



**KAJIAN KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA, FISIKOKIMIA, DAN
MUTU ORGANOLEPTIS ROTI TAWAR SUBSTITUSI
TEPUNG UMBI KIMPUL (*Xanthosoma sagitifolium* L. Schott)**

SKRIPSI

**Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menyelesaikan
Pendidikan Program Strata Satu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember**



: Hadiah
: Pembelian
: Tgl. 02 AUG 2003

fat

5
Klass

664
UFA
K

e.1

Dosen Pembimbing :

Dr. Ir. TEJASARI MSc. (DPU)

NITA KUSWARDANI, STP. MEng. (DPA)

Oleh

Retno Utaminingsih

NIM. 991710101001

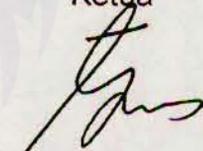
**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2003

**DITERIMA OLEH :
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
SEBAGAI KARYA ILMIAH TERTULIS/SKRIPSI**

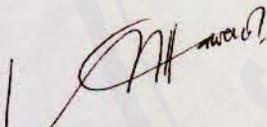
Dipertahankan pada :
Hari : Rabu
Tanggal : 16 Juli 2003
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji,
Ketua



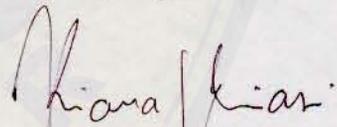
Dr. Ir. Tejasari, MSc.
NIP.131 667 773

Anggota I



Nita Kuswardhani, STP. MEng.
NIP. 132 158 433

Anggota II



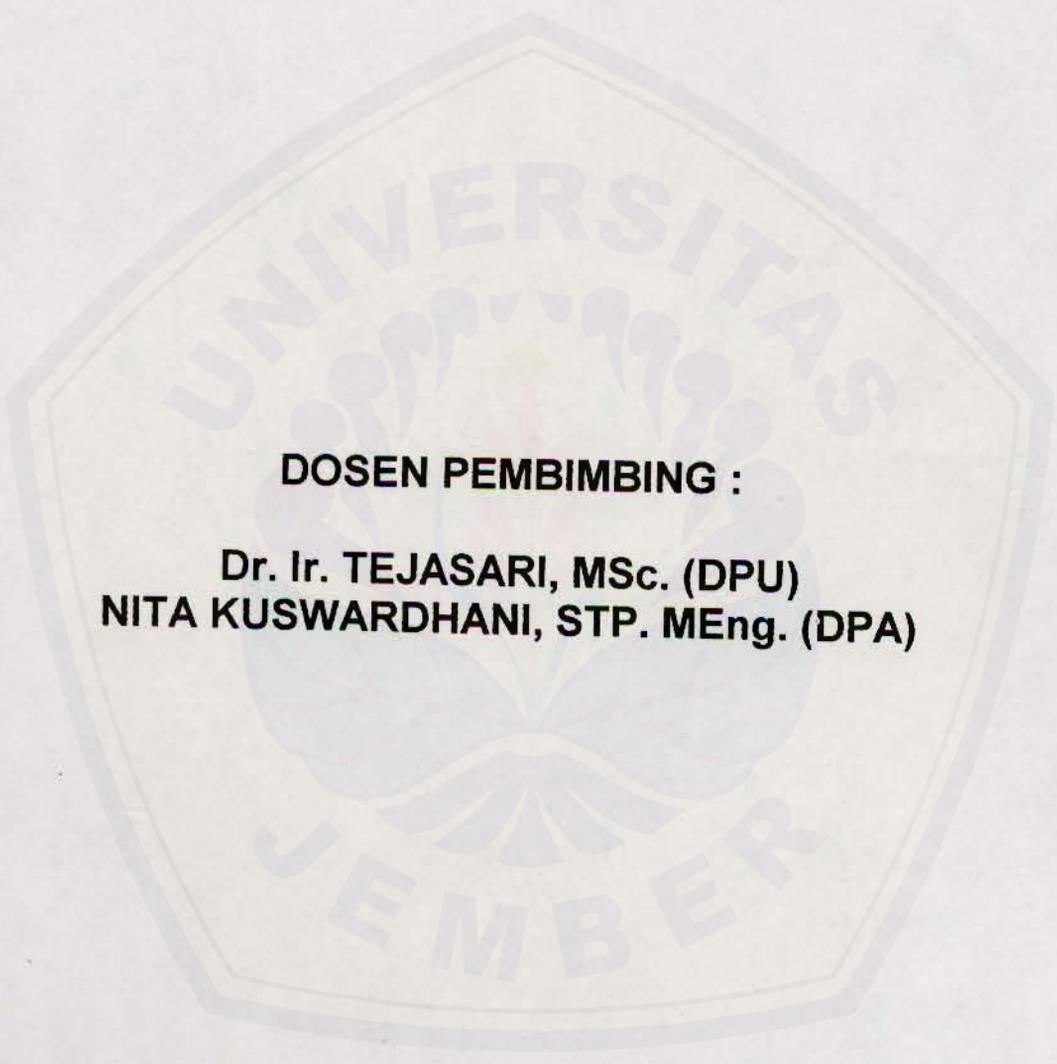
Triana Lindriati, ST.
NIP.132 207 762



Mengesahkan,
Dekan



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS.
NIP.130 350 763



DOSEN PEMBIMBING :

Dr. Ir. TEJASARI, MSc. (DPU)
NITA KUSWARDHANI, STP. MEng. (DPA)

MOTTO

Bismillaahirrohmaanirrohiim

*I'm Not Trying To Be The Best,
But I'm Trying To Do My Best
(C-no)*

*Anda Mencari Kebahagiaan,
Anda Akan Mendapatkan Kebahagiaan
Anda Mencari Masalah,
Anda Akan Dapatkan Masalah
Anda Dapatkan Apa Yang Anda Cari
(Andrew M.)*

*SEMANGAAT!!!
(Orang-Orang di Sekelilingku)*

*Jika Tidak Ada Hari Ini, Takkan Pernah Ada Hari
Kemarin Maupun Esok
(C-NO)*

Alhamdulillahirobbil'alamiin

PERSEMBAHAN

KARYA INI KUPERSEMBAHKAN PADA:

ALLOH SWT

(Sang Akartining Bawana lan Kang Murbeng Gesang)

NABI MUHAMMAD SAW

(Ingkang Musabab Manunggaling Kawulaning Gusti)

EMAK & MBAH

(Matur Nuwun Ingkang "Sangunipun")

MAMA TATI

(The Angel who Gives Me The Wing)

AYAHNDA ISMO KANYAR

IBUNDA KASMINI

(for Every Breath, Every Move, and Every Word
that Never Last The World)

MY SIST AND BRO : EMA, WATI & DANANG

(Thanx for Always Loving Me)

Aya'

(Thanx for make me Become 'ME')

ALMAMATERKU

UNIVERSITAS JEMBER

(For Bring Me Into A New World, A New Life)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat serta hidayah-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) dengan judul "Kajian Karakteristik Fisik, Kimia, Fisikokimia, dan Mutu Organoleptis Roti Tawar Substitusi Tepung Umbi Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott)", dengan baik.

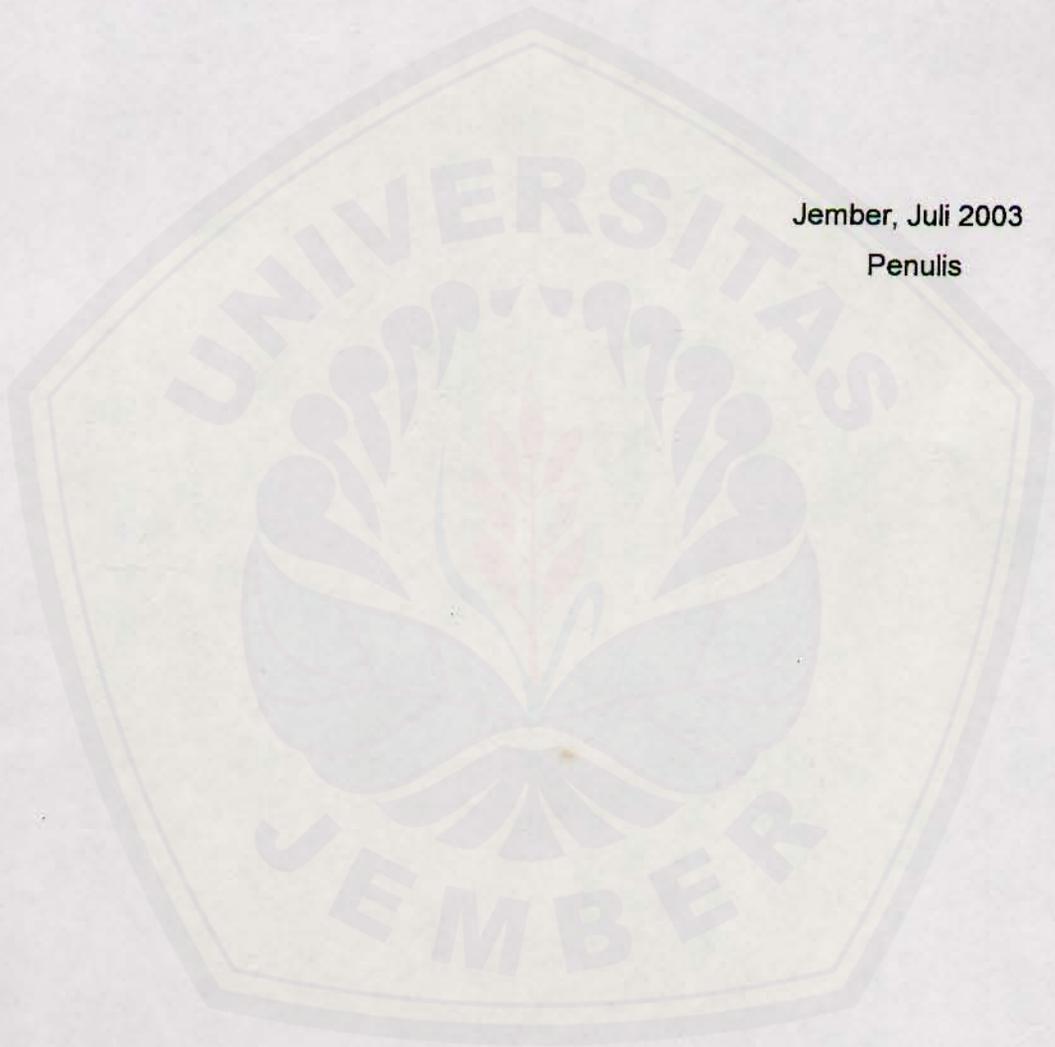
Mulai dari pelaksanaan penelitian hingga penyusunan laporan ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan dan dukungan baik secara moral maupun material dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan hormat sedalam-dalamnya kepada :

1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember.
3. Ibu Dr. Ir. Tejasari, MSc., selaku Dosen Pembimbing Utama.
4. Ibu Nita Kuswardhani, S.TP., MEng., selaku Dosen Pembimbing Anggota I.
5. Ibu Triana Lindriati, ST., selaku Dosen Pembimbing Anggota II.
6. Teknisi Laboratorium THP (Mbak Wiem, Mas Mistar, Mbak Sari, Mbak Ketut, Mbak Widi, Mas Tasor, dan Mas Dian) atas segala bantuannya.
7. Seluruh CIVITAS AKADEMIKA FTP UNEJ.
8. Teman-teman dekatku : Robet, Okta, Dimas, Feni, Yayuk, Karel, Eni, Nadi, dan Ita, atas dorongan, semangat dan pengertiannya.
9. Tim Umbi II'2003 : Roni, Ira, Evi, Upik, Titis, Hasta, Widi, Dimas, dan Encik, atas persahabatan dan kerjasamanya.
10. Kru Dolanan : Ita Mey, Gus Nov, J.P., Badra, Ninil, Ema, DeGrunge, Dandy, dll, atas segala ekspresi warnanya.
11. C-59 : Wati, Wening, Esti, Indah, Indi, Fitri, Sari, dan semua, yang selalu ada untuk membantu dan menyemangatiku.
12. AE 4548 A, yang selalu setia mendampingi.
13. Seluruh angkatan'99, BRAVO.
14. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, terima kasih atas segalanya.

Ibarat pepatah “Tak ada gading yang tak retak”, penulis dengan senang hati menerima saran, ide, dan kritik yang membangun dari berbagai pihak demi kesempurnaan isi Karya Ilmiah Tertulis ini. Agar Karya Ilmiah Tertulis ini bermanfaat bagi semua pihak, dan dapat menambah wawasan serta membawa perubahan kearah yang lebih baik.

Jember, Juli 2003

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Umbi Kimpul	4
2.2 Tepung Kimpul	5
2.3 Roti Tawar	6
2.3.1 Peranan Bahan-Bahan pada Pembuatan Roti	6
2.3.2 Proses Pembuatan Roti	10
2.3.3 Karakteristik Fisik Roti	13
III. METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Rancangan Percobaan	15
3.2 Parameter Pengamatan	15
3.3 Hipotesa	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian	16
3.4.1 Alat dan Bahan Penelitian	16
3.4.2 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.4.3 Tahap Penelitian	16

3.5	Prosedur Analisa	19
3.5.1	Prosedur Analisa Karakteristik Fisik, Kimia, dan Fisikokimia	19
3.5.2	Uji Mutu Organoleptis	20
3.6	Analisa Data	22
3.7	Batasan Istilah	22
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1	Karakteristik Fisik, Kimia, dan Fisikokimia Roti Tawar.....	24
4.1.1	Warna Kerak Roti Tawar	24
4.1.2	Warna Remah Roti Tawar	26
4.1.3	Tekstur Roti Tawar.....	27
4.1.4	Struktur Remah Roti Tawar	28
4.1.5	Kadar Air Roti Tawar.....	30
4.1.6	Daya Kembang Roti Tawar	31
4.2	Mutu Organoleptis Roti Tawar	32
4.2.1	Warna Kerak Roti Tawar.....	32
4.2.2	Warna Remah Roti Tawar	33
4.2.3	Tekstur Roti Tawar	34
4.2.4	Aroma Roti Tawar	35
4.2.5	Rasa Roti Tawar	36
4.2.6	Keseluruhan Roti Tawar	38
V.	SIMPULAN DAN SARAN	40
5.1	Simpulan	40
5.2	Saran	40
	DAFTAR PUSTAKA	41
	LAMPIRAN	43

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Kadar Zat Gizi Umbi Kimpul (Per 100 gram bdd)	4
2	Syarat Mutu Tepung Singkong Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2997-1992)	5
3	Kadar Zat Gizi Tepung Umbi Kimpul dengan Pembanding Terigu	6
4	Kriteria dan Nilai Skala yang Digunakan pada Uji Mutu Organoleptis	21
5	Nilai Rerata Karakteristik Fisik, Kimia, dan Fisikokimia Roti Tawar	24
6	Hasil Uji Dunnett Warna Kerak Roti Tawar	25
7	Hasil Uji Dunnett Warna Remah Roti Tawar	26
8	Hasil Uji Dunnett Tekstur Roti Tawar	28
9	Hasil Uji Dunnett Daya Kembang Roti Tawar.....	32
10	Nilai Rerata Mutu Organoleptis Roti Tawar	32
11	Hasil Uji Dunnett Organoleptis Warna Kerak Roti Tawar.....	33
12	Hasil Uji Dunnett Organoleptis Warna Remah Roti Tawar	34
13	Hasil Uji Dunnett Organoleptis Tekstur Roti Tawar	35
14	Hasil Uji Dunnett Organoleptis Aroma Roti Tawar	36
15	Hasil Uji Dunnett Organoleptis Rasa Roti Tawar	37
16	Hasil Uji Dunnett Organoleptis Keseluruhan Roti Tawar.	38

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Diagram Alir Pembuatan Tepung Umbi Kimpul	17
2	Diagram Alir Pembuatan Roti Tawar	18
3	Diagram Dimensi Warna dan Perbedaan Rentang Warna a dan b.....	19
4	Nilai Rerata Warna Kerak Roti Tawar	25
5	Nilai Rerata Warna Remah Roti Tawar	26
6	Nilai Rerata Perubahan Tekstur Roti Tawar Selama Penyimpanan 7 Hari	27
7	Struktur Remah Roti Tawar	29
8	Nilai Rerata Perubahan Kadar Air Roti Tawar Selama Penyimpanan 7 Hari	30
9	Nilai Rerata Daya Kembang Roti Tawar	31
10	Nilai Rerata Organoleptis Warna Kerak Roti Tawar	33
11	Nilai Rerata Organoleptis Warna Remah Roti Tawar	34
12	Nilai Rerata Organoleptis Tekstur Roti Tawar	35
13	Nilai Rerata Organoleptis Aroma Roti Tawar	36
14	Nilai Rerata Organoleptis Rasa Roti Tawar	37
15	Nilai Rerata Organoleptis Keseluruhan Roti Tawar	38

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Data Karakteristik Fisik, Kimia, dan Fisikokimia Roti Tawar	43
2	Data Uji Mutu Organoleptis Roti Tawar	49
3	Hasil Uji Sidik Ragam Karakteristik Fisik, Kimia, dan Fisikokimia Roti Tawar	55
4	Hasil Uji Sidik Ragam Mutu Organoleptis Roti Tawar.....	57
5	Hasil Uji Dunnett Karakteristik Fisik dan Fisikokimia Roti Tawar	59
6	Hasil Uji Dunnett Mutu Organoleptis Roti Tawar	60
7	Kuisisioner Organoleptis	61

RETNO UTAMININGSIH. 991710101001. **Kajian Karakteristik Fisik, Kimia, Fisikokimia, dan Mutu Organoleptis Roti Tawar Substitusi Tepung Umbi Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott).** Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Tejasari, MSc. dan Dosen Pembimbing Anggota : Nita Kuswardhani, STP, MEng.

