan persamaan

$Y = 0,181133x + 28,3488$ dengan $R^2 = 19 \%$ dan R^2 (adj) = 12,7% yang menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi sodium alginat maka nilai WHC roti tawar akan naik sebesar 0,18 kali. Sedangkan R^2 (adj) adalah koefisien determinasi yang telah disesuaikan yang menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat memiliki pengaruh sebesar 12,7% terhadap nilai WHC roti tawar.

4.8 Nilai Aw

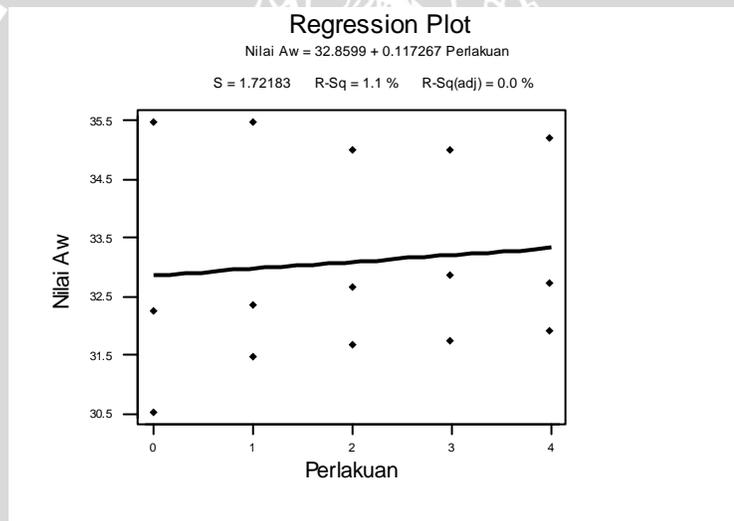
A_w (*water activity*) adalah jumlah air bebas yang digunakan mikroorganisme untuk pertumbuhannya. Penyebab utama kerusakan bahan pangan adalah karena pertumbuhan dan aktivitas mikroba (bakteri, kapang dan khamir) serta aktivitas enzim-enzim didalam bahan pangan (Purnomo, 1995). Aktifitas air (A_w) merupakan parameter penting dari sifat pangan yang berhubungan erat dengan daya simpannya. Jika bahan pangan disimpan maka akan terjadi keseimbangan kelembaban antara udara dengan bahan (Yuwono dan Susanto, 1998).

Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata nilai A_w roti tawar berkisar antara 0,915 – 0,98 (Lampiran 21). Menurut Supardi dan Sukamto (1999), nilai A_w pada roti berkisar antara 0,95 - 1,00. Hal tersebut berarti bahwa roti tawar dengan perlakuan K0 - K4 masih memenuhi syarat yang ditetapkan. Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 21) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat dengan konsentrasi yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata ($\alpha=0,05$) terhadap nilai A_w roti tawar. Grafik pengaruh perlakuan penambahan sodium alginat terhadap nilai A_w pada roti tawar disajikan pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik Pengaruh Perlakuan Penambahan Sodium Alginat terhadap nilai Aw Roti Tawar selama Penyimpanan

Hubungan antara perlakuan penambahan sodium alginat dengan nilai Aw roti tawar dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Grafik Hubungan antara Perlakuan Penambahan Sodium Alginat dengan nilai Aw Roti Tawar

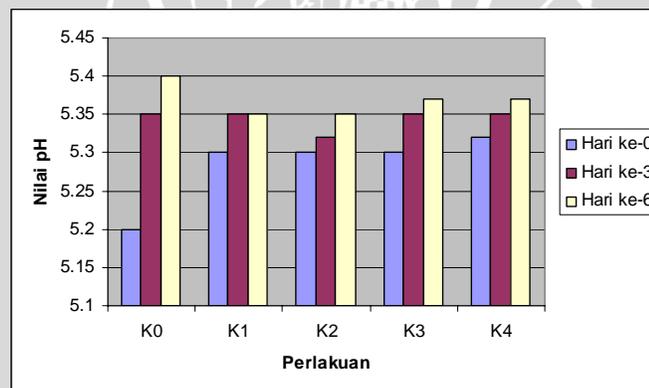
Gambar 19. di atas menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat terhadap nilai Aw memberikan respon grafik linier positif. Hubungan antara perlakuan penambahan sodium alginat dengan nilai Aw roti tawar ditunjukkan dengan persamaan $Y = 0,1172673x + 32,8599$ dengan $R^2 = 1,1\%$ dan $R^2 (adj) = 0,0\%$ yang menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi sodium alginat maka nilai Aw roti tawar akan naik sebesar 0,12 kali. Sedangkan $R^2 (adj)$ adalah koefisien determinasi yang telah

disesuaikan yang menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat memiliki pengaruh sebesar 0,0% terhadap nilai Aw roti tawar.

4.9 Nilai pH

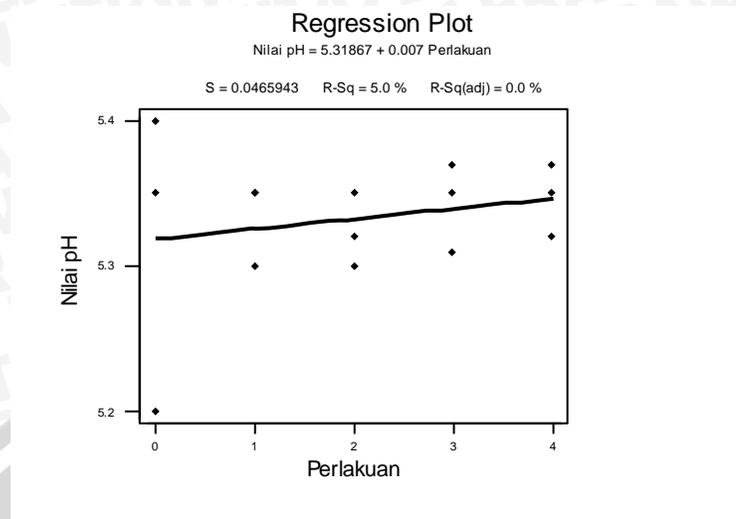
pH adalah konsentrasi ion hidrogen dari sebagian besar larutan. Definisi lain tentang pH adalah Log negatif dari konsentrasi ion hidrogen. Nilai pH suatu bahan berhubungan dengan derajat keasaman ataupun kebasahan bahan tersebut (Widjanarko, 1990).

Dari hasil penelitian diperoleh rerata nilai pH roti tawar berkisar antara 5,2 – 5,4 (Lampiran 22). Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 22) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat dengan konsentrasi yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata ($\alpha=0,05$) terhadap nilai pH roti tawar. Grafik pengaruh perlakuan penambahan sodium alginat terhadap nilai pH disajikan pada Gambar 20.



Gambar 20. Grafik Pengaruh Perlakuan Penambahan Sodium Alginate terhadap Nilai pH Roti Tawar selama Penyimpanan

Hubungan antara perlakuan penambahan sodium alginate dengan nilai pH roti tawar dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Grafik Hubungan antara Perlakuan Penambahan Sodium Alginat dengan nilai pH Roti Tawar

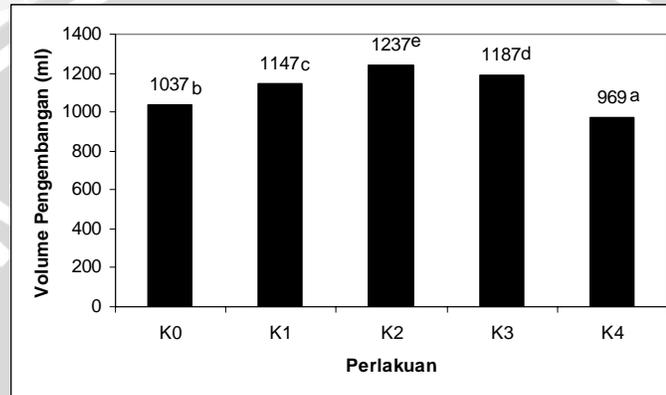
Gambar 21. di atas menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat terhadap nilai pH memberikan respon grafik linier positif. Hubungan antara perlakuan penambahan sodium alginat dengan nilai pH roti tawar ditunjukkan dengan persamaan $Y = 0,007x + 5,31867$ dengan $R^2 = 5,0 \%$ dan R^2 (adj) = 0,0% yang menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi sodium alginat maka nilai pH roti tawar akan naik sebesar 0,007 kali. Sedangkan R^2 (adj) adalah koefisien determinasi yang telah disesuaikan yang menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat memiliki pengaruh sebesar 0,0% terhadap nilai pH roti tawar.

4.10 Volume Pengembangan

Penentuan volume pengembangan diperoleh dengan mengukur volume adonan roti sebelum pengembangan dan volume roti setelah pemanggangan (Wirakartakusumah *et al.*, 1992 dan Claudio and Leon, 1977).

Dari hasil penelitian diperoleh rerata volume pengembangan roti tawar berkisar antara 969 – 1237 ml. Gambar roti tawar dari hasil penelitian dapat dilihat pada

Lampiran 29. Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 23) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($\alpha=0,01$) terhadap volume pengembangan roti tawar. Grafik pengaruh perlakuan penambahan sodium alginat terhadap volume pengembangan roti tawar disajikan pada Gambar 22.



