

**PENGEMBANGAN BERAS ANALOG MENGGUNAKAN BAHAN BAKU
LOKAL KAYA KOMPONEN BIOAKTIF**

**DEVELOPMENT OF ANALOGUE RICE USING LOCAL RESOURCES
WITH HIGH BIOACTIVE COMPOUND**

ZULFYANI PUTRI SADA



PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020

**PENGEMBANGAN BERAS ANALOG MENGGUNAKAN BAHAN BAKU
LOKAL KAYA KOMPONEN BIOAKTIF**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

**Program Studi
Ilmu dan Teknologi Pangan**

Disusun dan Diajukan Oleh

ZULFYANI PUTRI SADA

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

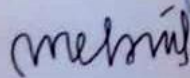
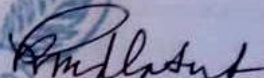
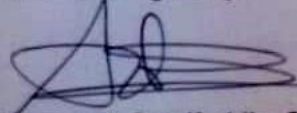
2020

v

TESIS

**PENGEMBANGAN BERAS ANALOG MENGGUNAKAN BAHAN
BAKU LOKAL KAYA KOMPONEN BIOAKTIF**

Disusun dan diajukan oleh

ZULFYANI PUTRI SADA
Nomor Pokok P3800216005Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal 8 November 2020
dan dinyatakan memenuhi syaratMenyetujui
Komisi Penasehat**Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta**
Ketua**Dr. Ir. Rindam Latief, MS**
AnggotaKetua Program Studi
Ilmu dan Teknologi Pangan**Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP, M.Si.**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
**Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin**

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zulfyani Putri Sada

Nomor Mahasiswa : P3800216005

Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Makassar, November 2020

Yang menyatakan



Zulfyani Putri Sada

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tesis dengan judul “Pengembangan Beras Analog Menggunakan Bahan Baku Lokal Kaya Komponen Bioaktif”. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian tugas akhir pada Program Magister Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta dan Bapak Dr. Ir. Rindam Latief, M.S. selaku ketua dan anggota komisi penasihat serta tim dosen penguji Bapak Andi Dirpan, STP, M.Si, Ph.D, Bapak Dr. rer.nat Zainal, S.TP, M.FoodTech, dan Ibu Prof. Dr. Ir. Mulyati M. Tahir, M.S yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tesis ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Terkhusus kepada kedua orang tua Drs. Sada Rahimahullah dan Junaria Maricen, S.Pd atas seluruh kasih sayang, perhatian, Do’a, motivasi dan nasihat yang diberikan untuk penulis sehingga bisa sampai kejenjang pendidikan saat ini. Juga kepada H. Syarif, SP., M.M.A, Hj. Mirayati, A.Md, Sari Pratiwi Sada, S.KM, Muh. Syafriel Tri Putra Sada, Afrilia Putri Utami, S.Farm, Apt., Vika Murhani, S.Ked serta kepada seluruh keluarga yang senantiasa selalu memberikan semangat, dukungan dan nasihat kepada penulis.

2. Seluruh Dosen dan Civitas Akademik Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin atas ilmu, pengarahan, dan bantuan yang diberikan kepada penulis.
3. Teman-Teman Seperjuangan Program Magister Ilmu dan Teknologi Pangan 2016, Heriadi, Ravika Mutiara, Riskawati, Andi Ariatmasanti Aksan, Norman Hanif, dan Nikmah.
4. Kakak, teman-teman serta adik-adik di lingkup Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, atas dukungan, persahabatan, kebersamaan, kebahagiaan yang tak terlupakan.

Penulis menyadari sebagai manusia yang tidak luput dari kesalahan, memohon maaf kepada para pembaca atas kekurangan dalam penulisan tesis ini. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan ini dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Amiin ya Rabb.