RINGKASAN

Roti tawar merupakan salah satu produk pangan yang cukup populer dan bahkan sudah dianggap sebagai pengganti nasi, karena mengandung karbohidrat sebagai sumber energi. Roti umumnya dibuat dengan bahan pokok, karena banyak mengandung protein terutama gluten yang menentukan sifat roti tawar. Namun terigu masih diimpor, sehingga menambah biaya produksi roti tawar. Untuk itu perlu adanya substitusi terigu menggunakan tepung lain, misalnya tepung umbi kimpul. Substitusi ini sangat dimungkinkan, karena umbi kimpul mudah dibudidayakan, memiliki produksi potensial yang tinggi di Jawa Timur sebesar 920-1390 ton/tahun (Tejasari dkk, 2001) dan mengandung karbohidrat tinggi sehingga dapat diolah menjadi tepung. Tetapi sejauh ini belum diketahui mengenai pengaruh substitusi tepung umbi kimpul terhadap sifat-sifat roti tawar dan bagaimana perubahan tekstur dan kadar air roti tawar dengan substitusi tepung umbi Kimpul selama penyimpanan tujuh hari.

Penelitian ini bertujuan untuk : 1) mengevaluasi pengaruh tingkat substitusi tepung umbi kimpul terhadap karakteristik fisik, kimia, fisikokimia, dan mutu organoleptis roti tawar, 2) mengevaluasi pengaruh tingkat substitusi tepung umbi kimpul terhadap perubahan tekstur dan kadar air roti tawar yang terjadi selama tujuh hari penyimpanan, dan 3) mengetahui tingkat substitusi tepung umbi kimpul yang menghasilkan roti tawar dengan mutu organoleptis yang baik .

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok, yang terdiri dari 4 tingkat perlakuan substitusi dengan pengulangan atau pengelompokan sebanyak 3 kali. Tingkat perlakuan substitusi tepung umbi kimpul yaitu A1 (substitusi 5 %), A2 (substitusi 10 %), dan A3 (substitusi 15 %). Pengamatan dilakukan terhadap karakteristik fisik, kimia, fisikokimia (warna kerak, warna remah, tekstur, struktur remah, kadar air, dan daya kembang), dan mutu organoleptis (warna kerak, warna remah, rasa, tekstur, aroma, dan keseluruhan). Selain itu dilakukan pengamatan terhadap perubahan nilai tekstur dan kadar air selama 7 hari penyimpanan.

Hasil analisa karakteristik fisik dan fisikokimia menunjukkan bahwa tingkat substitusi tepung umbi kimpul berpengaruh nyata terhadap warna kerak, warna remah, tekstur, struktur remah, daya kembang, dan juga terhadap mutu organoleptis roti tawar. Akan tetapi substitusi tidak berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimia, yaitu kadar air roti tawar. Tingkat substitusi tepung umbi kimpul berpengaruh nyata terhadap tekstur, namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air roti tawar selama penyimpanan 7 hari.

Perlakuan substitusi 5 % memiliki penilaian yang baik dengan karakteristik fisik, kimia, dan fisikokimia yang mendekati kontrol. Penilaian deskriptif untuk perlakuan substitusi 5 % yaitu : warna kerak (20,6), warna remah (13,6), daya kembang (294,0 %) dengan peningkatan nilai tekstur (11,6-12,1 gr/10 mm), dan kadar air (0,5-0,6 %). Perlakuan substitusi 5 % juga memiliki mutu organoleptis

yang baik dan dapat diterima oleh panelis, dengan penilaian : warna kerak coklat kekuningan (3,7), warna remah cerah (3,9), tekstur empuk (4,2), aroma khas roti (4,5), rasa enak (4,1), dan secara keseluruhan sangat disukai panelis (4,6).





I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Roti tawar merupakan salah satu produk pangan yang cukup populer dan disukai masyarakat baik di negara penghasil terigu maupun di Indonesia yang bukan penghasil terigu. Bahkan roti tawar kini sudah dianggap sebagai makanan pengganti nasi, karena roti tawar juga mengandung karbohidrat sebagai sumber energi. Roti tawar sudah mulai dikonsumsi sehari-hari oleh masyarakat baik dari kalangan menengah ke atas maupun menengah ke bawah, karena mudah didapatkan dan relatif mudah pula penyajiannya.

Umumnya roti dibuat dengan bahan pokok tepung gandum atau terigu, karena terigu banyak mengandung protein terutama gluten. Gluten berperan dalam menentukan sifat adonan dan produk yang dihasilkan (Utami, 1992). Di Indonesia yang merupakan daerah tropis yang lembab tidak mudah untuk membudidayakan gandum, sehingga Indonesia harus mengimpor terigu dari negara lain. Krisis ekonomi membuat harga terigu cenderung naik terus. Padahal penggunaan terigu terus meningkat dalam memenuhi kebutuhan bahan baku pembuatan roti dan jenis pangan lainnya. Untuk itu perlu dilakukan diversifikasi penggunaan maupun substitusi dengan tepung lain seperti tepung umbi-umbian.

Menurut Anonim (1991), pembuatan roti dengan menggunakan berbagai tepung campuran mulai dilaksanakan melalui penelitian oleh lembaga-lembaga penelitian maupun penerapannya dalam industri pembuatan roti. Secara fisik roti yang dibuat dari tepung campuran harus memiliki rasa dan struktur remah yang dapat diterima oleh konsumen seperti halnya roti yang dibuat dengan tepung gandum.

Substitusi rendah terigu dengan non terigu masih memungkinkan untuk dilakukan. Pada tingkat substitusi tepung non terigu tertentu dapat dicapai mutu yang setara dengan roti terigu (Bakri, 1990). Hal ini juga didukung oleh Haryadi (1993), pembuatan roti dari tepung umbi-umbian adalah tidak mustahil untuk dilakukan dengan hasil roti yang tetap baik. Usaha tersebut juga dapat diharapkan untuk membantu meningkatkan pemanfaatan bahan umbi-umbian lainnya.

Tanaman umbi-umbian merupakan sumber karbohidrat yang penting setelah padi dan jagung, dan dapat digunakan sebagai suplemen bahan pangan

dan bahan baku industri. Dari berbagai keuntungan umbi-umbian, terbuka peluang untuk mendukung upaya swasembada pangan melalui azas diversifikasi pangan sehingga peran tanaman umbi-umbian ini dapat ditingkatkan (Rufaidah dan Dwiyo, 2000).

Kimpul merupakan salah satu jenis umbi-umbian selain ubi kayu dan ubi jalar yang potensial untuk dikembangkan. Berdasarkan komposisi kimianya, umbi kimpul merupakan sumber energi dan mengandung mineral (Ca, P, Fe) serta vitamin (B₁ dan C). Karbohidrat yang terkandung di dalamnya mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya warna, tekstur, dan lain-lain (Winarno, 1997).

Salah satu alasan dalam pengembangan umbi kimpul, adalah karena tanaman ini mudah dibudidayakan dan memiliki prospek yang cerah sebagai bahan baku industri serta komoditas ekspor (Lingga, 1995). Menurut Tejasari dkk (2001), kimpul sebagai salah satu umbi-umbian lokal sangat potensial untuk dikembangkan sebagai bahan baku pangan olahan, karena adanya jaminan ketersediaan bahan pangan tersebut. Produksi potensial total wilayah Jawa Timur untuk umbi kimpul yang berasal dari daerah Trenggalek, Bojonegoro, Tulung Agung, Sampang, Jember, Ngawi, Nganjuk, Banyuwangi, Malang, dan Lumajang adalah sekitar 920-1390 ton/tahun. Selain itu penelitian mengenai penggunaan tepung maupun pati umbi-umbian sebagai substitusi terigu dalam pembuatan roti tawar telah banyak dilakukan, seperti pati garut, tepung ganyong, dan tepung ubi jalar. Akan tetapi belum dilakukan penelitian mengenai pembuatan roti tawar dengan substitusi tepung umbi kimpul.

1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan tepung umbi kimpul sebagai bahan substitusi terigu akan mempengaruhi sifat-sifat roti tawar yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan umbi-umbian tidak mengandung jenis protein gliadin dan glutenin (Rufaidah dan Dwiyo, 2000), yang membentuk gluten dan memberikan sifat elastis seperti pada terigu (Latifah dan Febriyanti, 2000; Tejasari dkk, 2001). Tingkat substitusi tepung umbi kimpul perlu diketahui untuk dihasilkan roti tawar dengan sifat-sifat yang baik, dan peneliti membatasi tingkat substitusi tepung umbi kimpul sebesar 5 %, 10 %, 15 % dan kemudian dibandingkan dengan kontrol (substitusi 0 %). Pengamatan dilakukan pada karakteristik fisik, kimia, fisikokimia, dan mutu

organoleptis roti tawar. Selain itu perlu juga diamati perubahan yang terjadi pada tekstur dan kadar air roti tawar selama tujuh hari penyimpanan.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengevaluasi pengaruh tingkat substitusi tepung umbi kimpul terhadap karakteristik fisik, kimia, fisikokimia, dan mutu organoleptis roti tawar.
2. Mengevaluasi pengaruh tingkat substitusi tepung umbi kimpul terhadap perubahan tekstur dan kadar air roti tawar yang terjadi selama tujuh hari penyimpanan.
3. Mengetahui tingkat substitusi tepung umbi kimpul yang menghasilkan roti tawar dengan mutu organoleptis yang baik.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi sejauh mana substitusi tepung umbi kimpul dapat mempengaruhi karakteristik fisik, kimia, fisikokimia, dan mutu organoleptis roti tawar.
2. Memberikan informasi tingkat substitusi tepung umbi kimpul yang tepat untuk menghasilkan roti tawar dengan sifat-sifat yang baik dan masih dapat diterima konsumen.
3. Memberikan informasi perubahan tekstur dan kadar air yang terjadi selama penyimpanan roti tawar substitusi tepung umbi kimpul.
4. Memberikan informasi bahwa tepung umbi kimpul dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi terigu dalam pembuatan roti tawar.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umbi Kimpul

Jenis umbi kimpul dapat dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kimpul putih (*X. sagitifolium* dan *X. caracu*) dan kimpul kuning (*X. artrovireus* dan *X. violaceum*) (Suismono, 2001). Tanaman umbi kimpul (*Xanthosoma sagitifolium* L. Schott), termasuk dalam genus *Xanthosoma*, famili *araceae*, tumbuhan berbunga (*Spermatophyta*), berbiji tertutup (*Angiospermae*), dan berkembang biak dengan biji maupun secara vegetatif (Lingga, 1995). Kimpul ditanam untuk dimanfaatkan umbi anaknya, yang terdapat di sekitar umbi pokok. Umbi kimpul yang terdapat di bagian bawah batang, lebih besar dibandingkan umbi talas. Umbi anakan terdapat di sekitar umbi induk, dan mengarah ke samping, sehingga kimpul dapat diambil beberapa kali dalam masa sekali tanam (Lingga, 1995).

Komposisi gizi umbi kimpul tergantung dari varietas, iklim, kesuburan tanah, dan umur panen. Secara umum kadar zat gizi umbi kimpul dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Zat Gizi Umbi Kimpul (per 100 gram bdd)

Komposisi Energi dan Zat Gizi	Umbi Kimpul	
	Mentah	Rebus
Energi (kal.)	145	145
Protein (g)	1,2	1,2
Lemak (g)	0,4	0,4
Hidrat Arang (g)	34,2	34,2
Serat (g)	1,5	1,0
Abu (g)	1,1	1,1
Calcium (mg)	26	21
Phospor (mg)	54	48
Ferrum (mg)	1,4	0,9
Vitamin B ₁ (mg)	0,1	0,08
Vitamin C (mg)	2	1
Air (g)	63,1	63,1

Sumber : Depkes RI (1995).



Mengingat kandungan hidrat arang umbi kimpul yang cukup tinggi, maka umbi kimpul dapat digunakan sebagai bahan pangan sumber kalori. Selain itu, umbi kimpul mengandung kalsium, fosfor, besi, vitamin B₁, dan vitamin C. Adanya kandungan karbohidrat yang tinggi memungkinkan umbi kimpul untuk dimanfaatkan sebagai produk olahan berupa tepung (Kartasapoetra, 1989).

2.2 Tepung Kimpul

Tepung adalah butiran-butiran kering dan halus yang berukuran 50-200 μ , terdiri dari pati dan beberapa komponen lainnya seperti serat, protein, lemak dan senyawa kimia lain. Sedangkan pati adalah merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik yang terdiri dari dua fraksi, yaitu fraksi terlarut (amilosa) dan fraksi tidak larut (amilopektin) (Tejasari dkk, 2001).

Sampai saat ini belum ada Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk tepung umbi kimpul, oleh karena itu syarat mutu tepung kimpul secara umum masih menggunakan syarat mutu tepung singkong. Hal ini dimungkinkan karena kimpul merupakan umbi-umbian, dan mempunyai sifat-sifat yang hampir sama. Syarat mutu tepung singkong menurut SNI (1992) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat Mutu Tepung Singkong Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2997-1992)

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
	a. Bau	-	Khas singkong
	b. Rasa	-	Khas singkong
	c. Warna	-	Putih
2.	Benda asing	-	Tidak boleh ada
3.	Derajat Putih	BaSO ₄ = 100 %	Min. 85
4.	Air	%, b/b	Max. 12
5.	Abu	%, b/b	Max. 1.5
6.	Asam Sianida	mg/kg	Max. 40
7.	Kehalusan	% (lolos ayakan 80 mesh)	Min. 90
8.	Pati	%, b/b	Min. 75

Kadar zat gizi tepung kimpul tercantum pada Tabel 3, dengan pembandingan kadar zat gizi terigu. Total kadar karbohidrat mengandung pati sebesar 81,48 % dengan komposisi amilosa dan amilopektin sebesar 23,95 % dan 76,05 % (Costa, 1999).

Tabel 3. Kadar Zat Gizi Tepung Umbi Kimpul dengan Pembanding Terigu

Keterangan	Tepung Umbi Kimpul ^{*)}	Terigu ^{**)}
Kadar Karbohidrat (%)	86,42	73,52
Kadar Protein (%)	0,58	13,51
Kadar Lemak (%)	2,48	1,07
Serat Kasar (g)	0,25	0,25
Kadar Air (%)	6,91	11,31
Kadar Abu (%)	3,61	0,59

Sumber : ^{*)} Utomo dan Antarlina, 1997; Tejasari dkk, 2001.

^{**)} Utomo dan Antarlina, 1999; Tejasari dkk, 2001.

Kadar senyawa non gizi tepung umbi kimpul yaitu sebesar $4 \cdot 10^{-4}$ % untuk HCN dan $6,97 \cdot 10^{-5}$ untuk total fenol (Tejasari dkk, 2001). Oleh karena itu, tepung umbi kimpul aman untuk digunakan sebagai bahan pangan.

2.3 Roti Tawar

Roti tawar merupakan salah satu jenis makanan berbentuk *sponge* dan dibuat dengan bahan dasar terigu, air, *shortening*, gula, dan yeast. Pembuatan roti tawar harus melalui tahap pembentukan adonan, fermentasi, dan pemanggangan. Roti tawar terbentuk dari gas sebagai fase diskontinyu dan zat padat sebagai fase kontinyu (Matz, 1972).

2.3.1 Peranan Bahan-Bahan pada Pembuatan Roti Tawar

Pada pembuatan roti bahan-bahan yang digunakan antara lain terigu, air, garam, ragi, gula, *shortening*, dan susu. Bahan pokok dalam pembuatan roti adalah terigu dan jenis bahan berkarbohidrat yang lain. Bahan-bahan selain tepung merupakan bahan pendukung yang masing-masing mempunyai fungsi tertentu dalam penggunaannya. Pemakaian bahan pendukung umumnya relatif kecil dibandingkan bahan pokok namun tanpa bahan pendukung roti yang dihasilkan tidak memuaskan (Utami, 1992).

a. Terigu

Sebagian besar produk roti dibuat dengan bahan pokok tepung gandum atau disebut juga terigu yang diperoleh dari penggilingan biji gandum (*Triticum vulgare*). Tinjauan sifat-sifat terigu terdapat pada sifat-sifat protein pembentuk gluten. Kandungan protein bervariasi mulai 8-16 %. Terigu dengan kandungan protein kurang dari 12 % dinamakan terigu lunak dan yang lebih besar dari 12 %

dinamakan terigu keras (Utami, 1992). Terigu mengandung pati kurang lebih 70 % fraksi yaitu, 19 % fraksi amilosa dan 81 % fraksi amilopektin (Kent's, 1994). Menurut Bennion (1980), pembuatan roti menggunakan tepung gandum dari jenis keras (*Hard Wheat*) yang memiliki kandungan protein tinggi dapat membentuk adonan dengan elastisitas konsisten.