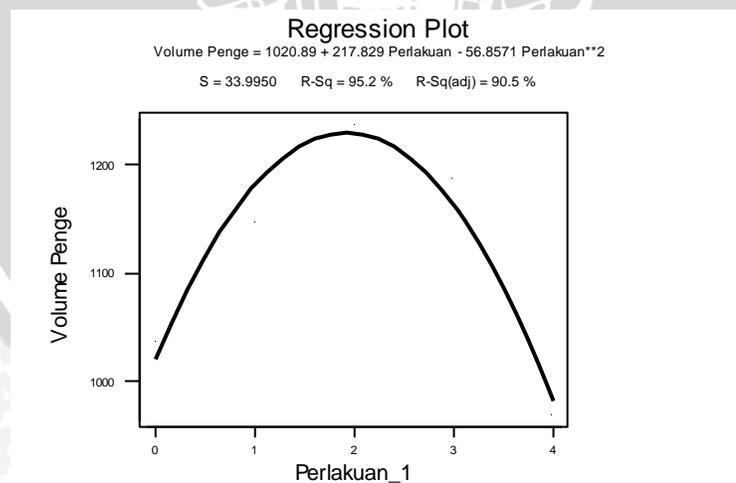
Gambar 22. Grafik Pengaruh Perlakuan Penambahan Sodium Alginat terhadap Volume Pengembangan Roti Tawar

Gambar 22. menunjukkan bahwa volume pengembangan terendah didapat pada roti tawar dengan perlakuan penambahan sodium alginat sebesar 2,5% (K4) dan volume pengembangan tertinggi didapat pada roti tawar dengan perlakuan penambahan sodium alginat sebesar 1,5% (K2). Berdasarkan hasil analisis uji lanjut BNT ($\alpha=0,01$) (Lampiran 23) menunjukkan bahwa tiap-tiap perlakuan yaitu K0, K1, K2, K3 dan K4 memiliki volume pengembangan roti tawar yang berbeda nyata. Volume pengembangan pada roti tawar yang ditambah dengan sodium alginat lebih besar daripada roti tawar kontrol hal ini dikarenakan sodium alginat yang ditambahkan mampu berinteraksi dengan molekul-molekul pati yang dapat menahan gas sehingga elastisitasnya bertambah, akibatnya adonan menjadi lebih mengembang. Menurut Matz (1972) pengembangan volume roti tawar dipengaruhi oleh terbentuknya CO_2 hasil aktivitas fermentasi khamir serta

kemampuan adonan dalam menahan gas CO₂ yang dihasilkan. Pengembangan volume roti tawar akan cukup terbentuk apabila massa gluten mengembang dan menghasilkan dinding yang dapat menahan gas untuk membentuk struktur roti.

Pada konsentrasi penambahan sodium alginat sebesar 2,5% (K4) dihasilkan volume pengembangan yang lebih rendah dari roti tawar kontrol. Hal ini disebabkan roti tawar yang mengandung serat tinggi cenderung menurunkan pengembangan volumenya. Menurut Hudaya, *et al.* (2002), hal ini terjadi karena serat dapat berinteraksi secara kimiawi dengan protein sehingga melawan pelebaran adonan. Selain itu, karena roti tawar dengan konsentrasi sodium alginat sebesar 2,5% (K4) tersebut memiliki kandungan garam (Natrium atau Sodium) dalam konsentrasi yang tertinggi maka dapat menghambat pertumbuhan *yeast* sehingga produksi gas CO₂ semakin berkurang akibatnya volume pengembangannya juga semakin berkurang. Menurut Anonymous (2003), kebanyakan garam dapat menghambat aktivitas *yeast* dalam proses fermentasi.

Hubungan antara perlakuan penambahan sodium alginat dengan volume pengembangan roti tawar dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Grafik Hubungan antara Perlakuan Penambahan Sodium Alginat dengan Volume Pengembangan Roti Tawar

Pada Gambar 23. di atas menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat terhadap volume pengembangan memberikan respon grafik hiperbola dengan persamaan kuadratik. Hubungan antara perlakuan penambahan sodium alginat dengan volume pengembangan roti tawar ditunjukkan dengan persamaan $Y = -56,8571x^2 + 217,829x + 1020,89$ dengan $R^2 = 95,2\%$ dan $R^2(\text{adj}) = 90,5\%$ yang menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat memiliki pengaruh sebesar 90,5% terhadap volume pengembangan roti tawar.

4.11 Uji Organoleptik

Menurut Soekarto (1985), uji organoleptik adalah uji dengan menggunakan indera manusia. Uji organoleptik juga sering disebut sebagai dengan uji sensorik organ indera. Dalam uji organoleptik, indera yang berperan dalam pengujian adalah indera penglihatan, penciuman, perasa, peraba dan pendengaran. Tujuan dari pengenalan sifat organoleptik ini adalah untuk menentukan penerimaan konsumen terhadap roti tawar selama penyimpanan. Penilaian dalam uji organoleptik menggunakan 9 tingkat kesukaan dengan nilai 9 adalah sangat suka sekali dan nilai 1 adalah sangat tidak suka sekali. Nilai yang semakin rendah menunjukkan bahwa keadaan organoleptik roti tawar semakin menurun. Dalam penelitian ini dilakukan penilaian organoleptik pada warna, rasa, tekstur dan aroma roti tawar.

4.11.1 Rasa

Rasa merupakan salah satu komponen citarasa bahan pangan selain bau dan rangsangan mulut. Rasa berbeda dengan bau dan lebih banyak melibatkan panca indera lidah. Penilaian rasa dilakukan dengan menggunakan dengan indera perasa yaitu lidah yang menentukan suatu produk disukai atau tidak (Winarno, 1997). Ditambahkan dalam

Soekarto (1985) bahwa *putting* pencicipan manusia hanya dapat membedakan empat cicipan dasar yaitu manis, pahit, asin dan asam. Diluar keempat cicipan dasar itu, *putting* pencicip tidak terangsang atau responsif.

Rasa dinilai dengan adanya tanggapan rangsangan kimiawi oleh indera pencicip (lidah), dimana akhirnya keseluruhan interaksi antara sifat, aroma, rasa dan tekstur merupakan keseluruhan rasa makanan yang dinilai. Rerata nilai kesukaan panelis terhadap rasa roti tawar selama penyimpanan berkisar antara 3,1 – 6,5 (tidak menyukai sampai menyukai) (Tabel 12). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa panelis mulai tidak menyukai rasa roti tawar pada hari ke-6, karena rasanya tidak enak.

Tabel 12. Rerata Nilai Kesukaan Panelis Terhadap Rasa Roti Tawar

Perlakuan	Kelompok			Total	Rerata
	H0	H3	H6		
K0	6.2	5.9	3.1	15.2	5.067
K1	6	5.77	3.6	15.37	5.123
K2	6.5	6.43	4.7	17.63	5.877
K3	5.9	5.63	4.1	15.63	5.21
K4	5	4.87	3.7	13.57	4.523

Nilai rerata tertinggi penilaian panelis terhadap rasa roti tawar adalah pada roti tawar dengan penambahan sodium alginat sebesar 1,5% (K2). Hal ini diduga karena roti tawar dengan perlakuan K2 memiliki rasa yang lebih gurih dibandingkan dengan roti tawar kontrol. Karena sodium alginat merupakan garam dari asam alginat maka penambahan sodium alginat pada roti tawar memberikan rasa yang lebih gurih dan enak. Sedangkan nilai rerata terendah penilaian panelis terhadap rasa roti tawar adalah pada roti tawar 2,5% (K4). Hal ini disebabkan karena roti tawar dengan penambahan sodium alginat sebesar 2,5% tersebut menghasilkan roti tawar yang terlalu asin sehingga tidak banyak disukai oleh panelis. Menurut Winarno (1996), istilah alginat sebenarnya adalah

garam dari asam alginat. Garam asam alginat yang paling banyak dijumpai adalah garam dalam bentuk natrium alginat atau sodium alginat.

Hasil uji statistik nonparametrik Friedman menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap rasa roti tawar (Lampiran 23). Hal ini disebabkan penambahan sodium alginat pada roti tawar masih dalam konsentrasi yang kecil sehingga tidak terlihat perbedaan rasanya.

4.11.2 Warna

Hal utama yang diperhatikan oleh konsumen dalam menilai produk adalah warna produk sehingga menjadi daya tarik tersendiri bila suatu produk memiliki bentuk dan warna yang menarik. Dalam penilaian ini dilakukan secara subyektif melalui penglihatan. Sebelum faktor lain dipertimbangkan secara visual, faktor warna tampil terlebih dahulu dan kadang-kadang sangat menentukan (Winarno, 1997).

Sebelum faktor-faktor lain yang dipertimbangkan secara visual, faktor warna memegang peranan yang sangat penting. Karena kesan pertama yang didapatkan dari bahan pangan adalah warna. Selama proses pembakaran terjadi beberapa perubahan baik pada kulit maupun kerak roti, yaitu terjadi pencoklatan akibat dari karamelisasi dan interaksi gula dengan protein. Dekomposisi pati dan pembentukan dekstrin pun terjadi pada saat pembakaran. Secara umum pembentukan warna coklat pada roti tawar setelah proses pemanggangan adonan merupakan reaksi pencoklatan non enzimatis yang disebabkan oleh reaksi maillard dan karamelisasi gula. Pada reaksi maillard terbentuk senyawa melanoidin yang berwarna coklat. Sedangkan reaksi karamelisasi gula yang juga berperan dalam pembentukan warna disebabkan oleh perubahan yang terjadi pada gula dengan adanya pengaruh pemanasan.

Rerata nilai kesukaan panelis terhadap warna roti tawar selama penyimpanan berkisar antara 5,23 – 6,4 (netral sampai agak menyukai) (Tabel 13).

Tabel 13. Rerata Nilai Kesukaan Panelis Terhadap Warna Roti Tawar

Perlakuan	Kelompok			Total	Rerata
	H0	H3	H6		
K0	6.4	6.27	5.23	17.9	5.97
K1	5.87	5.7	5.4	16.97	5.67
K2	6.3	6.1	6	18.4	6.13
K3	6	5.8	5.7	17.5	5.83
K4	5.9	5.77	5.5	17.17	5.72

Hasil uji statistik nonparametrik Friedman menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap warna roti tawar (Lampiran 24). Hal ini disebabkan karena sodium alginat yang digunakan berwarna putih kekuningan atau putih hingga gading sehingga roti tawar yang dihasilkan memiliki warna yang sama atau tidak berbeda dengan roti tawar kontrol. Hal ini sesuai dengan Winarno (1996) bahwa alginat yang memiliki mutu *food grade* yaitu warnanya sudah dilunturkan (*bleached*) sehingga berwarna terang atau putih. Disamping *grade* tersebut, ada lagi yang disebut *industrial grade* yang biasanya masih mengizinkan warna alginat dari coklat sampai putih.

4.11.3 Tekstur

Tekstur roti tawar dipengaruhi oleh faktor produksi dan retensi adonan selama proses fermentasi berlangsung. Faktor-faktor yang mempengaruhinya antara lain: kemampuan yeast dalam menghasilkan gas, kualitas dan kuantitas gluten serta ukuran partikel tepung sebagai penunjang terbentuknya adonan yang kuat dan elastis. Selain proses fermentasi, proses pembakaran juga menentukan pembentukan tekstur roti.