Makassar, 6 November 2020

Zulfyani Putri Sada

ABSTRAK

ZULFYANI PUTRI SADA. *Pengembangan Beras Analog Menggunakan Bahan Baku Lokal Kaya Komponen Bioaktif*. (Dibimbing Oleh Meta Mahendradatta dan Rindam Latief)

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui formula beras analog dengan penambahan senyawa bioaktif yang terdapat dalam tepung labu kuning, jagung ungu, dan uwi ungu dengan bahan baku utama tepung mocaf dan tepung kacang hijau. Pengujian karakteristik beras analog meliputi: kadar air, daya serap air, densitas kamba, serta daya pengembangan. Dari uji organoleptik didapatkan 3 formulasi dari 3 jenis beras yang kemudian dilanjutkan uji kimia meliputi uji proksimat, amilosa, amilopektin, antosianin pada beras analog jagung ungu 40% dan uwi ungu 30%, serta β -Karoten pada beras analog labu kuning 30%. Beras analog yang dihasilkan memiliki kadar air berkisar antara 7,08% sampai 9,06%, kadar protein 8,18-11,34%, karbohidrat 73,43-11,34%, serat 1,27-3,55%, lemak 1,52-3,03%, amilosa 7,07-14,93%, amilopektin 59,15-67,14%. Kandungan β -Karoten pada beras analog 30% sebesar 330,87 ppm. Serta antosianin pada beras analog jagung ungu senilai 27,15 CyE/g dan beras analog uwi ungu 12,31 CyE/g

Kata Kunci : beras analog, labu kuning, jagung ungu, uwi ungu

ABSTRACT

ZULFYANI PUTRI SADA. *Development of Analogue Rice Using Local Resources with High Bioactive Compound* (Supervised by Meta Mahendradatta and Rindam Latief)

The purpose of this study was to develop analog rice formula with the addition of pumpkin flour, purple corn, and purple uwi to the main raw materials of mocaf and mung beans flour. Test on physical characteristics test of analog rice were conducted to determine: moisture content, water absorption capacity, bulk density, and swelling power. From the organoleptic test, 3 formulations were obtained from 3 types of analogue rice, i.e. 40% purple maize analog rice and 30% purple uwi, and 30% pumpkin analog rice. The three samples were tested for chemical contents which include proximate, amylose, and amylopectin. In addition, Anthocyanins was measured for the purple maize and purple uwi analogue rice, while β -carotene was measured for the pumpkin analogue rice. The resulting analog rice has moisture contents ranging from 7.08% to 9.06%, protein contents 8.18-11.34%, carbohydrates 73.43-11.34%, fiber 1.27-3.55%, fat 1.52-3.03%, amylose 7.07-14.93%, amylopectin 59.15-67.14%. The beta-carotene content in the 30% analog rice was 330.87 ppm. Anthocyanins in purple corn analog rice was 27.15 CyE/g and in purple uwi analog rice was 12.31 CyE/g.

Keywords : Analog rice, pumpkin flour, purple corn, purple uwi

DAFTAR ISI

PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Kegunaan Penelitian	5
TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Beras Analog	6
B. Metode Ekstruksi	10
C. Tepung Mocaf	14
D. Jagung Ungu.....	16
E. Kacang Hijau (Phaseolus radiatus L).....	18
F. Uwi ungu	21
G. Labu Kuning.....	22
H. Gliserol Monostearat (GMS)	23
METODE PENELITIAN	24
A. Waktu dan Tempat.....	24
B. Alat dan Bahan	24
C. Metode Penelitian	25
1. Tahap Persiapan Bahan Baku	25
2. Formulasi Komposisi Bahan Baku	28
3. Proses Pembuatan Beras Analog	29
D. Desain Penelitian	39
PEMBAHASAN	42
A. Densitas kamba	46

B. Daya Pengembangan	48
C. Daya serap air.....	49
D. Uji Organoleptik	51
1. Warna	51
2. Tekstur	52
3. Aroma	54
4. Rasa	55
E. Analisis kadar air.....	56
F. Kadar abu	59
H. Protein.....	62
I. Karbohidrat	63
J. Analisis Serat Pangan.....	66
K. Analisis Amilosa.....	68
L. Amilopektin	71
M. Analisis Antosianin	73
N. Analisis β -karoten	77
PENUTUP.....	79
LAMPIRAN.....	95

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Kandungan Gizi Beberapa Bahan Pangan	9
2.	Komposisi Nutrisi Tepung Mocaf	16
3.	Kandungan gizi kacang hijau mentah per 100 g bahan	18
4.	Kandungan asam amino kacang hijau (per 100% protein)	20
5.	Kandungan gizi pada labu kuning	23
6.	Formulasi bahan baku beras analog penambahan tepung labu kuning	28
7	Formulasi bahan baku beras analog penambahan tepung jagung ungu	28
8	Formulasi bahan baku beras analog penambahan tepung uwi ungu	28