Pada umumnya gandum keras mengandung protein tinggi. Tepung yang digunakan untuk pembuatan roti harus mengandung protein yang bermutu baik lebih dari 10,5 % dan tidak mengandung abu lebih dari 0,4 %. Kualitas protein merupakan suatu faktor yang lebih penting dalam penentuan sifat-sifat tepung sewaktu pembuatan roti dan kue daripada kuantitas protein. Oleh karena adanya bermacam kualitas protein maka kuantitas protein tidak dapat dianggap sebagai penunjuk mutu pembuatan kue. Tepung untuk roti mempunyai daya serap air yang tinggi dan memiliki daya campur yang baik dengan bahan dasar roti tawar yang lain tanpa merusak gluten yang ada pada tepung (Anonim, 1981).

Gluten terbentuk dari gliadin dan glutenin yang bereaksi dengan air dipercepat dengan pengadukan mekanis membentuk jaringan tiga dimensi yang mampu memerangkap granula pati (Utami, 1992). Kemampuan daya bentuk ditentukan oleh mutu dan jumlah glutennya. Kemampuan ini diperoleh dalam pembentukan oleh pati selama proses *baking*. Daya pembentukan yang baik dari gluten mempengaruhi struktur remah yang merata, yang disebabkan oleh gel pati (Anonim, 1981).

Gelatinisasi merupakan proses penggelembungan dan pemisahan granula pati. Apabila pati dalam air yang dipanaskan, maka granula pati akan menggelembung dan mengeluarkan komponen yang dapat mengeluarkan matrik-matrik antar granulanya sehingga viskositasnya akan naik dan membentuk gel pati (Utami, 1992). Menurut Utomo dkk (1997), gelatinisasi diawali dengan hidrasi oleh butiran pati yang selanjutnya akan mengembang dan pecah pada saat pemanasan. Peningkatan kadar air disebabkan oleh terjadinya ikatan hidrogen antar rantai pati yang membentuk jaringan gel. Menurut Kent's (1994), Fase gel yang berlangsung lama, menyebabkan pati menyebar dalam keadaan tidak larut dan disebut kristalisasi. Kristalisasi pada kadar amilosa lebih cepat daripada amilopektin, hal ini dapat menimbulkan sifat keras pada roti.

b. Ragi (Yeast)

Yeast yang aktif dalam pembuatan roti adalah *Saccaromyces cereviseae*, yang biasa digunakan dalam pembuatan bir. Yeast diperlukan dalam proses fermentasi adonan dan berperan penting sebagai pengembang volume adonan karena dapat memproduksi gas CO₂. Yeast juga membentuk flavour roti, karena dapat menghasilkan alkohol, asam, ester, serta prekursor flavour lain. Selain itu yeast juga berperan sebagai pelembut adonan (Bennion, 1980). Menurut Anonim (2001), fungsi yeast dalam pembuatan roti adalah : 1) meningkatkan daya kembang adonan dengan menghasilkan gas CO₂, 2) meningkatkan elastisitas gluten dengan asam yang dihasilkan, dan 3) memberi rasa dan aroma pada roti.

Ragi mengandung sejumlah kecil enzim yaitu; protease, lipase, invertase, maltase, dan zymase. Protease dapat memperlemah protein susu dan lipase bekerja pada tahap sporulasi lemak. Invertase merubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa, maltase memecah maltosa menjadi dua molekul dekstrosa, dan zimase menyebabkan peragian gula dalam adonan (Anonim, 1981).

Jumlah ragi yang ditambahkan pada adonan berhubungan dengan waktu fermentasi adonan. Waktu fermentasi yang panjang umumnya mempunyai kualitas yang rendah dan suhu yang dibutuhkan juga rendah. Pada penambahan yeast 2-3 % ke dalam tepung, kisaran suhu yang dibutuhkan adonan selama fermentasi adalah 27-30 °C (Kent's, 1994).

c. Gula

Gula ditambahkan sebagai pemanis, sumber energi bagi kegiatan yeast, mempercepat laju fermentasi adonan, serta menentukan warna kerak pada roti. Gula juga dapat mempengaruhi tekstur dan kenampakan. Ragi memerlukan gula dalam proses fermentasi, sebagai substrat pertumbuhan ragi, tetapi bila kandungan gulanya lebih dari 8 % justru akan menghambat proses fermentasi (Bennion, 1980).

Penambahan gula 2 % berdasarkan berat tepung akan habis selama peragian, sedangkan gula yang masih tinggal didalam roti disebut gula sisa. Jika gula dipanaskan, molekul-molekul gula bersatu membentuk bahan berwarna yang disebut karamel. Gula dengan protein yang dipanaskan akan membentuk gumpalan yang berwarna gelap yang disebut melanoidin. Pemberian gula juga dapat membuat susunan dan butiran roti menjadi halus dan lembut.

Kemungkinan hal ini sehubungan dengan reaksi gula yang memperlambat penguraian pati dan protein sebagai akibat dari kemampuan gula menahan air (Anonim, 1981).

Gula mempengaruhi sifat air, karena mempunyai kemampuan menyerap air sehingga mengurangi jumlah air yang mampu menembus dalam granula pati dan berakibat proses penggelembungan berkurang. Selanjutnya kekuatan gel berkurang dan proses retrogradasi serta sineresis akan berkurang. Hal tersebut dalam pengolahan roti akan mempengaruhi kerak yang terbentuk. Gula dapat membentuk warna dan flavour dan dapat mempertahankan umur simpan bahan makanan (Utami, 1992).

d. Garam

Garam adalah bahan utama untuk mengatur rasa, membangkitkan aroma, memperbaiki butiran serta susunan roti dan secara tidak langsung mempengaruhi pembentukan warna remah. Menurut Bennion (1980), konsentrasi garam yang ditambahkan dalam pembuatan roti 1,1-1,4 % dalam adonan tidak boleh lebih dari 2 % dari berat tepung.

Garam mengatur kegiatan yeast, serta mencegah pertumbuhan bakteri lain yang tidak dikehendaki. Garam adalah suatu bahan pematat (pengeras) bila adonan tidak memakai garam, maka adonan tidak akan basah. Garam membantu mengatur kegiatan ragi dalam adonan yang sedang diragikan, sehingga dapat menurunkan suhu dan dapat mengurangi terjadinya karamelisasi (Anonim, 1991).

e. Mentega Putih (*Shortening*)

Shortening merupakan lemak atau minyak yang berfungsi memendekkan struktur adonan roti dan penggunaannya disesuaikan dengan jenis roti yang dibuat. Apabila dicampurkan secara homogen dalam adonan, maka sifat *shortening* yang perlu dipertimbangkan adalah kemampuan membentuk krim (*cream ability*), kemampuan memendekkan struktur adonan dan daya pengemulsinya. *Shortening* dipergunakan untuk melembutkan roti, memberi gizi, rasa lezat, dan pengempuk. *Shortening* juga membantu pengembangan susunan fisik adonan selama pengovenan, karena dapat menahan gas dan gluten lebih mengikat udara yang membuat roti menjadi lebih baik (Anonim, 1981).

Fungsi lemak dalam roti yaitu, dapat memberikan konsistensi empuk, halus, dan berlapis-lapis. Hal ini terjadi karena adanya lemak yang tidak larut dalam air, sehingga pembentukan massa serabut-serabut gluten dari gandum yang padat dan keras dapat dihalangi, dan serabut-serabut gluten menjadi lebih pendek sehingga menghasilkan produk akhir roti yang empuk (Winarno, 1997).

f. Air.

Air memungkinkan terbentuknya gluten, karena gluten terbentuk apabila protein tepung dicairkan dengan air. Air berperanan melengkapi kandungan mineral, mengontrol suhu adonan, melarutkan garam, dan membantu penyebaran gluten didalam adonan. Air bersenyawa dengan protein membentuk gluten (Anonim, 1981). Menurut Bakri (1990), air membasahi dan mengembangkan pati. Air juga dapat memungkinkan kegiatan enzim dan dapat mempertahankan rasa lezat lebih lama bila roti mendapat cukup air.

g. Susu

Pada pembuatan roti dengan menggunakan susu, yang perlu diperhatikan adalah air dan jumlah zat padat dalam susu. Air yang terkandung dalam susu dapat mempengaruhi mutu dan kelezatan roti, karena air tersebut akan bergabung dengan bahan lain. Zat padat mempunyai pengaruh pada protein tepung. Zat padat ini juga berisi laktase yang dapat membantu mengatur warna kerak. Keuntungan dan kerugian dengan menambahkan susu padat dalam adonan roti antara lain; bertambahnya penyerapan sehingga meningkatkan volume roti, menguatkan adonan, fermentasi lebih lama, dan adanya laktosa casein pada protein susu menghasilkan kerak dengan warna kekuning-kuningan. Kerugiannya adalah sifat susu menahan kegiatan lainnya sehingga akan menurunkan kegiatan enzim (Anonim, 1981).

2.3.2 Proses Pembuatan Roti

Pembuatan roti pada umumnya melalui beberapa tahap, yaitu pembentukan adonan, fermentasi, dan pemanggangan. Dimana masing-masing tahapan memiliki peranan penting dalam menghasilkan roti tawar yang baik.

a. Pembentukan Adonan

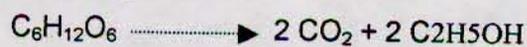
Pembentukan adonan dilakukan dengan sistem langsung (*straight dough*), yaitu dengan mencampur semua bahan-bahan menjadi sebuah campuran tunggal (Desroisier, 1988). Menurut Anonim (2001), ciri-ciri sistem langsung adalah : a) pengadukan satu kali, b) peragian 1-1,5 jam, c) resep pembuatannya tidak ada perubahan, dan d) hasilnya cukup baik dengan daya tahan roti sekitar 5 hari.

Dua hal yang perlu diperhatikan dalam pembentukan adonan, yaitu proporsi komposisi bahan yang tepat dan distribusi yang homogen antar bahan. Pada pencampuran adonan, gluten akan membentuk jaringan tiga dimensi yang menentukan elastisitas, serta viskositas adonan. Hal ini dipengaruhi tingkat hidrasi tepung serta aktivitas oksigen (Change, 1992). Selama pencampuran terigu mengalami hidrasi, yaitu terikatnya molekul air oleh protein tepung melalui ikatan hidrogen. Jumlah air yang terikat tepung terdistribusi 45,5 % terikat pati, 31,2 % terikat protein, dan 23,45 % terikat pentosan. Besarnya air yang terabsorpsi tergantung pada kandungan protein dan granula pati yang rusak (Utami, 1992).

b. Fermentasi Adonan

Fermentasi adonan dimaksudkan untuk aktivitas yeast yang akan merubah karbohidrat menjadi alkohol dan CO₂. Fermentasi adonan dapat dibedakan dalam 3 tahap; aerasi adonan, modifikasi kimia antar bahan, dan pembentukan flavour roti (Change, 1992). Menurut Anonim (1981), suhu yang cocok untuk reaksi pada adonan roti adalah 24-30 °C. Para pengusaha roti akan membubuhkan ragi hanya 2 % dari berat tepung, dengan masa peragian yang normal dan produksi roti yang baik. Suhu normal untuk kondisi peragian adalah 26 °C dengan kelembaban 70-75 %.

Selama fermentasi terjadi perubahan gula menjadi gas karbon dioksida dan alkohol dengan reaksi sebagai berikut :



Karbondioksida yang dibebaskan oleh sel-sel khamir sebagai zat yang terlarut dalam bentuk ion bikarbonat. Apabila konsentrasi karbondioksida dalam cairan meningkat, gelembung-gelembung gas mulai terbentuk mengelilingi inti-inti udara

dalam adonan. Selama fermentasi, pengembangan volume udara dapat meningkat sampai dua kalinya (Utami, 1992).

Pada fermentasi akhir (*proofing*) adonan yang telah mengembang digilas untuk memerangkap oksigen baru sehingga yeast dapat aktif kembali untuk melakukan proses fermentasi lanjut. Pada tahap ini yeast memproduksi gas yang banyak dan mengadakan pelepasan gluten sehingga kenampakan pori-pori lebih seragam (Jones dan Mitchel, 1962). Roti yang difermentasikan secara optimal, akan menghasilkan rasa dan aroma yang lebih baik dari pada roti yang proses fermentasinya kurang serta banyak menggunakan gula dan *shortening*. Bila adonan diragikan pada suhu tinggi, adonan cenderung berasa asam dan berwarna keabu-abuan (Anonim, 1981).

c. Pemanggangan

Pada saat adonan dimasukkan kedalam oven, adonan langsung kontak dengan udara panas dari ruang pemanggangan dan lapisan film tampak terbentuk pada permukaan adonan, selanjutnya terjadi pengembangan roti. Pengembangan volume adonan dapat mencapai 30 %. Terdapat pengaruh fisik yang murni dari panas terhadap gas yang terjebak, sehingga menaikkan tekanan (Desrosier, 1988).

Proses pengovenan berpengaruh nyata terhadap terjadinya karamelisasi gula, melanoidin, serta terbentuk aroma karena adanya aldehid, keton, ester, asam, dan alkohol. Uap berperan penting dalam pemanggangan menentukan pecahnya permukaan kulit, kerak, kekerasan produk, dan penyebaran panas. Panas menentukan kecepatan penguapan dan kelembaban adonan menentukan porositas roti, daya simpan, dan sifat kerak. Pada saat terjadi aplikasi panas, tekanan gas, dan elastisitas gluten akan meningkat (Change, 1992).

Menurut Utami (1992), kenaikan volume tergantung pada kemampuan dinding sel adonan meregang dan menahan gas sampai pada kondisi adonan menjadi kaku. Pemanasan awal dapat menstimulir pembentukan gas oleh khamir. Panas pada volume konstan meningkatkan tekanan pada gas sehingga menyebabkan sel (jaringan tiga dimensi) mengembang (Anonim, 1991). Pengaruh pemanasan yang lain ialah kelarutan gas. Gas yang bebas ini juga membantu menaikkan tekanan dan mengembangkan adonan. Selama pembengkakan terjadi gelatinisasi pati pada suhu 50-65 °C sebagai akibat dari

degradasi pati. Pada suhu 60-70 °C mengalami denaturasi protein. Pemanggangan menyebabkan perpindahan protein dalam pati sehingga terjadi gelatinisasi pati dalam adonan (Desrosier, 1988).

Hal yang dapat membantu pengembangan gelembung gas ada dua hal. Pertama, granula pati bertambah ukurannya dan menjadi lebih terikat di dalam gluten. Kedua, air yang diperlukan oleh pati diambil dari struktur adonan yang dipanggang. Proses pemanggangan menentukan warna, porositas, daya cerna, dan flavour produk. Pemanasan menyebabkan gelatinisasi pati yang mempengaruhi pengembangan roti dan proses perubahan warna karena terjadinya karamelisasi pada interaksi gula dan protein yang menyebabkan warna agak gelap pada kerak (Pomeranz, 1987).

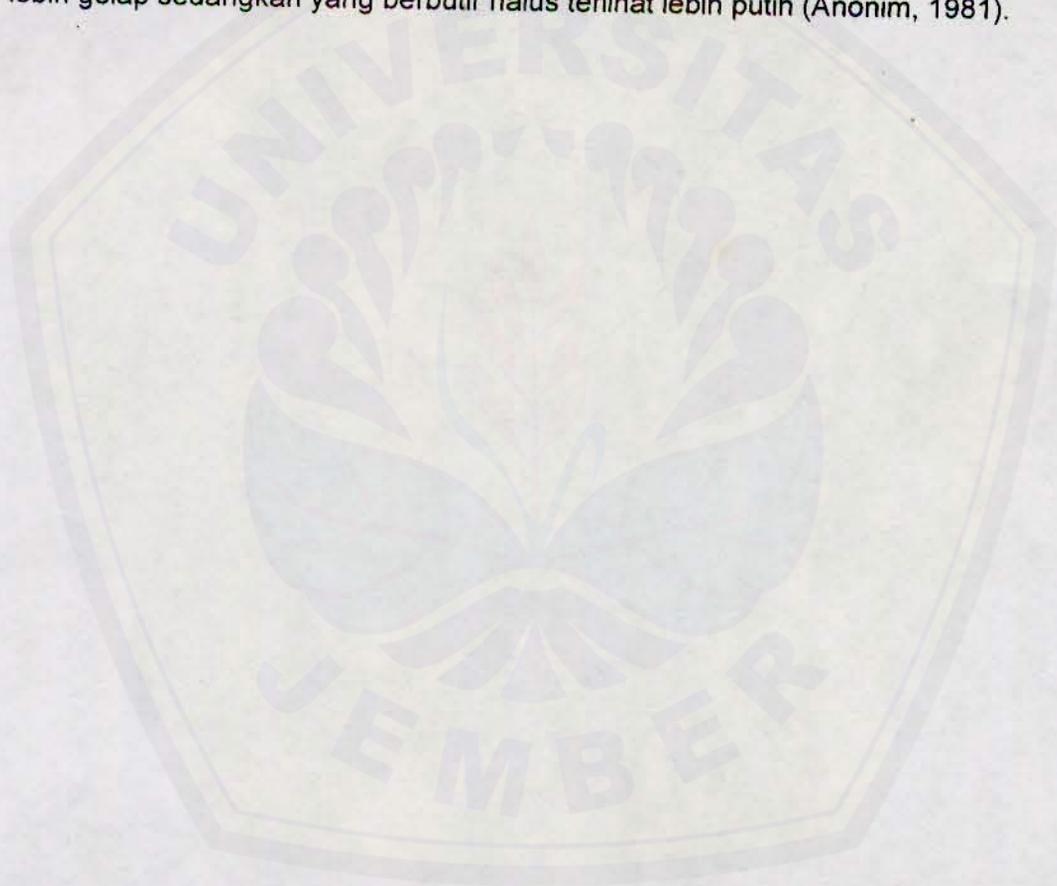
Akibat dari kerusakan pati dan pembentukan dekstrin menyebabkan timbulnya aroma dan mempengaruhi flavour yang terbentuk pada suhu 50-60 °C. Pada suhu tersebut, yeast mulai mati, pati mengalami gelatinisasi, protein mengalami koagulasi, dan enzim mengalami inaktivasi. Pada suhu 100 °C, volume akhir dan tekstur mulai terbentuk. Pada temperatur 110-150 °C, warna terlihat cerah dan gelap sebagai akibat dari karamel, dan pada temperatur 150-200 °C terbentuk warna coklat kehitaman (Pomeranz, 1987).