Menurut US Wheat Associates (1983), tekstur roti yang baik adalah yang halus dan cukup elastis, yang didukung tekstur remah yang halus merata atau seragam.

Rerata nilai kesukaan panelis terhadap tekstur roti tawar selama penyimpanan berkisar antara 4,03 – 6,83 (agak menyukai sampai menyukai) (Tabel 14).

Tabel 14. Rerata Nilai Kesukaan Panelis Terhadap Tekstur Roti Tawar

Perlakuan	Kelompok			Total	Rerata
	H0	H3	H6		
K0	5.9	6.03	4.03	15.96	5.32
K1	6.27	5.93	4.57	16.77	5.59
K2	6.83	6.77	5.47	19.07	6.36
K3	6.33	6.17	5.17	17.67	5.89
K4	6.47	6.37	4.87	17.71	5.90

Dengan semakin tingginya konsentrasi penambahan sodium alginat, tekstur roti tawar yang dihasilkan semakin disukai panelis. Hal ini disebabkan karena dengan penambahan sodium alginat, tekstur roti tawar yang dihasilkan terlihat lebih kompak, kenyal, lebih halus dan tidak cepat kering, selain itu struktur *crumbnya* tidak mudah hancur. Hal ini sesuai dengan Winarno (1996) bahwa alginat banyak digunakan pada produk roti-kue karena sifatnya yang bagus dalam mencengkram air (*water holding capacity*) sehingga produk tersebut tidak cepat kering pada udara dengan kelembapan yang rendah. Dengan penambahan alginat, tekstur yang halus juga dapat dipertahankan.

Hasil uji statistik nonparametrik Friedman menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tekstur roti tawar (Lampiran 25). Hal ini disebabkan penambahan sodium alginat pada roti tawar masih dalam konsentrasi yang kecil sehingga tidak terlihat perbedaan teksturnya.

4.11.4 Aroma

Aroma roti tawar yang segar dan khas terutama disebabkan oleh fermentasi yeast. Fermentasi antara ragi, air dan gula akan memberikan aroma khas pada roti. Lebih dari 60 macam senyawa volatile yang menyebabkan aroma khas roti, yang terdiri dari asam organik, alkohol dan ester-ester lain seperti senyawa karbonil (Charley,1982). Menurut Matz (1972), berbagai reaksi kimia terjadi secara fermentasi, namun yang terpenting adalah dalam hal produksi gas CO₂ dan alkohol. Gula-gula sederhana seperti glukosa dan fruktosa digunakan sebagai substrat penghasil CO₂ untuk mengembangkan adonan dan terbentuk pula alkohol yang berkontribusi dalam pembentukan aroma.

Rerata nilai kesukaan panelis terhadap aroma roti tawar selama penyimpanan berkisar antara 4,1 – 6,57 (agak tidak menyukai sampai menyukai) (Tabel 15).

Tabel 15. Rerata Nilai Kesukaan Panelis Terhadap Aroma Roti Tawar

Perlakuan	Kelompok			Total	Rerata
	H0	H3	H6		
K0	6.57	6.2	4.1	16.87	5.62
K1	5.9	5.8	4.23	15.93	5.31
K2	6.4	6.3	4.4	17.1	5.7
K3	6.5	6.43	4.43	17.36	5.79
K4	6.23	6.03	4.47	16.73	5.58

Tabel 15. menunjukkan bahwa panelis mulai agak tidak menyukai aroma roti tawar pada hari ke-6. Terjadinya perubahan aroma pada roti tawar disebabkan karena selama penyimpanan terjadi penguraian komponen-komponen zat gizi yang terdapat dalam roti tawar yang diakibatkan oleh aktifitas mikroorganisme sehingga mempengaruhi aroma roti tawar. Hasil uji statistik nonparametrik Friedman menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sodium alginat tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap aroma roti tawar (Lampiran 26). Hal ini disebabkan karena alginat yang digunakan tidak memiliki aroma sehingga tidak memberikan pengaruh terhadap aroma roti tawar yang dihasilkan.

4.12 Penentuan Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik ditentukan dengan menggunakan metode de Garmo *et al.*, (1984) yaitu dengan membandingkan seluruh variabel atau parameter yang digunakan karena setiap variabel memiliki kelemahan dan kelebihan tersendiri sehingga tidak bisa menentukan perlakuan terbaik dengan memilih salah satu variabel. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar serat kasar, kadar iodium, volume pengembangan, WHC, A_w , pH dan organoleptik meliputi rasa, warna, tekstur dan aroma. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode de Garmo, *et al.* (1984), perlakuan terbaik dalam penelitian ini adalah perlakuan penambahan konsentrasi sodium alginat pada roti tawar sebesar 1,5% dengan nilai rerata kadar air 33,113%, kadar abu 3,788%, kadar protein 9,543%, kadar lemak 24,28%, kadar serat kasar 2,681%, kadar iodium 19,246 mg/100g, volume pengembangan 1237 ml, nilai WHC 29,925%, nilai a_w 0,947 dan nilai pH 5,323 serta uji organoleptik yang meliputi rasa 5,61, warna 6,13, tekstur 5,79 dan aroma 5,7. Perhitungan perlakuan terbaik dapat dilihat pada Lampiran 39.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Perlakuan penambahan sodium alginat tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air, nilai WHC, nilai a_w , nilai pH serta organoleptik rasa, warna, tekstur dan aroma roti tawar, dan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar serat kasar, kadar iodium dan volume pengembangan roti tawar.
2. Dari hasil uji kualitas roti tawar diperoleh bahwa komposisi gizi roti tawar untuk semua perlakuan masih memenuhi SNI dan standar komposisi gizi roti tawar.
3. Dari hasil penelitian didapatkan perlakuan yang terbaik yaitu perlakuan penambahan sodium alginat pada roti tawar dengan konsentrasi sebesar 1,5% dengan nilai rerata kadar air 33,113%, kadar abu 3,788%, kadar protein 9,543%, kadar lemak 24,28%, kadar karbohidrat 51,128%, kadar serat kasar 2,681%, kadar iodium 19,246 mg/100g, volume pengembangan 1237 ml, nilai WHC 29,925%, nilai a_w 0,947 dan nilai pH 5,323 serta uji organoleptik yang meliputi rasa 5,61, warna 6,13, tekstur 5,79 dan aroma 5,7.

5.2 SARAN

Disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penambahan sodium alginat dalam pembuatan roti tawar terhadap aktivitas mikroorganisme selama penyimpanan. Disarankan pula untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pembuatan roti tawar yang ditambah dengan hasil ekstraksi rumput laut lainnya selain sodium alginat.

DAFTAR PUSTAKA

- Angka, S.L. dan M.T. Suhartono. 2000. Bioteknologi Hasil Laut. Cetakan Pertama. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anonymous. 1975. Prosedur Analisa Kimia Komposisi dan Kesegaran Ikan. Akademi Usaha Perikanan, Jakarta.
- _____. 1983. Pedoman Pembuatan Roti dan Kue. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- _____. 1993. Serat Makanan Kasar dan Kesehatan. Buletin Sadar Pangan dan Gizi. Vol II, No 2.
- _____. 2000. Roti Tawar. <http://www.asiamaya.com/nutrients/rotitawar.htm>.
- _____. 2001. Iodium. Artikel dan Tips. <http://www.tabloidnova.com/tips/692.htm>.
- _____. 2003a. Bread Making 2. Bogasari Baking Center. Pusat Pelatihan Bakery Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 30 hal.
- _____. 2003b. Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal 12.
- _____. 2003c. Pengetahuan Bahan dan Tahap Proses Pembuatan Roti. Bogasari Baking Center. Pusat Pelatihan Bakery Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 73 hal.
- _____. 2003d. Effect of Sodium Caseinate and K-Carrageenan on Binding and Textural Properties of Pork Muscle Gels Enhanced by Microbial Transglutaminase Addition. Food Researc International 36.
- _____. 2005. Minuman Sari Rumput Laut Alginat. <http://www.brkp.dkp.go.id/Pub.%20buku%205.htm>.
- Astawan. M. 2006. Talk about Bread. http://www.ayahbunda-online.com/info_ayahbunda/info_detail.asp?id=Nutrisi&info_id=430.
- Buckle, K.A., Edward, R.A., Fleet, G.H. dan Wooton, M. 1987. Ilmu Pangan. Alih Bahasa: Purnomo. UI Press. Jakarta.
- Budijanto, S. 1997. Rumput Laut: Bahan Pangan Berkhasiat Tinggi. Femmina No. 22/xxv, Tanggal 5-11 Juni 1997. Gaya Favorit Press. Jakarta.

- Chaplin, M. 2006. Alginate. <http://www.brkp.dkp.go.id/alginate/Pub.%20buku%205.htm>.
- Chapman, V.J. and D.J. Chapman, 1980. Seaweeds and Their Uses. Third Edition. Chapman and Hall. London.
- Charley, H. 1982. Food Science. Second Edition. John Wiley and Sons. New York. USA.
- Claudio, V.S and S.Y Leon.1977. Experimental Cookery. National Book Store. Manila.
- Dahliyah. 2003. Pengaruh Perbedaan Metode Pengolahan Rumput Laut Coklat *Sargassum sp* terhadap Sifat Fisiko Kimia Natrium Alginat yang Dihasilkan. Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak Diterbitkan.
- Darmawan, M., Tazwir dan H.E. Irianto. 2004. Fortifikasi Kue Keik Menggunakan Bubuk *Gracilaria spp.* dan *Sargassum filipendula* sebagai Sumber Asam Lemak Omega-3 dan Iodium. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, Vol.10 No.3 Tahun 2004. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Jakarta. Hal 85-86.
- De Garmo, E.P., W.G. Sullivan, and J.R. Canada. 1984. Engineering Economy. 7th Edition. New York.
- Dewan Standarisasi Nasional. 1995. Standar Nasional Indonesia Roti 01-3840-1995. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Djokomoeldjanto. 1993. Hypothyroidi di Daerah Defisiensi Iodium. Kumpulan Naskah Simposium GAKI. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang.
- Fardiaz, S. 1988. Hidrokoloid. Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- FCC. 1981. Food Chemicals Codex. National Academy Press. Washington, D.C.
- Gaman, P.M dan K.B. Sherrington. 1994. Ilmu Pangan. Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi. Penerjemah: Murdjati, G., S. Naruki, A. Murdiati, dan Sardjono. Edisi Kedua. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hadiantoro, S., Yahya, dan A.R. Faqih. 2000. Pengembangan Makanan Camilan Beryodium melalui Fortifikasi Rumput Laut (*Euचेuma cottonii*) pada Biskuit. Jurnal Ilmu-ilmu Teknik. Vol 12, No 1. Hal 63.
- Hudaya, S., Marsetio dan S. D. Savitri. 2002. Pengaruh Imbangan Tepung Terigu dan Tepung Ganyong terhadap beberapa Karakteristik Roti Tawar. Seminar Nasional PATPI. Malang. Hal B-77-79.