2.3.3 Karakteristik Fisik Roti

Untuk mengetahui roti yang baik harus memiliki kategori sifat bagian dalam dan bagian luar yang baik. Sifat bagian luar antara lain; volume dan warna kerak hasil pembakaran roti (Change, 1992). Sifat bagian luar untuk volume roti merupakan suatu ukuran yang penting bagi konsumen. Makin besar volume roti, makin lembut tekstur roti bila diraba tangan. Roti yang volumenya terlalu besar butirannya terbuka dan susunannya lemah. Roti yang volumenya kecil, butirannya kasar dan rongganya berlobang. Warna kerak diistilahkan dengan *bloom*, warna kerak yang menarik adalah coklat kekuningan, warna kerak yang timbul sebagai akibat dari gula yang mengalami karamelisasi dalam adonan dan suhu yang dibentuk ketika dioven. Warna yang tidak disukai adalah warna coklat gelap, coklat kemerah-merahan, coklat keabu-abuan, dan kuning pucat. Patahan atau robekan mempengaruhi kenampakan, patahan yang dikehendaki pada pinggir dan ujung roti terbuka, patahan tidak boleh berlebih. Ciri roti yang salah adalah patahan pada kerak, kurangnya sobekan yang dikehendaki, kerak keras,

atau tidak ada patahan sama sekali. Sifat kerak harus tipis dan mudah pecah, tidak tebal dan alot (Anonim, 1981).

Sifat-sifat bagian dalam yaitu; susunan remah, butiran remah yang halus dan seragam, serta tekstur. Tekstur dapat dirasakan jika diraba dan dapat dilihat jika roti diiris. Tekstur yang diinginkan yaitu halus, lembut, dan elastis. Keadaan keremahan roti dapat dilihat dengan menekan jari dan meraba-raba permukaan roti. Pada warna remah, susunan sel mempengaruhi warna yang diakibatkan pembiasan cahaya. Irisan roti dengan butiran kasar akan terlihat lebih gelap sedangkan yang berbutir halus terlihat lebih putih (Anonim, 1981).





III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK), dengan empat tingkat perlakuan dan pengelompokan atau pengulangan sebanyak tiga kali.

- A0 = tanpa perlakuan substitusi (kontrol).
- A1 = perlakuan substitusi tepung kimpul 5 %.
- A2 = perlakuan substitusi tepung kimpul 10 %.
- A3 = perlakuan substitusi tepung kimpul 15 %.

Rancangan diatas dihitung dengan model persamaan umum sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + E_{ij}$$

Keterangan :

- Y_{ij} = Nilai pengamatan untuk perlakuan ke-i, sampai ulangan (kelompok) ke-j.
- μ = Nilai pengamatan atau rata-rata.
- A_i = Nilai pengamatan ke-i.
- B_j = Nilai ulangan (kelompok) ke-j.
- E_{ij} = Galat percobaan dari pengamatan ke-i, sampai ulangan (kelompok) ke-j.

3.2 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati pada roti tawar ini adalah sebagai berikut :

1. Karakteristik fisik, kimia, dan fisikokimia yaitu; warna kerak, warna remah, tekstur, struktur remah, kadar air, dan daya kembang.
2. Mutu organoleptis terhadap aspek; warna kerak, warna remah, tekstur, aroma, rasa, dan kesukaan.

3.3 Hipotesa

1. Penggunaan substitusi tepung umbi kimpul dalam pembuatan roti tawar akan mempengaruhi karakteristik fisik, kimia, fisikokimia, dan mutu organoleptis roti tawar.
2. Lama simpan roti tawar dengan substitusi tepung umbi kimpul akan berpengaruh terhadap tekstur dan kadar air roti tawar.
3. Penggunaan substitusi tepung umbi kimpul tertentu akan menghasilkan roti tawar dengan mutu organoleptis yang masih baik.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah; oven, timbangan terigu, *beaker glass* 500 ml, *colour reader*, *steamer*, *rheotex*, pisau roti, pengaduk adonan, eksikator, botol timbang, cetakan roti tawar, *roll*, dan timbangan analitis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah; tepung kimpul, terigu merk Kereta Kencana, mentega putih, garam, susu skim, *improver*, air, yeast, dan gula.

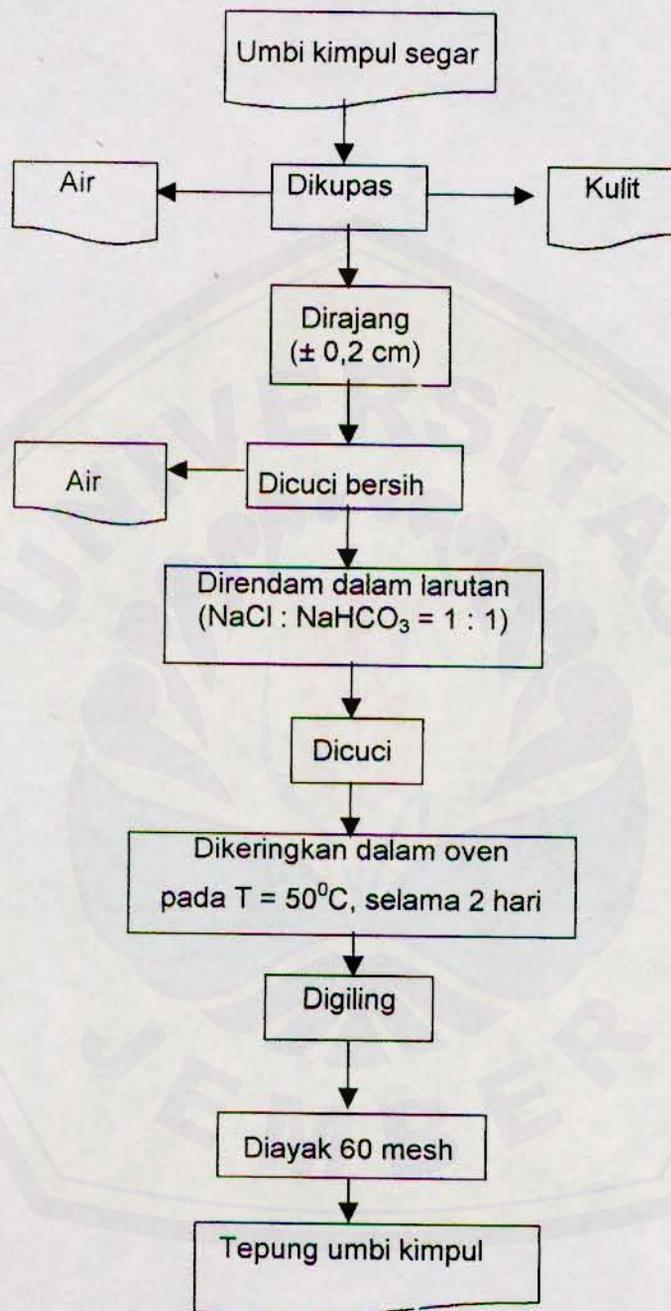
3.4.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Pengendalian Mutu Fakultas Teknologi Pertanian dan unit BBC (*Bogasari Baking Centre*) Universitas Jember. Pelaksanaan dimulai bulan Mei 2003 sampai dengan bulan Juni 2003.

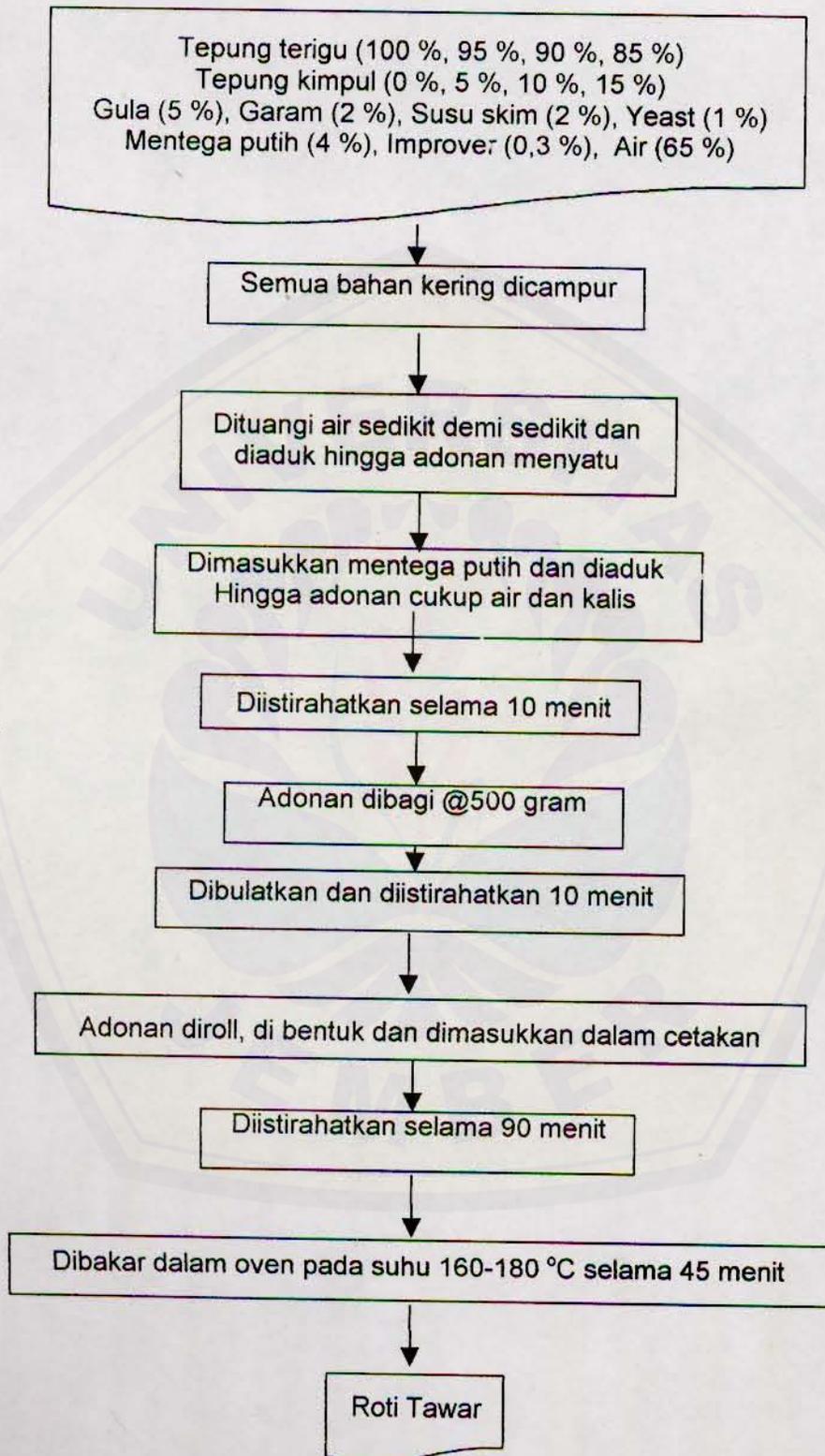
3.4.3 Tahap Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari 3 tahap kegiatan utama, yaitu :

1. Pembuatan tepung umbi kimpul. Prosedur pembuatan tepung kimpul secara lengkap dapat dilihat pada diagram alir pada **Gambar 1**.
2. Pembuatan roti tawar (berdasarkan resep Bogasari). Prosedur pembuatan roti tawar secara lengkap dapat dilihat dalam diagram alir pada **Gambar 2**.
3. Analisa karakteristik fisik, kimia, fisikokimia, dan mutu organoleptis roti tawar.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan tepung umbi kimpul



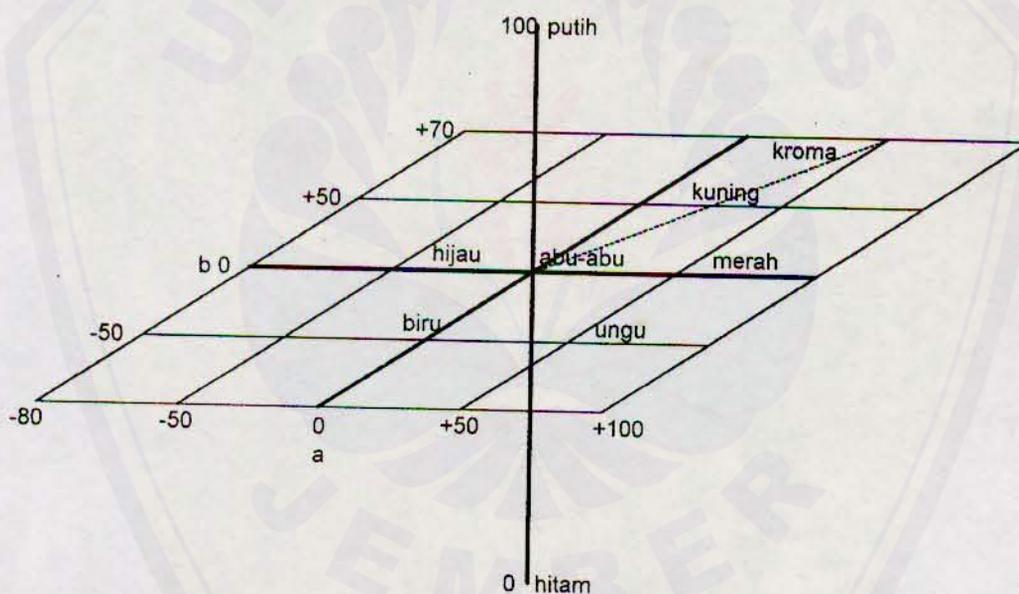
Gambar 2. Diagram alir pembuatan roti tawar

3.5 Prosedur Analisa

3.5.1 Prosedur Analisa Karakteristik Fisik, Kimia, dan Fisikokimia

a. Warna Kerak dan Remah (Metode Colorimetri)

Roti tawar (bagian luar untuk warna kerak dan bagian dalam untuk warna remah), dilihat nilai a dan b dengan menggunakan alat *colour reader* pada tiga tempat berbeda yang mewakili warna keseluruhan roti tawar. Kemudian dihitung nilainya dengan menggunakan rumus Kroma. Kroma adalah derajat warna yang ditunjukkan dengan nilai akar dari a dan b kuadrat, yaitu; $c = (a^2 + b^2)^{0.5}$ (Gruenwedel, 1984). Nilai a berkisar antara -100 sampai +100, yang menunjukkan warna hijau hingga merah. Nilai b berkisar antara -70 sampai +70, yang menunjukkan warna biru hingga kuning (Kreamer and Twigg, 1973). Diagram dimensi warna a, dan b ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Diagram dimensi warna dan perbedaan rentang warna a dan b

b. Tekstur

Pengukuran tekstur dilakukan dengan menggunakan alat *rheotex*, dilakukan pengukuran pada bagian dalam irisan roti tawar pada lima titik yang berbeda dilakukan selama tujuh hari berturut-turut dan dimulai pada hari ke-0.

c. Struktur Remah (Metode Pemotretan Digital)

Roti tawar diambil bagian tengahnya, dengan cara dipotong 5 cm dari masing-masing tepi roti tawar. Kemudian dipotret pori-pori remah roti dari bagian atas, dengan menggunakan kamera digital.

d. Kadar Air (Metode Gravimetri)

Botol timbang yang akan digunakan dioven terlebih dahulu selama 15 menit, didinginkan dalam eksikator kemudian ditimbang (a gram). Sampel yang telah dihaluskan sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam botol timbang (b gram). Sampel kemudian dioven pada suhu 100-105 °C selama 3-5 jam. Setelah itu botol timbang didinginkan dalam eksikator dan setelah dingin ditimbang. Botol timbang dikeringkan kembali dalam oven selama 30 menit, kemudian didinginkan dalam eksikator dan setelah dingin ditimbang kembali. Hal ini dilakukan berulang kali hingga diperoleh berat yang konstan (c gram) dan dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ KA} = \{(b - c)/(b - a)\} \times 100 \% \text{ (Sudarmadji, 1997).}$$

e. Daya Kembang (Metode Millet)

Biji millet diisikan ke dalam wadah, yang cukup untuk menampung roti tawar matang, hingga permukaan. Kemudian diukur volumenya dengan menggunakan gelas ukur 500 ml (V1). Adonan roti dimasukkan dalam wadah, kemudian biji millet dimasukkan ke wadah hingga rata permukaan dan dihitung volumenya (V2). Adonan roti tawar di-*steamer* dan dioven hingga matang, kemudian diangin-anginkan sampai roti tawar benar-benar dingin. Roti tawar matang diletakkan dalam wadah dan diisikan biji millet hingga rata permukaan wadah dan diukur volumenya (V3). Persentase daya kembang dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Daya Kembang} = \{(V1 - V2) / (V1 - V3)\} \times 100 \%$$

3.5.2 Uji Mutu Organoleptis

Uji organoleptis dilakukan untuk mengetahui suatu komoditi dapat diterima oleh masyarakat atau tidak. Kepada panelis disajikan sampel roti berkode dan meminta para panelis untuk memberi penilaian (skor) berdasarkan kesukaan terhadap; warna remah, warna kerak, rasa, aroma, tekstur, dan keseluruhan.

Tabel 4. Kriteria dan Nilai Skala yang Digunakan pada Uji Mutu Organoleptis**a. Warna Kerak**

Intensitas Warna Kerak	Skor
Sangat Coklat	1
Coklat kemerahan	2
Coklat	3
Coklat kekuningan	4
Coklat pucat	5

b. Warna Remah

Intensitas Warna Remah	Skor
Sangat gelap	1
gelap	2
Agak gelap	3
Cerah	4
Sangat cerah	5

c. Rasa

Intensitas Rasa	Skor
Sangat enak	1
Enak	2
Sedikit enak	3
Tidak enak	4
Sangat tidak enak	5

d. Aroma

Intensitas Aroma	Skor
Sangat khas roti	1
Khas roti	2
Sedikit khas roti	3
Tidak beraroma	4
Apek	5

e. Tekstur

Intensitas Tekstur	Skor
Sangat tidak empuk	1
Tidak empuk	2
Agak empuk	3
Empuk	4
Sangat empuk	5

f. Kesukaan

Intensitas Kesukaan	Skor
Sangat suka	1
Suka	2
Sedikit suka	3
Biasa	4
Tidak suka	5

3.6 Analisa Data

Data yang didapat disajikan secara deskriptif kuantitatif, dan pengaruh substitusi tepung umbi kimpul terhadap karakteristik fisik, kimia, fisikokimia, dan mutu organoleptis roti tawar diuji dengan uji sidik ragam. Kemudian untuk mengetahui beda masing-masing perlakuan dengan kontrol, dilanjutkan dengan uji beda menggunakan uji Dunnett. Uji Dunnett merupakan suatu alat pengujian perbandingan semua nilai tengah perlakuan terhadap kontrol (Gaspersz, 1995).

3.7 Batasan Istilah

1. Umbi-umbian lokal : jenis umbi-umbian yang terdapat di wilayah setempat.
2. Sifat fisik bahan pangan : karakter suatu bahan pangan yang didasarkan atas ukuran-ukuran dalam dimensi fisik.
3. Sifat kimia bahan pangan : karakter suatu bahan pangan yang didasarkan atas ukuran-ukuran dalam dimensi kimia.
4. Sifat fisikokimia bahan pangan : Karakter suatu bahan yang didasarkan atas hubungan antara ukuran-ukuran dalam dimensi fisik dan kimia.
5. Gluten : merupakan salah satu jenis protein yang dibentuk oleh glutenin dan gliadin dengan adanya air.
6. Warna kerak roti tawar : warna pada bagian luar/kulit roti tawar.

7. Warna remah roti tawar : warna pada bagian dalam/remah roti tawar.
8. Struktur remah roti tawar : kerataan letak pori-pori pada remah roti tawar.
9. Daya kembang roti tawar : kekuatan adonan roti tawar untuk memperbesar volume roti tawar yang dihasilkan.
10. Tekstur : tingkat keempukan roti tawar pada saat ditekan.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Fisik, Kimia, dan Fisikokimia Roti Tawar

Karakteristik fisik, kimia, dan fisikokimia roti tawar digambarkan oleh warna kerak, warna remah, tekstur, struktur remah, kadar air, dan daya kembang roti tawar. Karakteristik ini memiliki peranan dalam penentuan mutu suatu produk roti tawar yang dihasilkan. Nilai karakteristik fisik, kimia, dan fisikokimia yang baik menggambarkan mutu roti tawar yang baik pula. Nilai rerata karakteristik fisik, kimia, dan fisikokimia dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Rerata Karakteristik Fisik, Kimia, dan Fisikokimia Roti Tawar

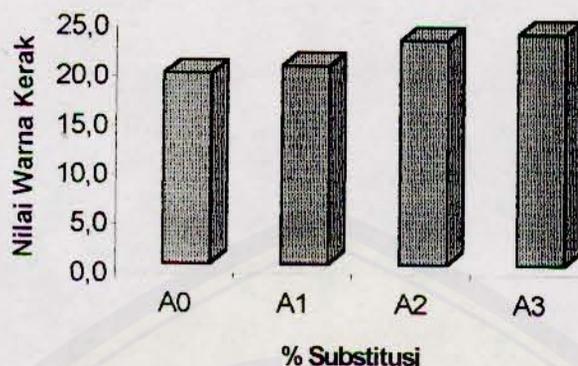
Parameter	Tingkat Substitusi			
	0 %	5 %	10 %	15 %
Warna Kerak	19,34	20,59	21,56	23,40
Warna Remah	12,76	13,58	16,66	18,66
Tekstur (gr/10 mm)	28,73	36,27	49,2	66,93
Kadar Air (%)	30,73	32,53	35,3	37,2
Daya Kembang (%)	300,54	294,03	259,55	234,71

4.1.1 Warna Kerak Roti Tawar

Warna kerak roti tawar adalah warna pada bagian luar roti tawar. Warna kerak terbentuk akibat dari karamelisasi gula sisa (gula yang tidak habis selama fermentasi) dengan protein, yang akan membentuk melanoidin. Melanoidin menyebabkan warna kecoklatan pada kerak pada saat pemanggangan, sehingga terbentuk warna coklat kekuningan yang merata pada permukaan roti. Warna kerak roti tawar penting untuk diketahui, sebab umumnya penilaian suatu mutu produk pertama kali dilihat pada kenampakan fisiknya. Kenampakan warna kerak roti tawar yang baik, memberikan penilaian awal yang baik terhadap mutu roti tawar.

Nilai warna kerak didapat dengan rumus kroma, semakin besar nilai kroma menunjukkan semakin gelap warna kerak roti tawar yang dihasilkan. Adanya kecenderungan peningkatan nilai warna kerak dengan semakin besarnya nilai substitusi dapat dilihat pada Gambar 4.





Gambar 4. Nilai rerata warna kerak roti tawar

Warna kerak roti tawar dengan substitusi tepung umbi kimpul berkisar antara nilai 20,6 - 23,4, yang menunjukkan warna kuning kecoklatan hingga agak coklat. Nilai warna kerak roti tawar untuk kontrol adalah 19,3, yang menunjukkan warna kuning kecoklatan (Lampiran 1, halaman 43). Uji beda substitusi tepung umbi kimpul terhadap kontrol untuk warna kerak roti tawar dapat dilihat pada **Tabel 6**.

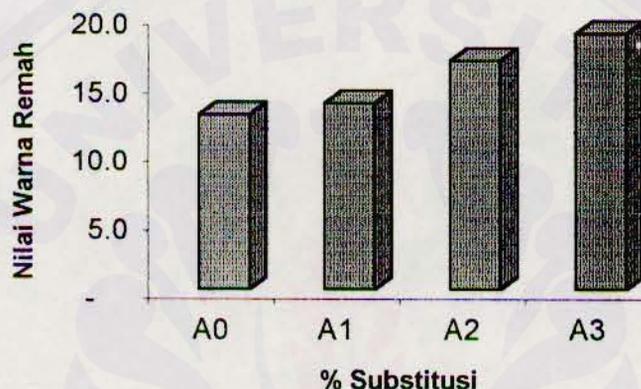
Tabel 6. Hasil Uji Dunnett Warna Kerak Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	19.3 ^a	0	ns
A1	20.6 ^a	1.3	ns
A2	21.6 ^a	2.3	ns
A3	23.4 ^b	4.1	*

Pada **Tabel 6** menunjukkan warna kerak roti tawar yang disubstitusi tepung umbi kimpul sebesar 5 % dan 10 % tidak berbeda nyata dengan kontrol, dan mulai berbeda nyata pada perlakuan substitusi 15 %. Hal ini dikarenakan kandungan gula dan protein dalam adonan, yang menyebabkan terbentuknya warna kecoklatan pada kerak roti tawar saat adonan dipanaskan. Kandungan gula yang sama pada masing-masing perlakuan akan memberikan pewarnaan yang sama, sesuai dengan suhu dan waktu pengovenan yang seragam. Jumlah gula yang lebih banyak jika dibandingkan dengan protein, menyebabkan pembentukan karamel yang lebih banyak dan menghasilkan warna yang lebih gelap pada konsentrasi substitusi 15 %.

4.1.2 Warna Remah Roti Tawar

Warna remah roti tawar adalah warna pada bagian dalam atau warna pada bagian remah roti tawar. Warna remah roti tawar penting untuk diketahui, karena menyangkut tingkat kecerahan bagian dalam roti saat diiris. Pada warna remah penyebab pewarnaannya sama dengan warna kerak. Namun untuk warna remah karena bagian dalam sehingga tidak kontak langsung dengan sumber panas, dan warnanya lebih cerah (kuning) dibandingkan warna kerak (coklat kekuningan).



Gambar 5. Nilai rerata warna remah roti tawar

Pada Gambar 5 nampak ada kecenderungan dengan semakin besarnya nilai substitusi tepung umbi kimpul akan semakin gelap warna remah roti tawar yang dihasilkan. Nilai 12,8 untuk kontrol, menunjukkan warna kuning cerah. Kisaran 13,6 hingga 18,7 untuk substitusi tepung umbi kimpul, menunjukkan warna kuning cerah hingga agak gelap pada warna remah roti tawar (Lampiran 1, halaman 43).

Tabel 7. Hasil Uji Dunnett Warna Remah Roti Tawar

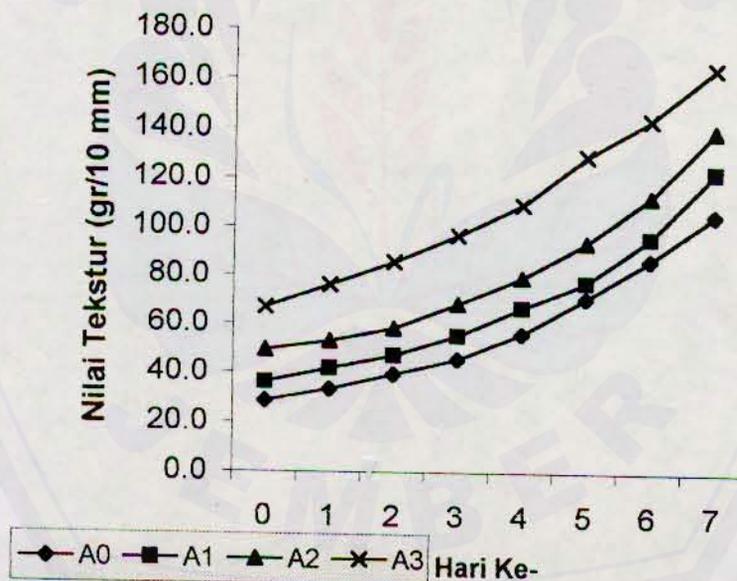
Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	12.8 ^a	0	ns
A1	13.6 ^a	0.8	ns
A2	16.7 ^b	3.9	*
A3	18.7 ^c	5.9	*

Pada hasil uji beda diketahui tidak ada perbedaan yang nyata untuk perlakuan substitusi 5 %, namun berbeda nyata pada substitusi 10 % dan 15 %. Mulai tingkat substitusi 10 % warna remah roti tawar menjadi lebih gelap, karena

tingkat substitusi yang semakin besar menyebabkan adonan menjadi lebih gelap, dan mempengaruhi tingkat kecerahan warna remah roti tawar yang dihasilkan. Karamelisasi gula juga terjadi pada remah roti tawar, namun suhu yang lebih rendah pada bagian dalam roti tawar saat pemanggangan menyebabkan karamelisasi yang terjadi hanya sedikit.

4.1.3 Tekstur Roti Tawar

Tekstur roti tawar adalah tingkat keempukan roti tawar pada saat ditekan. Tekstur roti tawar sangat penting untuk diketahui, karena berkaitan dengan kemudahan hancurnya remah roti tawar pada saat pengunyahan. Tekstur ini dipengaruhi oleh kadar amilosa bahan. Dimana amilosa lebih cepat mengalami kristalisasi dibandingkan amilopektin, sehingga dapat menimbulkan sifat keras pada roti (Kent's, 1994).



Gambar 6. Nilai rerata perubahan tekstur roti tawar selama penyimpanan 7 hari

Nilai tekstur untuk kontrol mengalami kecenderungan peningkatan mulai 10,3 gr/10 mm hingga 11,1 gr/10 mm setiap hari. Tekstur roti tawar dengan substitusi mengalami peningkatan 11,6 gr/10 mm hingga 14,1 gr/10 mm setiap hari, dimana semakin besar nilai maka semakin keras tekstur roti tawar (Lampiran 1, halaman 43).

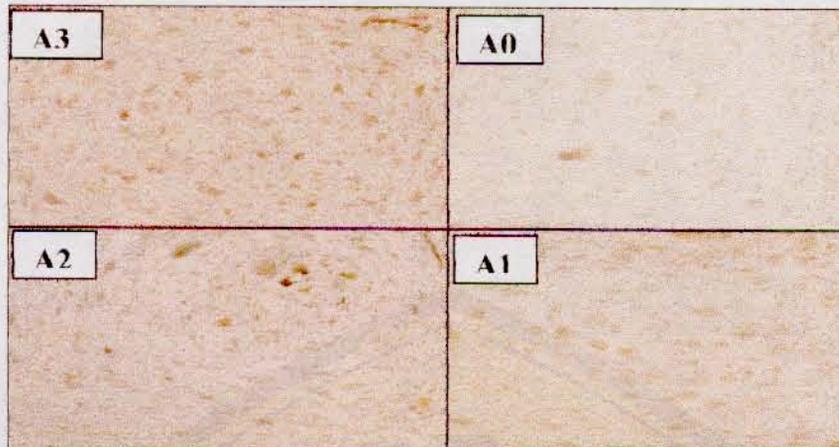
Tabel 8. Hasil Uji Dunnett Tekstur Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	10.9 ^a	0	ns
A1	12.3 ^a	1.4	ns
A2	12.9 ^a	2.0	ns
A3	13.9 ^b	3.0	*

Pada **Tabel 8** diketahui untuk nilai substitusi 5 % dan 10 % tidak berbeda nyata dengan kontrol, dan berbeda nyata untuk nilai substitusi 15 % pada perubahan nilai tekstur selama tujuh hari penyimpanan. Hal ini dipengaruhi kandungan amilosa kimpul yang lebih tinggi, 23,95 % (Costa, 1999), dibandingkan terigu, 19 % (Kent's, 1994). Pada nilai substitusi 15 % kandungan amilosa bahan meningkat, menyebabkan kristalisasi amilosa juga meningkat dan menimbulkan sifat keras pada roti tawar. Tingkat kekerasan tekstur juga dipengaruhi oleh daya kembang roti tawar. Daya kembang roti tawar yang rendah menyebabkan roti tawar menjadi agak bantat, dan teksturnya menjadi padat dan keras.

4.1.4 Struktur Remah Roti Tawar

Struktur remah roti tawar merupakan kerataan letak pori-pori pada remah roti tawar. Struktur remah roti dipengaruhi oleh daya kembang roti tersebut. Semakin besar volume roti, semakin lembut roti bila disentuh dan ditekan oleh jari. Namun untuk roti yang volumenya terlalu besar butirannya akan terbuka dan susunannya lemah. Roti yang volumenya terlalu kecil, butirannya kasar dan rongganya berlobang (Anonim, 1981). Struktur remah untuk roti tawar yang dihasilkan dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Keterangan : A0 = kontrol; A1 = substitusi 5 %;
A2 = substitusi 10 %; A3 = substitusi 15 %.