Lamadlauw, F. N., dan A.R. Arief. 2004. Pastry and Bakery Production. Graha Ilmu. Yogyakarta. 67 hal.

Matz, S.A. 1972. Food Texture. The AVI Publishing Company Inc. Connecticut.

_____. 1992. Bakery Technology and Engineering. Third Edition. Van Nostrand Reinhold. New York. 833 p.

McHugh, D.J. 1987. Production, Properties and Uses of Alginates in Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds. Edited by McHugh, 1987. FAO. Fisheries Technical Paper. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Rome.

Muchtadi, D. 2001. Sayuran sebagai Sumber Serat Pangan untuk Mencegah Timbulnya Penyakit Degeneratif. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol XII, No 1. Hal 62-67.

Mudjajanto, E.S. dan L.N. Yulianti. 2005. Membuat Aneka Roti. Cetakan III. Penebar Swadaya. 80 hal.

Nasir, M. 1988. Metode Penelitian. Ghalia Indonesia. Jakarta.

Nussinovitch, A. 1997. Hydrocolloid Applications, Gum Technology in The Food and Other Industries. Blackie Academic and Professional. London.

Purnomo, H. 1995. Aktivitas Air dan Peranannya dalam Pengawetan Makanan. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Raven, P.H., R.F. Evert, and S.E. Eichhorn. 1986. Biology Plants. Fourth Edition. Worth Publishers, Inc. New York.

Slamet, S. Mahmud, Muhilal, Fardiaz dan Simarmata. 1992. Pedoman Analisis Zat Gizi. Depkes RI. Direktorat Bina Gizi Masyarakat. Jakarta. Hal 50-53.

Soegiarto, A., W.S. Sulistijo, Atmadja, dan H. Mubarak. 1985. Rumput Laut (Algae). Manfaat, Potensi dan Usaha Budidayanya. Lembaga Oseanologi Nasional-LIPI. Jakarta. Hal 15.

Soekarto, S.T. 1985. Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Bharata Karya Aksara. Jakarta.

Soeparno. 1992. Ilmu dan Teknologi Daging. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1996. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Edisi Kedua, Cetakan Pertama. Liberty Yogyakarta. Yogyakarta. 172 hal.

- _____. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi Keempat, Cetakan Pertama. Liberty Yogyakarta. Yogyakarta.
- Supardi, I. dan Sukamto. 1999. *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*. Penerbit Alumni. Jakarta.
- Suryaningrum, D., Murdinah dan M. Arifin. 2002. Penggunaan Kappa-Karaginan sebagai Bahan Penstabil pada Pembuatan Fish Meat Loaf dari Ikan Tongkol. *Jurnal Penelitian Perikanan*. Edisi Pasca Panen. Vol.8. No.1. Jakarta.
- Tranggono. 1988. *Bahan Tambahan Pangan (Food Additive)*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Wikanta, T., R.R. Nasution, dan L. Rahayu. 2003. Pengaruh Pemberian Natrium Alginat terhadap Penurunan Kadar Kolesterol Total Darah dan Bobot Badan Tikus. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Vol 9, No 5. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta. Hal 23-28.
- Winarno, F.G. 1996. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Cetakan II. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. Hal 16-17, 47-57.
- _____. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F.G., Srikandi, S. dan Dedi, F. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia. Jakarta.
- Wirakartakusumah, M.A., A. Kamarudin, dan M.S. Atjeng. 1992. *Sifat Fisik Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yitnosumarto, S. 1993. *Percobaan, Perancangan, Analisis, dan Interpretasinya*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Yunizal. 1999. *Teknologi Ekstraksi Alginat dari Rumput Laut Coklat (*Phaeophyceae*)*. Instalasi Pertanian Perikanan Laut Sliipi. Balai Penelitian Perikanan Laut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.
- Yuwono, S. dan T. Susanto. 1998. *Pengujian Fisik Pangan*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.

Lampiran 1. Penilaian Perlakuan Terbaik Parameter Organoleptik pada Penelitian Pendahuluan

Parameter	BV	BN	(K1) 0.5%		(K2) 1%		(K3) 1.5%		(K4) 2%		(K5) 2.5%	
			NE	NP	NE	NP	NE	NP	NE	NP	NE	NP
Rasa	1	0.351	0.307	0.10776	0.392	0.13759	1	0.351	0.608	0.21341	0	0
Warna	0.547	0.193	0	0	0.64	0.12352	1	0.193	0.456	0.08801	0.408	0.07874
Tekstur	0.887	0.312	0	0	0.787	0.24554	1	0.312	0.315	0.09828	0.63	0.19656
Aroma	0.415	0.147	0	0	0.088	0.01294	0.75	0.11025	1	0.147	0.5	0.0735
Total	2.849	1		0.10776		0.51959		0.96625*		0.5467		0.3488

Keterangan: tanda * menunjukkan perlakuan terbaik

Lampiran 2. Analisa Kadar Air Cara Pemanasan (Anonymous, 1975)

Prosedur pengujian kadar air dengan cara pemanasan adalah sebagai berikut:

- Botol timbang dan tutupnya dipanaskan dalam oven dengan suhu 102 - 105°C selama 10 - 12 jam.
- Botol timbang dikeluarkan dari oven, kemudian sampel didinginkan dalam desikator selama 30 menit.
- Hitung berat botol timbang kosong.
- Ke dalam botol timbang masukkan sampel yang telah dihancurkan sebanyak 1 - 4 g selanjutnya dikeringkan dalam oven bersuhu 102 - 105°C.
- Pengeringan dalam oven dilakukan sampai tercapai berat konstan (apabila selisih angka penimbangan paling tinggi sampai selisih angka 8 pada desimal keempat).
- Perhitungan kadar air dinyatakan dengan rumus:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

Lampiran 3. Analisa Kadar Abu (Anonymous, 1975)

Prosedur pengujian kadar abu adalah sebagai berikut:

- Kurs porselen dibersihkan dan dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C selama semalam.
- Kurs porselen dikeluarkan dari oven, kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 - 30 menit selanjutnya ditimbang.
- Sampel kering dan halus yang telah ditimbang sebanyak 1 - 2 g dimasukkan ke dalam kurs porselen, kemudian selanjutnya dipijarkan dalam tungku pengabuan dengan suhu 650°C hingga warna abu menjadi keputih-putihan.
- Kurs porselen dikeluarkan dari tungku pengabuan, kemudian didinginkan dalam desikator dan selanjutnya ditimbang.
- Perhitungan kadar abu dinyatakan dengan rumus:

$$\text{Kadar Abu} = \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat Kurs Porselen}}{\text{Berat Awal Sampel}} \times 100\%$$

Lampiran 4. Analisa Kadar Protein, Cara Semi Makro-Kjeldahl (AOAC, 1970 dalam Sudarmadji *et al.*, 1997)

Prosedur pengujian kadar protein adalah sebagai berikut:

- Timbang 1 gram bahan yang telah dihaluskan dan masukkan ke dalam labu Kjeldahl. Tambahkan 7,5 gram $K_2S_2O_4$ dan 0,35 gram HgO dan 15 ml H_2SO_4 pekat.
- Panaskan labu Kjeldahl dalam lemari asam. Teruskan pemanasan sampai cairan menjadi jernih. Matikan api pemanas dan biarkan bahan menjadi dingin.
- Tambahkan 100 ml aquades dalam labu Kjeldahl yang didinginkan dalam air es dan beberapa lempeng Zn, juga tambahkan 15 ml larutan K_2S 4% (dalam air) dan larutan NaOH 50% sebanyak 50 ml yang sudah didinginkan.
- Pasanglah labu kjeldahl pada alat destilasi, lalu panaskan. Destilat ditampung dalam Erlenmeyer yang telah diisi dengan 50 ml larutan standar HCl (0,1 N) dan 5 tetes indikator metil merah. Lakukan destilasi sampai destilat yang tertampung sebanyak 75 ml.
- Titrasi destilat dengan standar NaOH (0,1N) sampai warna kuning.
- Buatlah juga larutan blanko dengan mengganti bahan dengan aquades, lakukan destruksi, destilasi dan titrasi seperti pada bahan contoh.
- Perhitungan % N:

$$\%N = \left(\frac{ml \text{ NaOH blanko} - ml \text{ NaOH contoh}}{g \text{ contoh} \times 100} \right) \times 100 \times 14.008$$

$$\% \text{ protein} = \% N \times \text{faktor}$$

- Untuk tiap contoh buatlah ulangan.

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{\% N1 - \% N2}{\text{rata} - \text{rata} \% N} \times 100$$

**Lampiran 5. Analisa Kadar Lemak Metode Ekstraksi Soxhlet (Woodman, 1941
dalam Sudarmadji et al., 1997)**

Prosedur pengujian kadar lemak adalah sebagai berikut:

- Timbang dengan teliti 2 g bahan yang telah dihaluskan dan masukkan ke dalam tabung ekstraksi Soxhlet dalam Thimble.
- Alirkan air pendingin melalui kondensor.
- Pasang tabung ekstraksi pada distilasi Soxhlet dengan pelarut petroleum ether secukupnya selama 4 jam. Setelah residu dalam tabung ekstraksi diaduk, ekstraksi dilanjutkan lagi selama 2 jam dengan pelarut yang sama.
- Petroleum ether yang telah mengandung ekstrak lemak dan minyak dipindahkan ke dalam botol timbang yang bersih dan diketahui beratnya kemudian diuapkan dengan penangas air sampai agak pekat. Teruskan pengeringan dalam oven 100°C sampai berat konstan.
- Berat residu dalam botol timbang dinyatakan sebagai berat lemak dan minyak.