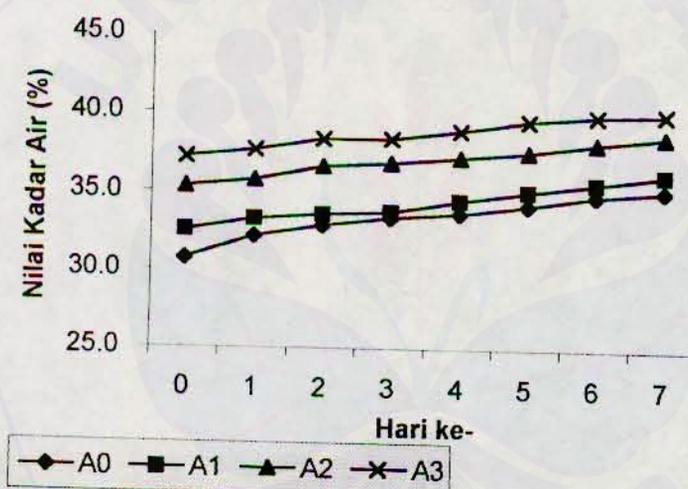
Gambar 9. Struktur remah roti tawar

Pada **Gambar 9** terlihat pada pori-pori roti tawar dengan substitusi 10 % dan 15 % lebih besar dan tidak seragam, jika dibandingkan dengan substitusi 0 % dan 5 %. Volume roti yang kurang mengembang pada substitusi 10 % dan 15 % menyebabkan gas CO_2 yang tidak terperangkap jaringan tiga dimensi gluten mendesak adonan, sehingga membuat rongga yang berlobang pada remah roti. Menurut Hudaya dkk (2002), keseragaman pori roti tawar berkaitan dengan kemampuan dan kekuatan penahanan gas. Hal ini juga berhubungan erat dengan sifat fisik yaitu pengembangan volume roti tawar. Standar yang tetap untuk keseragaman roti tawar hingga kini belum ada, namun hendaknya pori-pori roti tawar seragam dengan rongga yang kecil (Mudjisihono dkk, 1993). Pada perlakuan substitusi 5 % keseragaman pori yang dihasilkan masih menyerupai roti tawar kontrol, karena adonan masih memiliki jumlah gluten yang mencukupi untuk memerangkap gas CO_2 dan menahannya, serta mengembangkan volume roti tawar.

4.1.5 Kadar Air Roti Tawar

Kadar air roti tawar adalah kandungan air bebas yang dimiliki oleh roti tawar. Dimana kadar air roti tawar ini akan mengalami penurunan selama penyimpanan pada suhu ruang, akibat dari penguapan kandungan air roti tawar yang terbawa oleh udara lingkungan penyimpanan.

Akan tetapi pada pengamatan terjadi peningkatan nilai kadar air roti tawar yang dihasilkan. Nilai kadar air roti tawar kontrol mengalami peningkatan mulai dari 0,5 % hingga 0,7 % setiap harinya. Nilai kadar air roti tawar dengan substitusi mengalami peningkatan 0,2 % hingga 0,7 % setiap harinya (Lampiran 1, halaman 46). Nilai rerata perubahan kadar air roti tawar selama tujuh hari penyimpanan dapat dilihat pada **Gambar 7**.



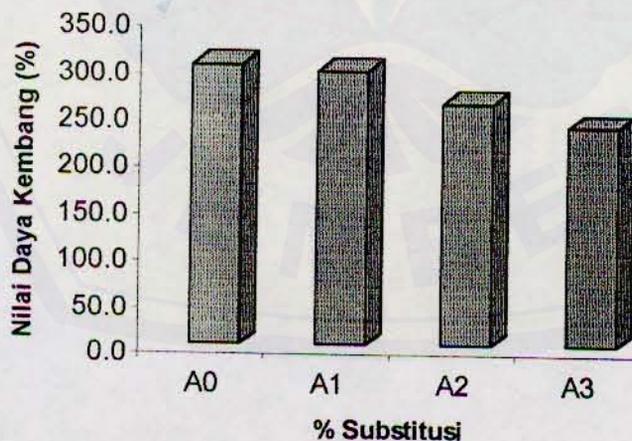
Gambar 7. Nilai rerata perubahan kadar air roti tawar selama penyimpanan 7 hari

Pada **Gambar 7** terlihat adanya kecenderungan peningkatan nilai kadar air selama penyimpanan tujuh hari, dimana seharusnya mengalami penurunan. Penyimpangan ini dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan roti tawar dan tumbuhnya jamur. Kondisi penyimpanan roti tawar pada saat pengamatan, disimpan dalam plastik yang tebal dan dibiarkan dalam ruangan terbuka. Hal ini menyebabkan kandungan air roti tawar yang seharusnya menguap terperangkap di dalam plastik, sehingga air dapat terserap kembali oleh roti tawar. Roti tawar merupakan produk semi basah sehingga memiliki kandungan air yang cukup tinggi. Kadar air maksimal menurut SNI roti tawar dalam Hudaya dkk (2002)

adalah 40 %. Kandungan air roti tawar yang cukup tinggi memudahkan jamur untuk hidup dan berkembang biak. Keberadaan jamur ikut mempengaruhi peningkatan kadar air roti tawar selama penyimpanan, akibat dari kandungan air yang juga dimiliki jamur. Aktivitas jamur ini mulai tampak pada hari ke-6 penyimpanan roti tawar.

4.1.6 Daya Kembang Roti Tawar

Daya kembang roti tawar merupakan tingkat kekuatan adonan roti untuk mengembang. Daya kembang ini memiliki peranan penting terhadap kenampakan fisik roti tawar yang dihasilkan. Daya kembang yang rendah menunjukkan bahwa roti tidak dapat mengembang (bantat) yang menyebabkan tekstur padat dan keras. Pengembangan volume roti tawar dipengaruhi oleh aktivitas ragi yang dapat memproduksi gas CO_2 , kandungan gluten adonan, dan suhu pemanggangan awal. Aktivitas ragi yang baik selama fermentasi akan dapat memproduksi gas CO_2 secara optimal dan kemudian gas CO_2 tersebut akan terperangkap dan ditahan oleh gluten. Saat adonan dimasukkan ke dalam oven pada suhu pemanggangan awal, tekanan gas CO_2 yang terjebak dalam adonan akan meningkat sehingga mengembangkan volume adonan.



Gambar 8. Nilai rerata daya kembang roti tawar

Pada Gambar 8 terlihat dengan adanya substitusi tepung umbi kimpul cenderung menurunkan daya kembang roti tawar. Persentase pengembangan kontrol adalah 300,5 % sedangkan dengan substitusi berkisar 234,7 – 294 % (Lampiran 1, halaman 48).

Tabel 9. Hasil Uji Dunnett Daya Kembang Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	300.5 ^a	0	ns
A1	294.0 ^a	6.5	ns
A2	259.6 ^b	40.9	*
A3	234.7 ^c	65.8	*

Pada **Tabel 9**, tidak ada perbedaan yang nyata pada nilai substitusi 5 %, namun berbeda nyata pada nilai substitusi 10 % dan 15 %. Hal ini dikarenakan kadar protein pembentuk gluten dalam adonan menurun akibat adanya substitusi, sehingga gluten yang akan membentuk jaringan tiga dimensi untuk memerangkap gel pati dalam proses pengembangan pati juga akan berkurang.

4.2 Mutu Organoleptis Roti Tawar

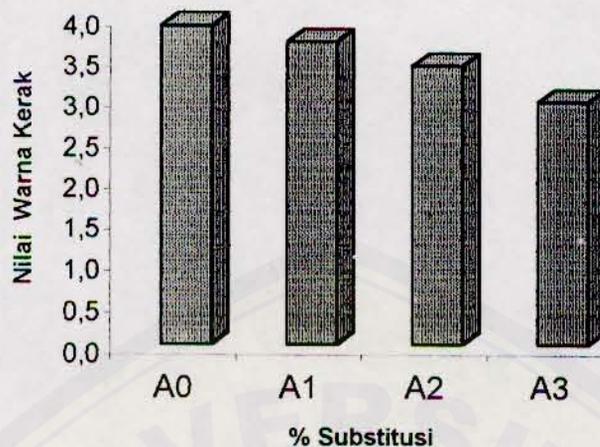
Pengujian organoleptis diperlukan untuk mengetahui penilaian maupun penerimaan konsumen terhadap produk roti tawar dengan substitusi tepung umbi kimpul. Dimana pengujian ini meliputi warna kerak, warna remah, tekstur, aroma, rasa, dan keseluruhan.

Tabel 10. Nilai Rerata Mutu Organoleptis Roti Tawar

Parameter	Tingkat Substitusi			
	0 %	5 %	10 %	15 %
Warna Kerak	3,90	3,70	3,40	2,95
Warna Remah	4,25	3,90	2,75	2,00
Tekstur	4,50	4,15	2,95	2,10
Aroma	4,65	4,50	3,60	2,70
Rasa	4,45	4,10	3,25	2,85
Keseluruhan	4,65	4,55	3,5	2,7

4.2.1 Warna Kerak Roti Tawar

Warna kerak sangat mempengaruhi penilaian pertama seseorang terhadap mutu keseluruhan produk. Warna kerak yang menarik akan memberikan nilai yang baik pula bagi mutu keseluruhan produk. Warna kerak (*bloom*) yang menarik adalah coklat kekuningan, dan yang tidak menarik adalah warna coklat gelap, coklat kemerah-merahan, coklat keabu-abuan maupun kuning pucat (Anonim, 1981).



Gambar 10. Nilai rerata organoleptis warna kerak roti tawar

Pada **Gambar 10** terlihat adanya kecenderungan penurunan penilaian dengan semakin besar konsentrasi substitusi tepung umbi kimpul. Nilai 3,9 dan 3,7 untuk kontrol dan perlakuan substitusi 5 %, yang menunjukkan penilaian warna coklat kekuningan. Perlakuan substitusi 10 % dan 15 % memiliki nilai 3,4 dan 3,0 yang menunjukkan warna coklat (Lampiran 2, halaman 49).

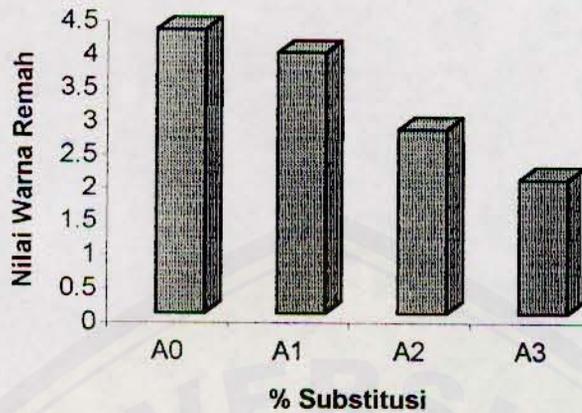
Tabel 11. Hasil Uji Dunnett Organoleptis Warna Kerak Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	3.9 ^a	0	ns
A1	3.7 ^a	0.2	ns
A2	3.4 ^a	0.5	ns
A3	3.0 ^b	0.9	*

Pada uji beda tidak tampak adanya perbedaan yang nyata antara perlakuan substitusi 5 % dan 10 % dengan kontrol, dan mulai berbeda nyata pada perlakuan substitusi 15 %. Hal ini menunjukkan bahwa menurut panelis perlakuan substitusi 5 % dan 10 % masih dapat diterima (baik) seperti kontrol.

4.2.2 Warna Remah Roti Tawar

Nilai uji mutu organoleptis untuk warna remah adalah 4,3 dan 3,9 masing-masing untuk kontrol dan substitusi 5 %, yang menunjukkan warna cerah. Nilai 2,8 untuk substitusi 10 % dengan warna agak gelap, dan 2 untuk substitusi 15 % dengan warna gelap (Lampiran 2, halaman 50). Kecenderungan penurunan penilaian dapat dilihat pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Nilai rerata organoleptis warna remah roti tawar

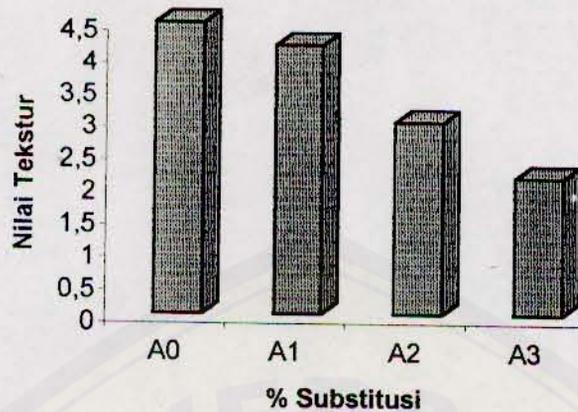
Tabel 12. Hasil Uji Dunnett Organoleptis
Warna Remah Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	4.3 ^a	0	ns
A1	3.9 ^a	0.4	ns
A2	2.8 ^b	1.5	*
A3	2.0 ^c	2.3	*

Berdasarkan hasil uji dunnett diketahui bahwa hanya perlakuan substitusi 5 % yang tidak berbeda nyata dengan kontrol, dan berbeda nyata untuk perlakuan substitusi 10 % dan 15 %. Sebab dengan tingkat substitusi tepung umbi kimpul yang lebih besar akan memberikan pengaruh warna gelap pada adonan dan remah roti tawar yang dihasilkan.

4.2.3 Tekstur Roti Tawar

Tekstur roti tawar dinilai dengan indera peraba. Tekstur yang baik pada roti tawar adalah lunak, lembut, dan tidak meremah. Tekstur juga mempengaruhi penampakan makanan dan penerimaan konsumen (Matz, 1972). Hasil uji organoleptis untuk kesukaan terhadap tekstur : kontrol (4,5) menunjukkan tekstur yang cenderung sangat empuk, substitusi 5 % (4,15) menunjukkan tekstur yang empuk, substitusi 10 % (2,95) menunjukkan tekstur agak empuk, dan substitusi 15 % (2,1) untuk tekstur yang tidak empuk (Lampiran 2, halaman 51).



Gambar 12. Nilai rerata organoleptis tekstur roti tawar

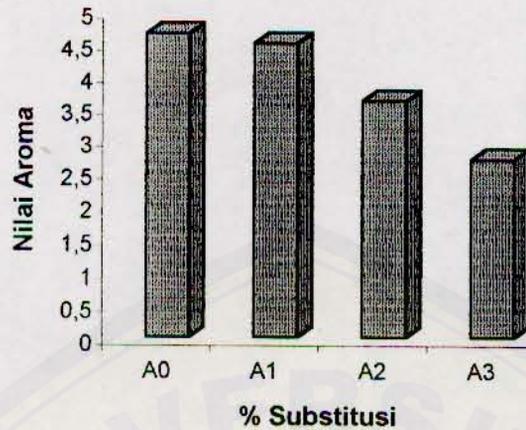
Tabel 13. Hasil Uji Dunnett Organoleptis
Tekstur Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	4.5 ^a	0	ns
A1	4.2 ^a	0.3	ns
A2	3.0 ^b	1.5	*
A3	2.1 ^c	2.4	*

Pada Tabel 13 tampak bahwa hanya perlakuan substitusi 5 % yang tidak berbeda nyata dengan kontrol dan mulai berbeda nyata pada perlakuan substitusi 10 %. Hal ini dikarenakan jumlah kandungan protein pembentuk gluten yang berkurang dengan semakin besarnya tingkat substitusi pada adonan. Kandungan gluten yang rendah dapat menyebabkan roti menjadi kurang mengembang dan agak bantat, sehingga mempengaruhi tekstur roti tawar menjadi lebih keras dibanding kontrol.

4.2.4 Aroma Roti Tawar

Aroma ditentukan melalui cara mencium produk dengan teliti (Anonim, 1981). Aroma roti tawar dapat terbentuk dengan adanya kandungan aldehid pada gula, protein pada tepung, dan *shortening*. Penilaian panelis untuk aroma adalah 4,7 dan 4,5 untuk kontrol dan substitusi 5 %, yang menunjukkan aroma sangat khas roti. Nilai 3,6 untuk substitusi 10 % dengan aroma sedikit khas roti, dan 2,7 untuk substitusi 15 % yang menunjukkan roti tawar tidak beraroma (Lampiran 2, halaman 52). Kecenderungan penurunan penilaian aroma roti tawar dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Nilai rerata organoleptis aroma roti tawar

Tabel 14. Hasil Uji Dunnett Organoleptis Aroma Roti Tawar

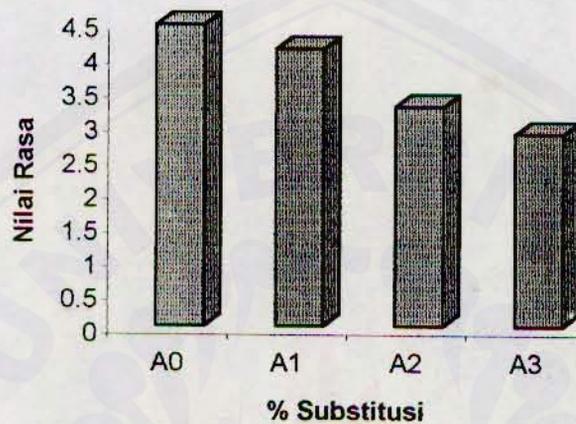
Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	4.7 ^a	0	ns
A1	4.2 ^a	0.5	ns
A2	3.0 ^b	1.7	*
A3	2.1 ^c	2.6	*

Berdasarkan hasil uji beda perlakuan substitusi 5 % tidak berbeda nyata dengan kontrol, karena masih memiliki aroma khas roti. Pada perlakuan substitusi 10 % dan 15 % mulai kurang disukai oleh panelis (tidak berbeda nyata dengan kontrol). Adanya substitusi tepung umbi kimpul yang sedikit mengandung protein, akan menurunkan jumlah protein adonan dan menurunkan aroma khas roti yang dihasilkan. Dimana aroma roti disebabkan oleh interaksi gula reduksi dan asam amino dengan adanya kandungan aldehid dari gula, protein dari tepung dan *shortening* (Kent's, 1994).

4.2.5 Rasa Roti Tawar

Rasa roti tawar dipengaruhi oleh bahan penyusun roti yang dapat menimbulkan cita rasa antara lain; tepung terigu, *shortening*, air, garam, dan ragi. Lemak yang terkandung pada bahan merupakan unsur utama pembentuk cita rasa lezat dan meningkatkan nilai gizi roti tawar (Desrosier, 1988). Komponen cita rasa juga terbentuk sebagai akibat proses karamelisasi gula dan interaksi gula dengan protein (Pomeranz, 1987).

Penilaian untuk rasa oleh panelis adalah 4,5 dan 4,1 untuk kontrol dan substitusi 5 % yang menunjukkan rasa enak, sedangkan untuk perlakuan substitusi 10 % dan 15 % adalah 3,3 dan 2,9 yang menunjukkan rasa sedikit enak (Lampiran 2, halaman 53). Kecenderungan penurunan penilaian panelis terhadap rasa roti tawar tampak pada **Gambar 14**.



Gambar 14. Nilai rerata organoleptis rasa roti tawar

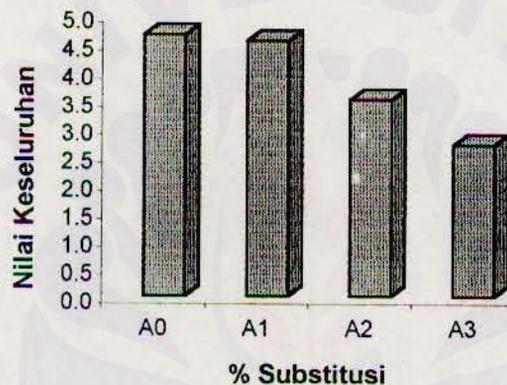
Tabel 15. Hasil Uji Dunnett Organoleptis Rasa Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	4.5 ^a	0	ns
A1	4.1 ^a	0.4	ns
A2	3.3 ^b	1.2	*
A3	2.9 ^c	1.6	*

Pada tabel uji beda menunjukkan perbedaan yang tidak nyata untuk perlakuan substitusi 5 % dengan kontrol, namun berbeda nyata untuk perlakuan substitusi 10 % dan 15 %. Hal ini disebabkan perlakuan substitusi yang tinggi akan ikut mempengaruhi cita rasa gandum yang digantikan dengan cita rasa umbi kimpul yang khas. Selain itu cita rasa yang terbentuk oleh interaksi gula dengan protein akan menurun dengan semakin berkurangnya protein dalam adonan. Jika interaksi gula dengan protein menurun, maka cita rasa roti tawar yang terbentuk juga akan menurun.

4.2.6 Keseluruhan Roti Tawar

Penilaian keseluruhan dilakukan oleh panelis setengah terlatih (mahasiswa) terhadap kenampakan luar dan dalam, serta aroma, rasa, dan keempukan roti tawar. Penilaian dilakukan dengan cara produk dilihat dan dicicipi oleh panelis. Penilaian secara keseluruhan oleh panelis adalah 4,7 dan 4,6 untuk kontrol dan substitusi 5 %, yang menunjukkan kecenderungan sangat suka terhadap produk. Penilaian 3,5 dan 2,7 untuk perlakuan substitusi 10 % dan 15 %, menunjukkan parameter suka dan agak suka terhadap roti tawar dengan substitusi umbi kimpul (Lampiran 2, halaman 54).



Gambar 15. Nilai rerata organoleptis keseluruhan roti tawar

Tabel 16. Hasil Uji Dunnett Organoleptis Keseluruhan Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	4.7 ^a	0	ns
A1	4.6 ^a	0.1	ns
A2	3.5 ^b	1.2	*
A3	2.7 ^c	2.0	*

Pada Tabel 16, diketahui bahwa perlakuan substitusi 5 % tidak berbeda nyata dengan kontrol dan berbeda nyata dengan perlakuan substitusi 10 % dan 15 %. Penilaian kesukaan untuk parameter keseluruhan, umumnya karena panelis menyukai produk roti tawar dengan warna kuning, tekstur yang lembut, dan aroma yang khas roti dengan rasa yang relatif secara individu.

Secara keseluruhan penilaian mutu organoleptis roti tawar, dapat diketahui bahwa produk roti tawar dengan tingkat substitusi 5 % dengan tepung umbi kimpul masih dapat diterima oleh konsumen. Dimana penerimaan tersebut meliputi aspek; warna kerak, warna remah, rasa, aroma, tekstur, dan keseluruhan roti tawar yang dihasilkan.



V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Tingkat substitusi tepung umbi kimpul berpengaruh nyata terhadap warna kerak, warna remah, tekstur, struktur remah, daya kembang, dan mutu organoleptis roti tawar. Namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air roti tawar. Selama tujuh hari penyimpanan tingkat substitusi tepung umbi kimpul berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai tekstur, namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air roti tawar.

Perlakuan substitusi 5 %, memiliki penilaian deskriptif yang mendekati kontrol yaitu : warna kerak (20,6), warna remah (13,6), daya kembang (294,0 %) dengan peningkatan nilai tekstur (11,6-12,1 gr/10 mm) dan kadar air (0,5-0,6 %) setiap hari. Perlakuan substitusi 5 % juga memiliki mutu organoleptis yang baik dan disukai oleh panelis, dengan penilaian : warna kerak coklat kekuningan (3,7), warna remah cerah (3,9), tekstur empuk (4,2), aroma khas roti (4,5), rasa enak (4,1) dan secara keseluruhan sangat disukai panelis (4,6).

5.2 Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai kombinasi penambahan bahan pengoksidasi seperti vitamin C, untuk meningkatkan kekenyalan gluten.
2. Sosialisasi penggunaan tepung umbi kimpul dalam pembuatan pangan olahan lain.
3. Dukungan kebijakan pemerintah dalam usaha produksi bahan pangan dengan tepung umbi-umbian lokal.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1981. **Pembuatan Roti dan Kue**. Jakarta. Djambatan.
- Anonim. 1991. **Pengolahan Singkong di Brazillia**. Surabaya. Majalah Trubus : Edisi 14.
- Anonim. 2001. **Ilmu pengetahuan Bahan**. Surabaya. P.T. Indofood Sukses Makmur.
- Bakri, A. 1990. **Mempelajari Pengaruh Penggunaan Tepung Campuran Terigu dan Tapioka terhadap Mutu Roti Manis**. Jember. Pusat Penelitian Universitas.
- Badan Standarisasi Nasional. 1992. **SNI 01-2997-1992**. Jakarta. Dewan Standarisasi Nasional.
- Bennion, M. 1980. **The Science of Food**. Boston. Jhon Wiley & Sons, Inc.
- Change, S.S., Morse R., Pierson M.D. dan Sacharow S. 1992. **Ensyyclopedia of Food Science and Technology**. Boston. John Wiley and Sons, Inc.
- Costa, J.M.S.D. 1999. **Karakterisasi Pati Talas (*Colocasia esculenta L. Schoof*)**. Jember. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Depkes R.I. 1995. **Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia**. Jakarta. Dirjen Bidang Gizi Masyarakat, Puslitbang Gizi.
- Desroiser. 1988. **Teknologi Pengawetan Pangan**. Jakarta. UI Press.
- Gasperrsz, V. 1995. **Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan**. Bandung. Tarsito.
- Gruenwedel, D.w. dan J.R. Whitaker. 1984. **Food Analysis Principles and Techniques**. Vol.1. Physical Characterization. New York. Marcell Dekker, Inc.
- Haryadi. 1993. **Dasar-Dasar dan Pemanfaatan Ilmu dan Teknologi Pati**. Yogyakarta. Fakultas Teknologi Pertanian UGM.
- Hudaya, S., Marsetio, dan Septina D.S. 2002. **Pengaruh Imbangan Tepung Terigu dan Tepung Ganyong (*Canna edulis Kerr*) terhadap Beberapa Karakteristik Roti Tawar**. Dalam Seminar Pangan. Malang. PATPI.
- Jones, K. dan Mitchel E.F. 1962. **The Practice and Science of Breadmaking**. Liverpool. The Northern Published Co.
- Kartasapoetra, A.G. 1989. **Teknologi Penanganan Pasca Panen**. Jakarta. Bina Aksara.

- Kent's. 1994. **Technology of Cereal**. British. Elsevier Science Ltd.
- Kramer, A and V.B.A. Twigg. 1973. **Quality Control for The Food Industry**. Third Edition. Vol.1-Fundamentals. The AVI Publishing Company. Westport, connecticut.
- Lingga, P. 1995. **Bertanam Ubi-Ubian**. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Matz, S.A. 1972. **Bakery Technology and Engineering**. Connecticut. The AVI Publishing Company, Inc.
- Mudjisihono, S., J. Munarso, dan Z. Noor. 1993. **Pengaruh Penambahan Tepung Kacang Hijau dan Gliseril Monostearat pada Tepung Jagung Terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik Roti Tawar yang Dihasilkan**. Agritech 13 : 1-6. BPTP. Sukamandi.
- Pomeranz, Y. 1987. **Modern Cereal Science and Technology Applied Science**. New York. VCH Publish, Inc.
- Rufaidah, V.E. dan Dwiwitno. 2000. **Evaluation of Capability Ganyong Starch as Flour Substitute on Cookies**. Dalam Seminar Nasional Pangan. Yogyakarta. PATPI.
- Suismono. 2001. **Teknologi Pembuatan Tepung dan Pati Ubi-Ubian untuk Menunjang Ketahanan Pangan**. Buletin Pangan : Edisi 37. Bogor.
- Sudarmadji, S. 1997. **Prosedur Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Edisi 4. Yogyakarta. Liberty.
- Tejasari, Hartanti, Herlina, dan Bambang H. 2001. **Kajian Tepung Umbi-Umbian Lokal sebagai Bahan Pangan Olahan**. Laporan Penelitian. Jember. Kerjasama BKP dan FTP, Universitas Jember.
- Utami, I.S. 1992. **Pengolahan Roti**. Yogyakarta. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi UGM.
- Utomo, J.S., S.S. Antarlina, dan D. Harnowo. 1997. **Granula Sebagai Alternatif Produk Antara Beberapa Klon Ubi Jalar**. Malang. Balitkabi.
- Winarno, F.G. 1997. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta. P.T. Gramedia Pustaka Utama.

Lampiran I. Data Karakteristik Fisik, Kimia, dan Fisikokimia Roti Tawar

1. Warna Kerak Roti Tawar

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rerata
		I	II	III		
A0	a	20.9201	17.6119	18.4092	56.9412	18.9804
	b	18.8693	18.6038	19.3786	56.8517	18.9506
	c	19.9449	18.8733	21.4401	60.2583	20.0861
A1	a	20.0569	19.9552	19.1377	59.1498	19.7166
	b	21.1835	20.8082	19.3680	61.3597	20.4532
	c	20.3376	20.6848	19.4641	60.4865	20.1622
A2	a	22.2625	20.9688	22.7684	65.9997	21.9999
	b	23.1625	24.1665	21.8961	69.2251	23.0750
	c	22.2991	23.1897	23.9401	69.4289	23.1430
A3	a	23.5637	24.5122	23.4386	71.5145	23.8382
	b	22.9613	22.4849	21.8833	67.3295	22.4432
	c	23.7640	23.0532	24.9538	71.7710	23.9237

2. Warna Remah Roti Tawar

Perlakuan		Ulangan			Jumlah	Rerata
		I	II	III		
A0	a	11.6619	13.5340	13.3222	38.5181	12.8394
	b	13.0115	12.4169	12.7142	38.1426	12.7142
	c	13.6330	10.8462	13.7321	38.2113	12.7371
A1	a	12.3685	14.5880	14.6240	41.5805	13.8602
	b	11.8609	14.9857	14.1421	40.9887	13.6629
	c	13.9442	11.5849	14.1421	39.6712	13.2237
A2	a	10.6090	16.9850	16.8193	50.4133	16.8044
	b	17.3531	16.4140	16.3768	50.1439	16.7146
	c	16.6460	16.9956	15.7035	49.3451	16.4484
A3	a	17.7910	19.6156	17.9047	55.3113	18.4371
	b	18.8096	16.3768	17.7071	52.8935	17.6312
	c	19.6156	19.4031	20.7041	59.7228	19.9076

3. Tekstur Roti Tawar Selama Penyimpanan 7 Hari

a. Perlakuan Kontrol (A0)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	I	II	III		
A0B0	27.2000	29.8000	29.2000	86.2000	28.7333
A0B1	35.0000	30.6000	34.6000	100.2000	33.4000
A0B2	40.2000	37.2000	40.8000	118.2000	39.4000
A0B3	46.0000	45.8000	45.2000	137.0000	45.6667
A0B4	57.0000	56.8000	55.0000	168.8000	56.2667
A0B5	74.2000	69.8000	69.4000	213.4000	71.1333
A0B6	91.8000	84.6000	84.0000	260.4000	86.8000
A0B7	107.0000	101.8000	106.8000	315.6000	105.2000

b. Perlakuan Substitusi 5 % (A1)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	I	II	III		
A1B0	35.0000	38.8000	35.0000	108.8000	36.2667
A1B1	40.6000	43.6000	41.2000	125.4000	41.8000
A1B2	49.0000	44.0000	48.2000	141.2000	47.0667
A1B3	55.2000	55.4000	55.2000	165.8000	55.2667
A1B4	62.2000	73.6000	65.4000	201.2000	67.0667
A1B5	78.6000	82.8000	71.0000	232.4000	77.4667
A1B6	95.2000	100.0000	92.4000	287.6000	95.8667
A1B7	120.0000	131.8000	116.2000	368.0000	122.6667

c. Perlakuan Substitusi 10 % (A2)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	I	II	III		
A2B0	48.8000	50.8000	48.0000	147.6000	49.2000
A2B1	50.2000	55.6000	52.8000	158.6000	52.8667
A2B2	57.0000	59.2000	58.6000	174.8000	58.2667
A2B3	66.2000	70.2000	68.8000	205.2000	68.4000
A2B4	79.8000	80.2000	78.4000	238.4000	79.4667
A2B5	90.8000	95.0000	95.6000	281.4000	93.8000
A2B6	108.0000	114.6000	115.2000	337.8000	112.6000
A2B7	144.2000	131.8000	142.0000	418.0000	139.3333

d. Perlakuan Substitusi 15 % (A3)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	I	II	III		
A3B0	65.6000	64.8000	70.4000	200.8000	66.9333
A3B1	76.4000	72.8000	79.4000	228.6000	76.2000
A3B2	86.2000	83.4000	87.8000	257.4000	85.8000
A3B3	96.6000	94.2000	99.0000	289.8000	96.6000
A3B4	108.6000	107.0000	112.8000	328.4000	109.4667
A3B5	128.0000	127.0000	132.4000	387.4000	129.1333
A3B6	143.4000	142.6000	145.4000	431.4000	143.8000
A3B7	164.4000	162.6000	166.4000	493.4000	164.4667

Peningkatan Nilai Tekstur Roti Tawar Setiap Hari**a. Perlakuan Kontrol (A0)**

Peningkatan hari ke-	Ulangan		
	I	II	III
1	7.8000	0.8000	5.4000
2	5.2000	6.6000	6.2000
3	5.8000	8.6000	4.4000
4	11.0000	11.0000	9.8000
5	17.2000	13.0000	14.4000
6	17.6000	14.8000	14.6000
7	15.2000	17.2000	22.8000
Rerata	11.4000	10.2857	11.0857

b. Perlakuan Substitusi 5 % (A1)

Peningkatan hari ke-	Ulangan		
	I	II	III
1	5.6000	4.8000	6.2000
2	8.4000	0.4000	7.0000
3	6.2000	11.4000	7.0000
4	7.0000	18.2000	10.2000
5	16.4000	9.2000	5.6000
6	16.6000	17.2000	21.4000
7	24.8000	31.8000	23.8000
Rerata	12.1429	13.2857	11.6000

c. Perlakuan Substitusi 10 % (A2)

Peningkatan hari ke-	Ulangan		
	I	II	III
1	1.4000	4.8000	4.8000
2	6.8000	3.6000	5.8000
3	9.2000	11.0000	10.2000
4	13.6000	10.0000	9.6000
5	11.0000	14.8000	17.2000
6	17.2000	19.6000	19.6000
7	36.2000	17.2000	26.8000
Rerata	13.6286	11.5714	13.4286

d. Perlakuan Substitusi 15 % (A3)

Peningkatan hari ke-	Ulangan		
	I	II	III
1	10.8000	8.0000	9.0000
2	9.8000	10.6000	8.4000
3	10.4000	10.8000	11.2000
4	12.0000	12.8000	13.8000
5	19.4000	20.0000	19.6000
6	15.4000	15.6000	13.0000
7	21.0000	20.0000	21.0000
Rerata	14.1143	13.9714	13.7143