Lampiran 6. Analisa Kadar Serat Kasar (Sudarmadji *et al.*, 1997)

Prosedur pengujian kadar serat kasar adalah sebagai berikut:

- Timbang bahan yang sudah dihaluskan sebanyak 2 g kemudian diekstraksi lemaknya dengan Soxhlet. Kalau bahan mengandung sedikit lemak, gunakan 10 g bahan, tidak perlu diekstraksi lemaknya. Pindahkan bahan ke dalam Erlenmeyer 600 ml. Tambahkan 3 tetes zat anti buih (antifoam agent).
- Tambahkan 200 ml larutan H_2SO_4 mendidih ($1,25 \text{ g } H_2SO_4 \text{ pekat}/100 \text{ ml} = 0,255 \text{ N } H_2SO_4$) dan tutuplah dengan pendingin balik, didihkan selama 30 menit dengan kadangkala digoyang-goyangkan.
- Saring suspensi melalui kertas saring dan residu yang tertinggal dalam Erlenmeyer dicuci dengan aquades mendidih. Cucilah residu dalam kertas saring sampai air cucian tidak bersifat asam lagi (uji dengan kertas lakmus).
- Pindahkan secara kuantitatif residu kertas saring ke dalam Erlenmeyer kembali dengan spatula, dan sisanya dicuci dengan larutan NaOH mendidih ($1,25 \text{ g NaOH}/100 \text{ ml} = 0,313 \text{ N NaOH}$) sebanyak 200 ml sampai semua residu masuk ke dalam Erlenmeyer. Didihkan dengan pendingin balik sambil kadangkala digoyang-goyangkan selama 30 menit.
- Saringlah melalui kertas saring yang diketahui beratnya, sambil dicuci dengan larutan K_2SO_4 10%. Cuci lagi residu dengan aquades mendidih, dan dengan kurang lebih 15 ml alkohol 95%.
- Keringkan kertas saring dengan isinya pada suhu 110°C sampai berat konstan (1-2 jam), dinginkan dalam desikator dan timbang.

$$\text{Berat Residu} = \text{Berat Serat Kasar}$$

Lampiran 7. Analisa Kadar Iodium Metode Spektrofotometri (Slamet *et al.*, 1992)

Prosedur pengujian kadar iodium adalah sebagai berikut:

- Timbang sekitar 5 g sampel (mengandung 0,04 - 0,08 µg iodium) ke dalam tabung pyrex 22 x 200 mm (15 x 125 mm). Tambahkan pembantu pengabuan, larutan campuran natrium karbonat dan kalium perklorat (Na_2CO_3 - KClO_4) 0,5 ml.
- Keringkan campuran dalam oven pada suhu 105-110°C selama kurang lebih 2 jam.
- Pindahkan tabung ke dalam tanur. Suhu dinaikkan perlahan-lahan dan sampel diabukan pada suhu 500°C selama 4 - 6 jam. Tabung didinginkan, kemudian abu diekstrak dengan menambahkan 10 ml larutan asam arsenat dan diamkan selama kurang lebih 15 menit. Campuran disentrifus pada 2000 rpm selama 20 menit.
- Dipipet 5 ml supernatan ke dalam tabung reaksi atau kuvet dan rendam dalam penangas air bersuhu 37°C. Tambahkan dengan pipet 1,0 ml larutan ceri ammonium sulfat ke dalam tabung.
- Tepat setelah 20 menit, reduksi ceri kepada cero diukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 420 nm.
- Perhitungan:

$$\text{Iodium } (\mu\text{g}/100 \text{ g}) = \frac{C \times V \times 100}{B}$$

Keterangan:

C : konsentrasi larutan sampel yang terbaca dari kurva standar dalam µg I/ml

V : volume ekstrak sampel dalam ml (10 ml)

B : berat sampel dalam (g)

Lampiran 8. Penentuan WHC (*Water Holding Capacity*) (Yuwono dan Susanto, 1998, dan Anonymous, 2003_d)

Prosedur penentuan WHC adalah sebagai berikut:

- Sampel ditimbang sebanyak 0,3 gram kemudian diletakkan di tengah-tengah plat kaca.
- Kertas saring whattman 42 diletakkan pada bagian atas sampel, kemudian ditutup dengan plat kaca.
- Beban besi seberat 3,5 kg diletakkan di atas plat kaca selama 5 menit.
- Beban besi diangkat secara hati-hati, sehingga tidak mengubah letak sampel.
- Menentukan persentase air bebas dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Air bebas} = \frac{\text{berat awal sampel} - \text{berat akhir sampel}}{\text{berat awal sampel}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Air terikat} = \text{WHC} = \% \text{ Air total} - \% \text{ Air bebas}$$

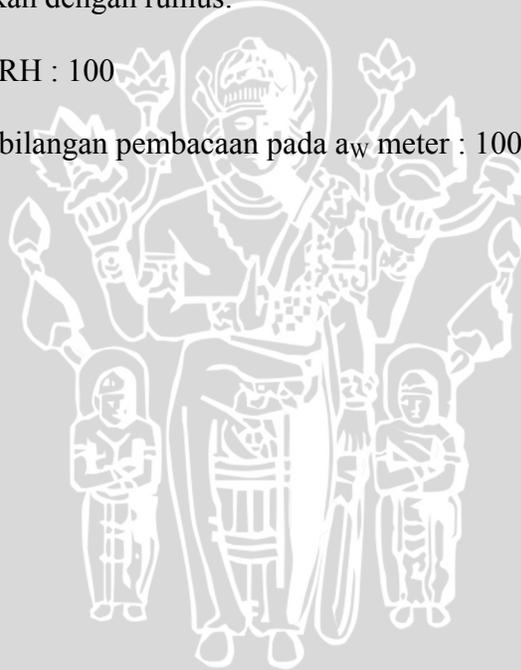
Lampiran 9. Analisa Kadar Aktivitas Air (a_w) (Yuwono dan Susanto, 1998)

Prosedur pengujian a_w adalah sebagai berikut:

- 1-2 g sampel dimasukkan ke dalam wadah pada a_w meter (Rotronic Higoskop DT) dan ditutup.
- Alat dinyalakan sehingga a_w meter bekerja dengan menunjukkan bilangan pada digital pembacaan. Pembacaan nilai a_w dari bahan yang masih berubah dan dibiarkan sampai pembacaan konstan dimana sudah tidak terjadi lagi peningkatan atau penurunan angka pengukuran secara drastis.
- Perhitungan dinyatakan dengan rumus:

$$a_w = RH : 100$$

$$= \text{bilangan pembacaan pada } a_w \text{ meter} : 100$$



Lampiran 10. Penentuan pH (Soeparno, 1992)

Prosedur penentuan pH roti tawar adalah sebagai berikut:

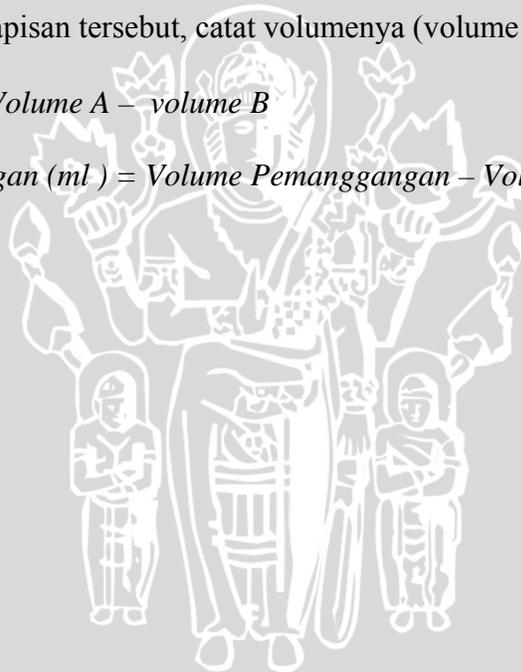
- Sampel yang sudah dihaluskan ditimbang sebanyak 5 gram.
- Sampel ditambahkan air destilasi sebanyak 45 ml dan dihomogenkan. Sampel siap diukur dengan pH-meter.
- Untuk preparasi alat: test pH mode scoot diatur pada posisi pH, suhu disesuaikan dengan kondisi suhu sampel. Kemudian dikalibrasi dengan menggunakan buffer pH 4 dan pH 7, baru digunakan untuk pengukuran pH sampel.
- Batang pH-meter dicelupkan ke dalam sampel dan biarkan selama beberapa menit atau sampai konstan. Angka yang terbaca pada layar pH-meter menunjukkan pH sampel.



Lampiran 11. Penentuan Volume Pengembangan (Wirakartakusumah *et al.*, 1992 dan Claudio and Leon, 1977)

Prosedur penentuan volume pengembangan roti tawar adalah sebagai berikut:

- Adonan roti dimasukkan ke dalam wadah yang sudah diketahui volumenya.
- Pengukuran volume setelah pemanggangan dilakukan dengan cara:
 - Beaker glass diisi gula pasir mencapai volume 1000 ml.
 - Roti diletakkan di atasnya kemudian ditambahkan gula pasir sampai permukaannya rata (volume A).
 - Ambil roti dari lapisan tersebut, catat volumenya (volume B).
 - $Volume\ hasil = Volume\ A - volume\ B$
- $Volume\ Pengembangan\ (ml) = Volume\ Pemanggangan - Volume\ Adonan$



Lampiran 12. Score Sheet Uji Organoleptik

UJI ORGANOLEPTIK

Tanggal :
 Panelis :
 Nama Produk : *Roti Tawar*

Saudara diminta untuk memberi penilaian terhadap rasa, warna, tekstur, dan aroma. Penilaian disesuaikan dengan tingkat kesukaan anda terhadap produk roti tawar. Hasil penilaian saudara dinyatakan dalam bentuk tanda (√ atau x).

Parameter	Kategori Penilaian	Kode Produk			
Rasa					
Warna					
Tekstur					
Aroma					

Saran :

Lampiran 13. Metode Penentuan Perlakuan Terbaik (de Garmo *et al.*, 1984)

Perlakuan terbaik ditentukan dengan menggunakan metode indeks efektifitas de Garmo. Prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Mengurutkan parameter-parameter sesuai dengan prioritas dan kontribusinya terhadap hasil.
2. Menentukan bobot pada setiap parameter sesuai dengan kontribusinya antara 0 - 1.
3. Menentukan bobot normal dari masing-masing parameter, yaitu bobot setiap parameter dibagi total bobot.
4. Menghitung nilai efektifitas dengan rumus:

$$\text{Nilai Efektifitas} = \frac{\text{Nilai Perlakuan} - \text{Nilai Terjelek}}{\text{Nilai Terbaik} - \text{Nilai Terjelek}}$$

5. Menghitung nilai hasil yaitu bobot normal dikalikan nilai efektifitas.
6. Menjumlahkan nilai hasil dari parameter untuk setiap perlakuan.
7. Perlakuan terbaik dipilih dari jumlah nilai hasil yang tertinggi.