4. Kadar Air Roti Tawar Selama Penyimpanan 7 Hari (%)**a. Perlakuan Kontrol (A0)**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	I	II	III		
KB0	30.4000	30.9690	30.8300	92.1990	30.7330
KB1	31.2390	32.9050	32.3960	96.5400	32.1800
KB2	32.0670	33.1000	33.4670	98.6340	32.8780
KB3	32.1420	33.3000	33.6000	100.1420	33.3807
KB4	32.4200	34.4000	34.0000	101.0200	33.6733
KB5	32.6720	34.6000	34.7000	102.6720	34.2240
KB6	33.1000	35.3000	35.5000	104.5000	34.8333
KB7	33.9620	35.9000	35.7000	105.5620	35.1873

b. Perlakuan Substitusi 5 % (A1)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	I	II	III		
A1B0	31.1000	33.5000	33.0000	97.6000	32.5333
A1B1	32.3000	33.7600	33.7240	99.7840	33.2613
A1B2	32.4320	33.8220	34.4590	100.7130	33.5710
A1B3	33.1210	34.0550	35.0050	102.1810	34.0603
A1B4	33.2910	34.1850	35.9680	103.4440	34.4813
A1B5	33.8990	35.2880	36.0470	105.2340	35.0780
A1B6	34.0500	36.4510	36.3280	106.8290	35.6097
A1B7	34.4650	36.9480	37.1400	108.5530	36.1843

c. Perlakuan Substitusi 10 % (A2)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	I	II	III		
A2B0	37.4000	33.8000	34.8000	106.0000	35.3333
A2B1	37.6000	34.2570	35.4390	107.2960	35.7653
A2B2	37.8030	35.5520	36.4930	109.8480	36.6160
A2B3	37.9410	36.1000	36.5130	110.5540	36.8513
A2B4	37.9920	36.5000	37.1600	111.6520	37.2173
A2B5	38.0490	37.0920	37.6120	112.7530	37.5843
A2B6	38.4250	37.9000	38.2000	114.5250	38.1750
A2B7	38.5460	38.4000	38.9420	115.8880	38.6293

d. Perlakuan Substitusi 15 % (A3)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	I	II	III		
A3B0	37.2000	36.3000	38.1000	111.6000	37.2000
A3B1	37.7000	36.9000	38.4390	113.0390	37.6797
A3B2	38.0000	37.6000	38.4640	114.0640	38.0213
A3B3	38.3430	38.1920	38.6880	115.2230	38.4077
A3B4	38.7810	38.9660	39.1000	116.8470	38.9490
A3B5	39.6600	39.6000	39.4350	118.6950	39.5650
A3B6	40.1550	40.0190	39.5000	119.6740	39.8913
A3B7	40.1920	40.0790	39.8620	120.1330	40.0443

Perubahan Nilai Kadar Air Roti Tawar Setiap Hari

a. Perlakuan Kontrol (A0)

Peningkatan hari ke-	Ulangan		
	I	II	III
1	0.8390	1.9360	1.5660
2	0.8280	0.1950	1.0710
3	0.0750	0.2000	0.1330
4	0.2780	1.1000	0.4000
5	0.2520	0.2000	0.7000
6	0.4280	0.7000	0.8000
7	0.8620	0.6000	0.2000
Rerata	0.5089	0.7044	0.6957

b. Perlakuan Substitusi 5 % (A1)

Peningkatan hari ke-	Ulangan		
	I	II	III
1	1.2000	0.2600	0.7240
2	0.1320	0.0620	0.7350
3	0.6890	0.2330	0.5460
4	0.1700	0.1300	0.9630
5	0.6080	1.1030	0.0790
6	0.1510	1.1630	0.2810
7	0.4150	0.4970	0.8120
Rerata	0.4807	0.4926	0.5914

c. Perlakuan Substitusi 10 % (A2)

Peningkatan hari ke-	Ulangan		
	I	II	III
1	0.2000	0.4570	0.6390
2	0.2030	1.2950	1.0540
3	0.1380	0.5480	0.0200
4	0.0510	0.4000	0.6470
5	0.0570	0.5920	0.4520
6	0.3760	0.8080	0.5880
7	0.1210	0.5000	0.7420
Rerata	0.1637	0.6571	0.5917

d. Perlakuan Substitusi 15 % (A3)

Peningkatan hari ke-	Ulangan		
	I	II	III
1	0.5000	0.6000	0.3390
2	0.3000	0.7000	0.0250
3	0.3430	0.5920	0.2240
4	0.4380	0.7740	0.4120
5	0.8790	0.6340	0.3350
6	0.4950	0.4190	0.0650
7	0.0370	0.0600	0.3620
Rerata	0.4274	0.5399	0.2517

**5. Daya Kembang
Roti Tawar**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	I	II	III		
A0	300.00	304.41	297.22	901.63	300.54
A1	299.66	280.60	301.84	882.10	294.03
A2	265.39	256.67	256.60	778.66	259.55
A3	235.29	244.23	224.62	704.14	234.71

Lampiran 2. Data Uji Mutu Organoleptis Roti Tawar

1. Warna kerak Roti Tawar

Panelis	Kode sampel				Jumlah
	217	529	708	163	
1	5	4	4	2	15
2	4	4	3	1	12
3	4	2	3	2	11
4	3	3	4	1	11
5	4	3	3	3	13
6	3	4	3	4	14
7	3	4	4	4	15
8	4	4	3	3	14
9	3	4	4	3	14
10	4	5	3	3	15
11	3	4	3	4	14
12	4	4	3	4	15
13	5	4	4	3	16
14	5	2	3	3	13
15	3	4	4	3	14
16	4	4	3	3	14
17	3	5	3	3	14
18	4	4	3	3	14
19	5	3	4	3	15
20	5	3	4	4	16
Jumlah	78	74	68	59	279
Rerata	3.9	3.7	3.4	2.95	

Keterangan : 217 = Perlakuan A0; 529 = Perlakuan A1;
708 = Perlakuan A2; 163 = Perlakuan A3.

2. Warna Remah Roti Tawar

Panelis	Kode sampel				Jumlah
	217	529	708	163	
1	4	3	3	2	12
2	4	4	3	2	13
3	3	4	2	2	11
4	4	5	4	2	15
5	4	4	2	2	12
6	5	4	2	2	13
7	4	4	2	2	12
8	5	3	3	3	14
9	4	5	3	2	14
10	5	4	3	3	15
11	4	3	3	3	13
12	4	4	4	2	14
13	5	3	2	2	12
14	4	4	2	2	12
15	4	5	2	2	13
16	5	2	4	1	12
17	4	3	3	2	12
18	4	5	3	1	13
19	5	4	3	2	14
20	4	5	2	1	12
Jumlah	85	78	55	40	258
Rerata	4.25	3.9	2.75	2	

Keterangan : 217 = Perlakuan A0; 529 = Perlakuan A1;
708 = Perlakuan A2; 163 = Perlakuan A3.

3. Tekstur Roti Tawar

Panelis	Kode sampel				Jumlah
	217	529	708	163	
1	4	5	2	3	14
2	5	4	3	2	14
3	5	4	4	2	15
4	5	5	2	2	14
5	4	5	4	1	14
6	5	4	2	3	14
7	5	4	4	1	14
8	4	3	4	3	14
9	5	4	3	3	15
10	4	5	2	3	14
11	4	4	3	2	13
12	5	5	4	1	15
13	5	4	4	3	16
14	5	4	2	3	14
15	5	4	2	1	12
16	4	3	3	2	12
17	4	5	3	2	14
18	4	3	2	2	11
19	4	4	3	1	12
20	4	4	3	2	13
Jumlah	90	83	59	42	274
Rerata	4.5	4.15	2.95	2.1	

4. Aroma Roti Tawar

Panelis	Kode sampel				Jumlah
	217	529	708	163	
1	4	5	3	3	15
2	5	4	4	2	15
3	5	5	3	4	17
4	5	4	4	2	15
5	4	5	4	3	16
6	5	4	2	3	14
7	4	5	4	3	16
8	5	3	4	3	15
9	4	5	3	3	15
10	5	5	3	4	17
11	4	5	4	2	15
12	5	4	4	2	15
13	4	4	4	3	15
14	5	5	4	3	17
15	5	4	4	3	16
16	5	4	4	2	15
17	5	5	4	2	16
18	5	4	3	3	15
19	4	5	3	2	14
20	5	5	4	2	16
Jumlah	93	90	72	54	309
Rerata	4.65	4.5	3.6	2.7	

Keterangan : 217 = Perlakuan A0; 529 = Perlakuan A1;
708 = Perlakuan A2; 163 = Perlakuan A3.

5. Rasa Roti Tawar

Panelis	Kode sampel				Jumlah
	217	529	708	163	
1	5	5	4	4	18
2	4	5	2	4	15
3	4	3	4	3	14
4	5	3	3	2	13
5	5	4	3	5	17
6	5	5	3	3	16
7	5	4	4	3	16
8	5	4	4	3	16
9	4	5	3	2	14
10	4	5	3	3	15
11	3	4	3	2	12
12	5	3	3	4	15
13	5	5	3	2	15
14	5	3	4	2	14
15	4	3	4	2	13
16	4	3	3	3	13
17	4	5	3	3	15
18	4	5	3	2	14
19	4	3	3	2	12
20	5	5	3	3	16
Jumlah	89	82	65	57	293
Rerata	4.45	4.1	3.25	2.85	

Keterangan : 217 = Perlakuan A0; 529 = Perlakuan A1;
708 = Perlakuan A2; 163 = Perlakuan A3.

6. Keseluruhan Roti Tawar

Panelis	Kode sampel				Jumlah
	217	529	708	163	
1	5	5	4	3	12
2	5	5	4	3	12
3	5	5	3	2	10
4	5	4	4	2	10
5	4	5	3	2	10
6	5	4	3	5	12
7	4	4	3	2	9
8	4	5	4	3	12
9	5	5	3	3	11
10	4	5	4	3	12
11	5	4	3	2	9
12	5	4	3	3	10
13	5	5	3	2	10
14	4	5	3	2	10
15	5	5	3	3	11
16	4	5	3	3	11
17	5	4	5	2	11
18	5	4	3	3	10
19	4	4	5	3	12
20	5	4	4	3	11
Jumlah	93	91	70	54	215
Rerata	4.65	4.55	3.5	2.7	

Keterangan : 217 = Perlakuan A0; 529 = Perlakuan A1;
708 = Perlakuan A2; 163 = Perlakuan A3.

Lampiran 3. Hasil Uji Sidik Ragam Karakteristik Fisik, Kimia, dan Fisikokimia Roti Tawar

1. Sidik Ragam Warna Kerak

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung		Ftabel	
						0.05	0.01
Ulangan	2	1.26389	0.631943	0.48980132	ns	5.143249	10.92485
Perlakuan	3	26.41043	8.803478	6.82333004	*	4.757055	9.779569
Galat	6	7.74122	1.290203				
Total	11	35.41553					

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

2. Sidik Ragam Warna Remah

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung		Ftabel	
						0.05	0.01
Ulangan	2	0.35593	0.177967	0.644217	ns	5.143249382	10.92485036
Perlakuan	3	67.34987	22.44996	81.26585	**	4.757055194	9.779569154
Galat	6	1.65752	0.276253				
Total	11	69.36332					

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

3. Sidik Ragam Tekstur Roti Tawar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung		Ftabel	
						0.05	0.01
Ulangan	2	0.61250	0.306249	0.43914326	ns	5.143249	10.92485
Perlakuan	3	14.11158	4.703861	6.74505284	*	4.757055	9.779569
Galat	6	4.18428	0.697379				
Total	11	18.90836					

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

4. Sidik Ragam Kadar Air Roti Tawar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung		Ftabel	
						0.05	0.01
Ulangan	2	0.08610	0.043049	1.96397033	ns	5.143249	10.92485
Perlakuan	3	0.08511	0.028369	1.29423438	ns	4.757055	9.779569
Galat	6	0.13152	0.021919				
Total	11	0.30272					

Keterangan : ns = tidak berpengaruh nyata

* = berpengaruh nyata

** = berpengaruh sangat nyata

5. Sidik Ragam Daya Kembang Roti Tawar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung		Ftabel	
						0.05	0.01
Ulangan	2	53.52712	26.76356	0.32791851	ns	5.143249	10.92485
Perlakuan	3	8535.68062	2845.227	34.8609309	**	4.757055	9.779569
Galat	6	489.69895	81.61649				
Total	11	9078.90669					

Keterangan : ns = tidak berpengaruh nyata

* = berpengaruh nyata

** = berpengaruh sangat nyata

Lampiran 4. Hasil Uji Sidik Ragam Mutu Organoleptis Roti Tawar

1. Sidik Ragam Organoleptis Warna Kerak

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung		Ftabel	
						0.05	0.01
Ulangan	19	9.23750	0.486184	0.80297	ns	1.7719728	2.240625
Perlakuan	3	10.23750	3.4125	5.636001	**	2.7664413	4.145079
Galat	57	34.51250	0.605482				
Total	79	53.98750					

Keterangan : ns = tidak berpengaruh nyata

* = berpengaruh nyata

** = berpengaruh sangat nyata

2. Sidik Ragam Organoleptis Warna Remah

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung		Ftabel	
						0.05	0.01
Ulangan	19	5.95000	0.313158	0.608177	ns	1.7719728	2.240625
Perlakuan	3	64.65000	21.55	41.85179	**	2.7664413	4.145079
Galat	57	29.35000	0.514912				
Total	79	99.95000					

Keterangan : ns = tidak berpengaruh nyata

* = berpengaruh nyata

** = berpengaruh sangat nyata

3. Sidik Ragam Organoleptis Tekstur

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung		Ftabel	
						0.05	0.01
Ulangan	19	7.05000	0.371053	0.6768	ns	1.7719728	2.240625
Perlakuan	3	73.25000	24.41667	44.536	**	2.7664413	4.145079
Galat	57	31.25000	0.548246				
Total	79	111.55000					

Keterangan : ns = tidak berpengaruh nyata

* = berpengaruh nyata

** = berpengaruh sangat nyata

4. Sidik Ragam Organoleptis Aroma

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung		Ftabel	
						0.05	0.01
Ulangan	19	3.73750	0.196711	0.491507	ns	1.7719728	2.240625
Perlakuan	3	48.93750	16.3125	40.7589	**	2.7664413	4.145079
Galat	57	22.81250	0.400219				
Total	79	75.48750					

Keterangan : ns = tidak berpengaruh nyata

* = berpengaruh nyata

** = berpengaruh sangat nyata

5. Sidik Ragam Organoleptis Rasa

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung		Ftabel	
						0.05	0.01
Ulangan	19	12.13750	0.638816	1.177922	ns	1.7719728	2.240625
Perlakuan	3	32.83750	10.94583	20.18318	**	2.7664413	4.145079
Galat	57	30.91250	0.542325				
Total	79	75.88750					

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

6. Sidik Ragam Organoleptis Keseluruhan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung		Ftabel	
						0.05	0.01
Ulangan	19	5.70000	0.3	0.743478	ns	1.7719728	2.240625
Perlakuan	3	51.50000	17.16667	42.54348	**	2.7664413	4.145079
Galat	57	23.00000	0.403509				
Total	79	80.20000					

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

Lampiran 5. Hasil Uji Dunnett Karakteristik Fisik dan Fisikokimia Roti Tawar

1. Uji Dunnett Warna Kerak Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	19.3 ^a	0	ns
A1	20.6 ^a	1.3	ns
A2	21.6 ^a	2.3	ns
A3	23.4 ^b	4.1	*

Ket.: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5 % tabel Dunnett.

2. Uji Dunnett Warna Remah Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	12.8 ^a	0	ns
A1	13.6 ^a	0.8	ns
A2	16.7 ^b	3.9	*
A3	18.7 ^c	5.9	*

Ket.: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5 % tabel Dunnett.

3. Uji Dunnett Tekstur Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	10.9 ^a	0	ns
A1	12.3 ^a	1.4	ns
A2	12.9 ^a	2.0	ns
A3	13.9 ^b	3.0	*

Ket.: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5 % tabel Dunnett.

4. Uji Dunnett Daya Kembang Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	300.5 ^a	0	ns
A1	294.0 ^a	6.5	ns
A2	259.6 ^b	40.9	*
A3	234.7 ^c	65.8	*

Ket.: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5 % tabel Dunnett.

Lampiran 6. Hasil Uji Dunnett Mutu Organoleptis Roti Tawar

1. Uji Dunnett Organoleptis Warna Kerak Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	3.9 ^a	0	ns
A1	3.7 ^a	0.2	ns
A2	3.4 ^a	0.5	ns
A3	3.0 ^b	0.9	*

Ket.: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5 % tabel Dunnett.

2. Uji Dunnett Organoleptis Warna Remah Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	4.3 ^a	0	ns
A1	3.9 ^a	0.4	ns
A2	2.8 ^b	1.5	*
A3	2.0 ^c	2.3	*

Ket.: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5 % tabel Dunnett.

3. Uji Dunnett Organoleptis Tekstur Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	4.5 ^a	0	ns
A1	4.2 ^a	0.3	ns
A2	3.0 ^b	1.5	*
A3	2.1 ^c	2.4	*

Ket.: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5 % tabel Dunnett.

4. Uji Dunnett Organoleptis Aroma Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	4.7 ^a	0	ns
A1	4.2 ^a	0.5	ns
A2	3.0 ^b	1.7	*
A3	2.1 ^c	2.6	*

Ket.: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5 % tabel Dunnett.

5. Uji Dunnett Organoleptis Rasa Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	4.5 ^a	0	ns
A1	4.1 ^a	0.4	ns
A2	3.3 ^b	1.2	*
A3	2.9 ^c	1.6	*

Ket.: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5 % tabel Dunnett.

6. Uji Dunnett Organoleptis Keseluruhan Roti Tawar

Perlakuan	Rerata	Selisih	Hasil
A0	4.7 ^a	0	ns
A1	4.6 ^a	0.1	ns
A2	3.5 ^b	1.2	*
A3	2.7 ^c	2.0	*

Ket.: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5 % tabel Dunnett.