Lampiran 14. Analisis Data Kadar Air (%)

Perlakuan	Kelompok									Total	Rerata
	H0			H3			H6				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
K0	30.281	30.661	30.652	31.934	32.508	32.315	35.579	35.453	35.387	294.77	32.752
K1	31.546	31.448	31.499	32.284	32.304	32.482	35.546	35.391	35.497	297.997	33.111
K2	31.74	31.647	31.665	32.657	32.716	32.581	34.768	35.361	34.879	298.014	33.113
K3	31.762	31.811	31.674	32.891	32.762	32.991	34.991	34.851	35.113	298.846	33.205
K4	31.945	31.915	31.928	32.796	32.663	32.735	35.469	35.571	34.602	299.624	33.292

Analisis Ragam

FK = 49285.97
 JK Total = 118.0351
 JK Kelompok = 111.8571
 JK Perlakuan = 1.519333
 JK Galat = 4.658731

Tabel Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					F 5%	F 1%
Kelompok	8	111.857	13.98213	96.0352**	2.25	3.12
Perlakuan	4	1.519	0.37975	2.608285 ^{ns}	2.67	3.97
Galat	32	4.659	0.145594			
Total	44					

Keterangan: ns= tidak berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

Lampiran 15. Analisa Data Kadar Abu (%)

Perlakuan	Kelompok									Total	Rerata
	H0			H3			H6				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
K0	2.029	2.015	2.02	1.748	1.788	1.756	1.246	1.539	1.289	15.43	1.714
K1	4.746	4.852	4.758	3.625	3.687	3.653	1.954	1.910	1.937	31.122	3.458
K2	5.089	5.108	5.085	3.771	3.780	3.762	2.506	2.499	2.493	34.093	3.788
K3	5.249	5.208	5.215	4.144	4.061	4.133	2.607	2.502	2.701	35.82	3.98
K4	5.384	5.411	5.392	4.591	4.576	4.583	2.831	2.749	2.779	38.296	4.255

Analisis Ragam

FK = 532.2437
 JK Total = 80.80773
 JK Kelompok = 39.00744
 JK Perlakuan = 36.49545
 JK Galat = 5.304842

Tabel Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					F 5%	F 1%
Kelompok	8	39.007	4.875875	29.4115**	2.25	3.12
Perlakuan	4	36.496	9.124	55.03638**	2.67	3.97
Galat	32	5.305	0.165781			
Total	44					

Keterangan: **= berbeda sangat nyata

Hasil Uji BNT

SED = 0.332447
 BNT 5 % = 0.708112
 BNT 1% = 0.980718

Perlakuan	Rerata	1.714	3.458	3.788	3.979	4.255	Notasi BNT 1%
K0	1.714	0	0	0	0	0	a
K1	3.458	1.744*	0	0	0	0	b
K2	3.788	2.074*	0.33	0	0	0	b
K3	3.979	2.265*	0.521	0.191	0	0	b
K4	4.255	2.541*	0.797	0.467	0.276	0	b

Lampiran 16. Analisa Data Kadar Protein (%)

Perlakuan	Kelompok									Total	Rerata
	H0			H3			H6				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
K0	9.763	9.761	9.766	9.651	9.649	9.654	9.398	9.393	9.389	86.424	9.603
K1	9.723	9.727	9.731	9.646	9.643	9.639	9.406	9.395	9.399	86.309	9.590
K2	9.708	9.711	9.715	9.558	9.548	9.552	9.363	9.368	9.366	85.889	9.543
K3	9.691	9.689	9.695	9.513	9.511	9.518	9.276	9.271	9.279	85.443	9.494
K4	9.678	9.682	9.675	9.505	9.502	9.498	9.206	9.211	9.202	85.159	9.462

Analisis Ragam

FK = 4094.072
 JK Total = 80.80773
 JK Kelompok = 1.144976
 JK Perlakuan = 0.13163
 JK Galat = 0.027107

Tabel Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					F 5%	F 1%
Kelompok	8	1.145	0.143125	169.6296**	2.25	3.12
Perlakuan	4	0.132	0.033	39.11111**	2.67	3.97
Galat	32	0.027	0.000844			
Total	44					

Keterangan: **= berbeda sangat nyata

Hasil Uji BNT

SED = 0.023721
 BNT 5 % = 0.050525
 BNT 1% = 0.069976

Perlakuan	Rerata	9.462	9.494	9.543	9.59	9.602	Notasi BNT 1%
K4	9.462	0	0	0	0	0	a
K3	9.494	0.032	0	0	0	0	a
K2	9.543	0.081*	0.049	0	0	0	ab
K1	9.59	0.128*	0.096*	0.047	0	0	b
K0	9.602	0.14*	0.108*	0.059	0.012	0	b

Lampiran 17. Analisa Data Kadar Lemak (%)

Perlakuan	Kelompok									Total	Rerata
	H0			H3			H6				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
K0	3.357	3.304	3.323	2.912	2.951	2.934	2.366	2.304	2.326	25.777	2.864
K1	3.267	3.255	3.281	2.808	2.861	2.824	1.967	1.953	1.982	24.198	2.689
K2	3.007	2.995	3.012	2.529	2.54	2.576	1.678	1.782	1.73	21.849	2.428
K3	2.741	2.732	2.745	2.701	2.716	2.707	1.594	1.629	1.586	21.151	2.350
K4	2.73	2.727	2.723	2.684	2.679	2.674	1.536	1.557	1.529	20.839	2.316

Analisis Ragam

FK = 287.8584
 JK Total = 13.903
 JK Kelompok = 11.41978
 JK Perlakuan = 2.031015
 JK Galat = 0.452208

Tabel Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					F 5%	F 1%
Kelompok	8	11.42	1.4275	101.0619**	2.25	3.12
Perlakuan	4	2.031	0.50775	35.9469**	2.67	3.97
Galat	32	0.452	0.014125			
Total	44					

Keterangan: **= berbeda sangat nyata

Hasil Uji BNT

SED = 0.09704
 BNT 5 % = 0.206694
 BNT 1% = 0.286267

Perlakuan	Rerata	2.316	2.35	2.428	2.689	2.864	Notasi BNT 1%
K4	2.316	0	0	0	0	0	a
K3	2.35	0.034	0	0	0	0	a
K2	2.428	0.112	0.078	0	0	0	a
K1	2.689	0.373*	0.339*	0.261	0	0	b
K0	2.864	0.548*	0.514*	0.436*	0.175	0	c

Lampiran 18. Analisa Data Kadar Serat Kasar (%)

Perlakuan	Kelompok									Total	Rerata
	H0			H3			H6				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
K0	2.801	2.809	2.816	2.179	2.167	2.191	1.293	1.285	1.301	18.842	2.094
K1	3.212	3.223	3.229	2.308	2.297	2.319	1.325	1.349	1.307	20.569	2.285
K2	3.634	3.643	3.652	3.019	2.897	3.168	1.370	1.381	1.365	24.129	2.681
K3	3.656	3.715	3.723	2.708	2.699	2.717	1.489	1.562	1.416	23.685	2.632
K4	4.889	4.895	4.883	2.955	3.206	3.028	1.576	1.656	1.495	28.583	3.176

Analisis Ragam

FK = 298.0332
 JK Total = 47.33114
 JK Kelompok = 37.83216
 JK Perlakuan = 6.220212
 JK Galat = 3.278766

Tabel Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					F 5%	F 1%
Kelompok	8	37.832	4.729	46.15066**	2.25	3.12
Perlakuan	4	6.22	1.555	15.17536**	2.67	3.97
Galat	32	3.279	0.102469			
Total	44					

Keterangan: **= berbeda sangat nyata

Hasil Uji BNT

Perlakuan:

SED = 0.261367
 BNT 5 % = 0.556711
 BNT 1% = 0.771031

Perlakuan	Rerata	2.094	2.285	2.632	2.681	3.176	Notasi BNT 1%
K0	2.094	0	0	0	0	0	a
K1	2.285	0.191	0	0	0	0	a
K3	2.632	0.538	0.347	0	0	0	a
K2	2.681	0.587	0.396	0.049	0	0	a
K4	3.176	1.082*	0.891*	0.544	0.495	0	b

Lampiran 19. Analisa Data Kadar Iodium (mg/100g)

Perlakuan	Kelompok									Total	Rerata
	H0			H3			H6				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
K0	6.687	6.91	6.81	5.427	5.564	5.254	4.247	5.046	4.174	50.119	5.569
K1	17.81	17.104	17.52	16.482	15.825	16.031	14.852	14.089	14.498	144.211	16.024
K2	20.791	20.816	20.523	19.438	19.327	18.975	18.2585	17.6737	17.465	173.267	19.252
K3	23.775	24.523	23.665	22.967	22.154	22.538	20.826	21.875	21.358	203.681	22.632
K4	24.53	24.496	24.236	23.012	22.973	22.616	21.981	20.83	21.237	205.911	22.879

Analisis Ragam

FK = 13422.72
 JK Total = 1886.35
 JK Kelompok = 58.96555
 JK Perlakuan = 1823.431
 JK Galat = 3.953789

Tabel Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					F 5%	F 1%
Kelompok	8	58.966	7.37075	59.652**	2.25	3.12
Perlakuan	4	1823.431	455.8578	3689.289**	2.67	3.97
Galat	32	3.954	0.123563			
Total	44					

Keterangan: **= berbeda sangat nyata

Hasil Uji BNT

SED = 0.28701
 BNT 5 % = 0.611332
 BNT 1% = 0.846681

Perlakuan	Rerata	5.569	16.024	19.246	22.631	22.879	Notasi BNT 1%
K0	5.569	0	0	0	0	0	a
K1	16.024	10.455*	0	0	0	0	b
K2	19.246	13.677*	3.222*	0	0	0	c
K3	22.631	17.062*	6.607*	3.385*	0	0	d
K4	22.879	17.31*	6.855*	3.633*	0.248	0	d

Lampiran 20. Analisa Data WHC (%)

Perlakuan	Kelompok									Total	Rerata
	H0			H3			H6				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
K0	27.739	27.883	28.229	28.088	29.316	27.754	33.538	30.190	30.591	263.328	29.259
K1	27.492	28.549	28.288	30.342	29.025	28.829	33.585	30.740	31.040	267.89	29.766
K2	28.479	27.384	28.880	27.895	30.611	29.994	29.950	32.922	33.207	269.322	29.926
K3	26.608	29.458	28.706	30.510	30.230	28.072	32.610	30.503	33.377	270.074	30.008
K4	27.778	29.210	28.514	30.327	27.578	31.728	31.960	30.809	34.005	271.909	30.212

Analisis Ragam

FK = 40052.62
 JK Total = 169.0846
 JK Kelompok = 117.945
 JK Perlakuan = 4.655113
 JK Galat = 46.48445

Tabel Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					F 5%	F 1%
Kelompok	8	117.945	14.74313	10.14908**	2.25	3.12
Perlakuan	4	4.655	1.16375	0.801119 ^{ns}	2.67	3.97
Galat	32	46.485	1.452656			
Total	44					

Keterangan: ns= tidak berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

Lampiran 21. Analisa Data Aw

Perlakuan	Kelompok									Total	Rerata
	H0			H3			H6				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
K0	0.915	0.920	0.925	0.970	0.965	0.965	0.980	0.980	0.980	8.6	0.956
K1	0.930	0.940	0.935	0.950	0.950	0.945	0.970	0.970	0.970	8.56	0.951
K2	0.930	0.930	0.930	0.955	0.950	0.955	0.965	0.965	0.965	8.545	0.949
K3	0.930	0.935	0.930	0.955	0.945	0.955	0.960	0.965	0.965	8.54	0.949
K4	0.940	0.930	0.935	0.945	0.955	0.955	0.965	0.960	0.965	8.55	0.95

Analisis Ragam

FK = 40.69805
 JK Total = 0.01313
 JK Kelompok = 0.01111
 JK Perlakuan = 0.000258
 JK Galat = 0.001762

Tabel Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					F 5%	F 1%
Kelompok	8	0.01111	0.001389	25.22134**	2.25	3.12
Perlakuan	4	0.000258	0.0000645	1.171396 ^{ns}	2.67	3.97
Galat	32	0.001762	0.0000551			
Total	44					

Keterangan: ns= tidak berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

Lampiran 22. Analisa Data Nilai pH

Perlakuan	Kelompok									Total	Rerata
	H0			H3			H6				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
K0	5.2	5.2	5.2	5.35	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	47.85	5.317
K1	5.3	5.3	5.3	5.3	5.35	5.4	5.3	5.35	5.4	48	5.333
K2	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.35	5.35	5.4	5.3	47.9	5.322
K3	5.3	5.3	5.3	5.35	5.4	5.3	5.35	5.4	5.35	48.05	5.339
K4	5.3	5.3	5.35	5.3	5.4	5.35	5.4	5.35	5.35	48.1	5.344

Analisis Ragam

FK = 1278.934
 JK Total = 0.126444
 JK Kelompok = 0.061444
 JK Perlakuan = 0.004778
 JK Galat = 0.060222

Tabel Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					F 5%	F 1%
Kelompok	8	0.061	0.007625	4.066667**	2.25	3.12
Perlakuan	4	0.005	0.00125	0.666667 ^{ns}	2.67	3.97
Galat	32	0.06	0.001875			
Total	44					

Keterangan: ns= tidak berbeda nyata
 **= berbeda sangat nyata

Lampiran 23. Volume Pengembangan (diukur pada hari ke-0 saja)

Perlakuan	Sampel			Total	Rerata
	1	2	3		
K0	1050	1025	1036	3111	1037
K1	1147	1153	1141	3441	1147
K2	1233	1237	1241	3711	1237
K3	1183	1191	1187	3561	1187
K4	955	979	973	2907	969

Analisa Ragam

FK = 18661757
 JK Total = 146235.6
 JK Perlakuan = 145473.6
 JK Galat = 762

Tabel Analisa Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					F 5%	F 1%
Perlakuan	4	145473.6	36368.4	477.2756**	3.84	7.01
Galat	10	762	76.2			
Total	14					

Keterangan: **= berbeda sangat nyata

Hasil Uji BNT

SED = 7.127412
 BNT 5 % = 15.89413
 BNT 1% = 22.5939

Perlakuan	Rerata	969	1037	1147	1187	1237	Notasi BNT1%
K4	969	0					a
K0	1037	68*	0				b
K1	1147	178*	110*	0			c
K3	1187	218*	150*	40*	0		d
K2	1237	268*	200*	90*	50*	0	e

Lampiran 24. Data Organoleptik Rasa

Panelis	H0					H3					H6				
	K0	K1	K2	K3	K4	K0	K1	K2	K3	K4	K0	K1	K2	K3	K4
1	6	6	5	7	8	5	5	5	4	4	2	4	5	3	3
2	8	5	5	6	5	4	3	5	4	7	3	4	4	4	4
3	6	6	6	3	5	6	6	7	5	5	2	3	4	3	3
4	7	7	8	5	6	7	8	4	5	5	1	3	4	4	4
5	7	4	6	3	4	6	7	7	5	3	3	2	4	5	5
6	5	7	5	8	4	4	5	8	5	3	4	3	4	4	4
7	5	7	5	8	5	6	6	6	7	5	3	3	5	4	4
8	6	6	7	5	4	7	4	7	6	5	4	4	4	3	3
9	6	6	7	5	3	7	5	6	6	3	3	2	4	3	4
10	7	6	7	7	4	4	3	7	7	6	4	4	4	4	3
11	8	6	7	6	7	7	7	7	6	6	2	4	4	5	3
12	8	7	8	8	5	8	7	7	7	5	4	5	4	4	3
13	4	6	7	5	4	3	6	7	5	5	3	4	5	4	4
14	5	5	6	9	7	3	5	6	7	7	2	1	4	3	3
15	6	3	5	7	5	7	5	6	6	5	5	5	5	4	4
16	6	6	7	8	5	6	5	6	3	6	4	4	4	4	4
17	5	5	4	4	7	6	6	5	7	7	3	4	4	4	3
18	4	7	4	5	6	3	6	4	5	6	2	4	5	4	5
19	5	5	7	6	4	5	5	6	6	4	1	3	2	2	3
20	4	3	7	7	6	7	6	7	6	4	2	4	3	3	3
21	7	9	8	6	6	7	6	7	6	7	5	4	5	4	4
22	7	8	6	5	6	7	7	7	6	5	2	3	4	3	1
23	6	7	7	6	4	3	6	6	5	4	3	4	4	4	4
24	4	5	8	5	3	7	7	7	5	5	1	3	4	3	4
25	8	7	7	7	5	7	4	3	3	4	4	5	5	4	3
26	5	6	9	5	6	5	7	5	6	4	2	4	4	4	3
27	7	7	7	3	3	5	7	5	7	5	3	5	5	4	4
28	8	6	6	6	5	6	6	7	5	4	4	3	5	4	4
29	9	4	8	6	4	6	6	7	5	3	3	2	4	3	4
30	7	8	6	6	4	7	7	7	3	3	3	4	4	3	2
Total	186	180	195	177	150	171	173	184	163	145	87	107	126	110	105
Rerata	6.2	6	6.5	5.9	5	5.7	5.77	6.13	5.43	4.83	2.9	3.57	4.2	3.67	3.5

Friedman test for Rasa by Perlakuan blocked by Penyimpanan:

$S = 8.80$ $DF = 4$ $P = 0.066$

Perlakuan	N	Est Median	Sum of Ranks
0	3	1807.2	7.0
1	3	2533.1	10.0
2	3	2980.4	15.0
3	3	2311.3	9.0
4	3	1679.0	4.0
Grand median		= 2262.2	

Lampiran 25. Data Organoleptik Warna

Panelis	H0					H3					H6				
	K0	K1	K2	K3	K4	K0	K1	K2	K3	K4	K0	K1	K2	K3	K4
1	6	8	7	4	5	4	5	7	8	7	6	7	7	6	5
2	9	7	8	6	5	5	5	5	9	7	7	6	6	6	4
3	7	4	5	8	6	6	6	7	4	4	5	5	7	6	4
4	8	7	6	5	4	8	6	5	6	5	5	5	6	7	5
5	6	6	5	4	7	5	7	5	4	5	7	6	6	5	5
6	5	6	8	7	7	6	4	4	7	8	4	6	4	5	7
7	5	4	6	8	9	5	8	7	8	8	4	5	7	7	6
8	4	6	4	5	7	8	7	6	6	4	3	4	6	4	6
9	4	5	7	5	6	7	4	6	5	6	6	6	5	4	7
10	7	4	8	9	5	6	4	4	7	5	5	6	7	7	7
11	5	5	5	9	7	9	7	6	6	4	5	4	6	7	7
12	8	6	7	4	4	9	7	8	6	4	6	6	7	6	5
13	8	6	5	6	5	8	6	5	4	5	7	4	5	7	6
14	5	7	5	4	5	5	5	6	7	8	5	7	6	5	4
15	5	5	7	5	4	7	7	6	6	6	7	4	7	7	5
16	4	5	6	8	7	8	6	5	5	5	5	5	5	6	7
17	6	7	5	4	7	5	7	6	5	8	4	6	5	7	5
18	5	6	7	4	8	7	6	9	5	5	7	4	6	5	7
19	5	4	7	8	9	8	7	6	4	4	6	4	4	6	5
20	5	7	6	7	8	6	6	5	4	7	4	7	6	6	4
21	7	8	9	6	5	5	6	8	4	7	4	6	7	4	5
22	8	7	6	6	4	5	4	6	8	9	3	6	7	5	6
23	9	7	8	6	4	4	6	4	5	5	6	6	5	7	6
24	5	5	6	7	8	4	4	7	5	6	5	7	5	4	5
25	8	7	6	6	6	6	6	7	4	5	6	5	7	5	4
26	8	6	5	5	5	7	6	8	6	5	4	3	6	6	7
27	7	4	6	7	6	7	4	5	8	6	6	5	5	4	4
28	6	4	4	7	5	6	6	5	8	6	5	6	7	5	5
29	9	7	8	6	4	7	4	8	5	5	6	6	7	5	7
30	8	6	7	4	5	5	5	7	5	4	4	5	6	7	5
Total	192	176	189	180	177	188	171	183	174	173	157	162	180	171	165
Rerata	6.4	5.87	6.3	6	5.9	6.27	5.7	6.1	5.8	5.77	5.23	5.4	6	5.7	5.5

Friedman test for Warna by Perlakuan blocked by Penyimpanan:

$S = 6.13$ $DF = 4$ $P = 0.189$

Perlakuan	N	Est Median	Sum of Ranks
0	3	2515.5	11.0
1	3	2114.5	6.0
2	3	2484.3	13.0
3	3	2181.7	10.0
4	3	2091.5	5.0
Grand median		= 2277.5	

Lampiran 26. Data Organoleptik Tekstur

Panelis	H0					H3					H6				
	K0	K1	K2	K3	K4	K0	K1	K2	K3	K4	K0	K1	K2	K3	K4
1	5	6	7	4	5	5	5	7	7	8	3	4	6	5	5
2	5	8	6	7	6	7	7	6	5	7	2	4	4	4	4
3	7	6	6	5	6	5	7	6	6	6	4	6	5	5	4
4	5	8	7	4	7	5	5	4	6	8	5	5	4	4	3
5	5	6	7	8	6	6	7	6	7	6	4	5	4	6	5
6	5	5	6	6	7	6	7	6	6	7	3	4	5	4	5
7	5	5	6	6	7	5	7	6	4	4	4	3	5	5	4
8	8	7	9	8	6	4	5	6	8	6	2	4	5	5	5
9	7	4	4	6	6	5	7	6	6	6	4	2	4	4	3
10	7	7	7	7	4	4	5	5	6	5	3	5	6	4	2
11	9	8	7	5	4	5	6	7	4	5	5	5	4	3	2
12	6	5	4	6	8	5	5	6	7	6	3	4	5	4	4
13	6	7	7	8	9	6	7	7	5	7	5	5	5	6	5
14	6	9	8	8	7	7	6	6	5	6	6	5	4	4	4
15	6	6	7	8	6	4	7	7	7	7	4	6	5	5	5
16	5	8	7	4	4	7	8	5	6	5	3	4	3	4	3
17	6	5	7	9	6	6	6	6	6	7	4	5	4	4	5
18	5	6	6	7	8	7	8	7	5	7	3	4	6	5	5
19	7	6	7	5	5	7	6	6	5	5	5	6	5	6	7
20	6	5	6	8	6	5	8	6	4	7	5	7	5	6	6
21	5	8	7	8	6	5	4	4	6	8	4	5	4	6	5
22	6	5	5	6	5	5	7	8	7	4	4	4	6	7	7
23	7	8	5	6	5	6	8	7	5	4	6	6	5	6	5
24	8	6	6	6	7	6	6	7	8	6	5	6	6	6	6
25	7	7	8	5	9	5	5	6	8	7	4	5	5	6	5
26	6	8	7	5	6	5	8	6	6	7	2	3	3	3	4
27	7	6	6	5	6	7	5	6	6	4	5	6	4	4	6
28	4	8	7	7	5	6	4	6	5	4	4	5	5	6	5
29	6	5	6	6	4	5	5	6	6	7	5	5	5	6	6
30	7	7	6	7	4	7	7	7	8	5	5	6	6	5	4
Total	184	195	194	190	180	168	188	184	180	181	121	144	143	148	139
Rerata	6.13	6.5	6.47	6.33	6	5.6	6.27	6.13	6	6.03	4.03	4.8	4.77	4.93	4.63

Friedman test for Tekstur_ by Perlakuan blocked by Penyimpanan:

$S = 8.00$ $DF = 4$ $P = 0.092$

Perlakuan	N	Est Median	Sum of Ranks
0	3	1759.4	4.0
1	3	2465.3	13.0
2	3	2408.1	12.0
3	3	2310.5	10.0
4	3	2211.2	6.0
Grand median		= 2230.9	

Lampiran 27. Data Organoleptik Aroma

Panelis	H0					H3					H6				
	K0	K1	K2	K3	K4	K0	K1	K2	K3	K4	K0	K1	K2	K3	K4
1	7	6	7	7	6	7	5	8	7	8	5	5	6	5	5
2	5	5	6	7	8	8	5	8	8	8	6	5	4	5	5
3	7	6	9	7	8	5	5	6	5	5	5	4	5	5	4
4	7	6	8	6	7	7	7	7	6	6	5	5	5	5	4
5	6	7	6	6	7	8	7	6	7	5	4	5	4	4	6
6	8	5	6	5	7	7	8	6	6	5	3	4	3	4	5
7	5	4	6	7	6	6	3	5	4	7	5	5	5	6	5
8	8	5	7	6	6	9	7	6	6	7	3	4	4	5	4
9	7	7	6	5	5	5	5	6	7	4	5	4	4	5	4
10	8	9	7	6	6	8	6	6	7	5	4	5	5	4	5
11	7	5	6	7	7	7	7	7	7	5	5	4	5	5	5
12	6	5	7	7	6	5	5	7	6	4	4	5	5	6	4
13	5	4	5	6	5	5	8	7	7	6	3	4	5	4	5
14	9	7	7	8	8	4	5	4	7	6	5	5	5	4	4
15	8	6	7	7	4	8	6	7	4	4	3	4	3	3	3
16	7	5	8	9	8	5	8	6	7	6	4	3	4	5	6
17	9	5	8	7	8	9	6	7	8	8	4	4	5	4	4
18	5	6	6	7	7	4	5	6	7	7	3	4	5	4	5
19	7	7	7	7	5	4	7	7	8	6	4	4	5	5	3
20	4	5	7	6	4	5	4	5	6	5	5	5	4	4	4
21	8	7	7	7	5	7	7	7	8	8	4	4	5	5	6
22	7	8	6	6	5	8	6	7	7	4	4	5	4	4	6
23	6	6	5	4	7	7	7	8	6	7	3	3	2	4	5
24	5	8	7	7	6	6	6	6	6	7	4	5	4	3	4
25	4	5	4	7	6	5	5	6	5	7	4	4	4	3	2
26	6	7	6	6	7	6	7	4	6	7	5	4	5	4	4
27	7	5	6	7	4	5	4	6	7	7	4	3	5	5	3
28	6	4	5	5	5	5	4	6	7	6	2	3	3	5	4
29	8	7	4	6	7	6	5	7	6	6	4	4	4	4	5
30	5	5	6	7	7	5	4	5	5	5	4	4	5	4	5
Total	197	177	192	195	187	186	174	189	193	181	123	127	132	133	134
Rerata	6.57	5.9	6.4	6.5	6.23	6.2	5.8	6.3	6.43	6.03	4.1	4.23	4.4	4.43	4.47

Friedman test for Aroma by Perlakuan blocked by Penyimpanan:

$S = 5.07$ $DF = 4$ $P = 0.281$

Perlakuan	N	Est Median	Sum of Ranks
0	3	2278.4	9.0
1	3	1930.1	4.0
2	3	2411.5	11.0
3	3	2543.8	12.0
4	3	2258.2	9.0
Grand median		= 2284.4	

Lampiran 28. Penentuan Perlakuan Terbaik

Parameter	BV	BN	K0		K1		K2		K3		K4	
			Ne	Np								
Air	0.7	0.1029	0	0	0.31	0.031899	0.318	0.032722	0.671	0.069046	1	0.1029
Abu	0.3	0.0441	0	0	0.687	0.030297	0.816	0.035986	0.891	0.039293	1	0.0441
Protein	0.7	0.1029	1	0.1029	0.914	0.094051	0.579	0.059579	0.229	0.023564	0	0
Lemak	0.6	0.0882	1	0.0882	0.681	0.060064	0.204	0.017993	0.062	0.005468	0	0
Serat	0.8	0.1177	0	0	0.177	0.020833	0.543	0.063911	0.497	0.058497	1	0.1177
Iodium	0.8	0.1177	0	0	0.604	0.071091	0.79	0.092983	0.986	0.116052	1	0.1177
Vol P	1	0.1471	0.254	0.037363	0.664	0.097674	1	0.1471	0.813	0.119592	0	0
WHC	1	0.1471	0	0	0.339	0.049867	0.575	0.084583	0.698	0.102676	0.675	0.099293
Aw	0.6	0.0882	1	0.0882	0.303	0.026725	0.046	0.004057	0	0	0.001	8.82E-05
pH	0.3	0.0442	1	0.0442	0	0	0.182	0.008044	0.788	0.03483	0.03	0.001326
Jumlah	6.8			0.360863		0.4825		0.546958		0.569018		0.483107

Parameter	BV	BN	K0		K1		K2		K3		K4	
			Ne	Np	Ne	Np	Ne	Np	Ne	Np	Ne	Np
Rasa	1	0.345	0.42	0.1449	0.574286	0.198129	1	0.345	0.477143	0.164614	0	0
Warna	0.6	0.207	0.65035	0.134622	0	0	1	0.207	0.370629	0.07672	0.13986	0.028951
Tekstur	0.7	0.241	0	0	1	0.241	0.889503	0.21437	0.828729	0.199724	0.497238	0.119834
Aroma	0.6	0.207	0.657343	0.13607	0	0	0.818182	0.169364	1	0.207	0.559441	0.115804
Jumlah	2.9			0.415592		0.439129		0.935734		0.648058		0.26459
Total				0.776456		0.921629		1.482692*		1.217077		0.747696

Keterangan: tanda * menunjukkan perlakuan terbaik

Lampiran 29. Gambar Roti Tawar Hasil Penelitian**K0****K1****K2****K3****K4**

- Keterangan:
- K_0 = Perlakuan penambahan sodium alginat dengan konsentrasi sebesar 0%
 - K_1 = Perlakuan penambahan sodium alginat dengan konsentrasi sebesar 1%
 - K_2 = Perlakuan penambahan sodium alginat dengan konsentrasi sebesar 1,5%
 - K_3 = Perlakuan penambahan sodium alginat dengan konsentrasi sebesar 2%
 - K_4 = Perlakuan penambahan sodium alginat dengan konsentrasi sebesar 2,5%