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Beras analog dari (a) sorgum, jagung, maizena, dan sagu, (b) jagung, kedelai, bekatul, dan sagu, (c) jagung putih dan sagu, (d) singkong, ampas kelapa, dan sagu	6
2.	Nasi analog dari campuran sorgum, jagung, maizena dan sagu (a) campuran jagung, kedelai, bekatul dan sagu (b), jagung putih dan sagu (c) dan campuran singkong, ampas kelapa dan sagu (d)	7
3.	Ekstruder Ulir Tunggal	11
4.	Jagung Ungu Pulut	17
5.	Penampakan Uwi ungu dan tepung uwi ungu	21
6.	Kerangka tahap penelitian	26
7.	Proses pembuatan tepung jagung ungu	27
8.	Proses pembuatan tepung kacang hijau	27
9.	Proses pembuatan tepung uwi ungu	27
10.	Proses pembuatan tepung labu kuning	27
11.	Diagram alir penelitian	30
12.	Tepung (a) Mocaf, (b) Tepung Kacang Hijau, (c) Tepung labu kuning, (d) Tepung jagung ungu, (e) Tepung uwi ungu	42
13.	Beras analog (a) labu kuning 20 %, (b) labu kuning 30%, (c) labu kuning 40%	43
14.	Beras analog (a) jagung ungu 20 %, (b) jagung ungu 30%, (c) jagung ungu 40%	44
15.	Beras analog (a) uwi ungu 20 %, (b) uwi ungu 30%, (c) uwi ungu 40%	44
16.	Nasi beras analog (a) labu kuning 20 %, (b) labu kuning 30%, (c) labu kuning 40%	

17.	Nasi beras analog (a) jagung ungu 20 %, (b) jagung ungu 30%, (c) jagung ungu 40%	44
18.	Nasi beras analog (a) uwi ungu 20 %, (b) uwi ungu 30%, (c) uwi ungu 40%	45
19.	Hasil densitas kamba beberapa perlakuan	45
20.	Hasil daya pengembangan beberapa perlakuan	46
21.	Rerata daya serap air beras analog	48
22.	Hasil Nilai Rata-Rata Uji Hedonik Parameter Warna	49
23.	Hasil Nilai Rata-Rata Uji Hedonik Parameter Tekstur	51
24.	Hasil Nilai Rata-Rata Uji Hedonik Parameter Aroma	52
25.	Hasil Nilai Rata-Rata Uji Hedonik Parameter Rasa	54
26.	Hasil Nilai Rerata Kadar Air Beras Analog	55
27.	Hasil Nilai Rerata Kadar Air Nasi Beras Analog	56
28.	Hasil Nilai Rerata Kadar Abu Beras Analog	57
29.	Hasil Nilai Rerata Kadar Abu Nasi Beras Analog	59
30.	Hasil Nilai Rerata Kadar Lemak Beras Analog	59
31.	Hasil Nilai Rerata Kadar Lemak Nasi Beras Analog	60
32.	Hasil Nilai Rerata Kadar Protein Beras Analog	60
33.	Hasil Nilai Rerata Kadar Protein Nasi Beras Analog	62
34.	Hasil Nilai Rerata Kadar Karbohidrat Beras Analog	62
35.	Hasil Nilai Rerata Kadar Karbohidrat Nasi Beras Analog	63
36.	Hasil Nilai Rerata Kadar Serat Beras Analog	64
37.	Hasil Nilai Rerata Kadar Serat Nasi Beras Analog	66

38	Hasil Nilai Rerata Kadar Amilosa Beras Analog	66
39	Hasil Nilai Rerata Kadar Amilosa Nasi Beras Analog	68
40	Hasil Nilai Rerata Kadar Amilopektin Beras Analog	69
41	Hasil Nilai Rerata Kadar Amilopektin Nasi Beras Analog	71
42	Hasil Nilai Kadar Antosianin Jagung Ungu (CyE/g)	71
43	Hasil Nilai Kadar Antosianin Uwi Ungu (CyE/g)	75
44	Hasil Nilai Kadar B-Karoten (ppm)	76
		78

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Proses Pengolahan Bahan Baku Kacang Hijau, Labu Kuning, Jagung Ungu, Dan Uwi Ungu Menjadi Tepung	93
2.	Proses Pengolahan Beras Analog	94
3.	Analisa Karakteristik Fisik Dan Kimia Beras Analog	95
4.	Data Mentah Analisis Fisik Beras Analog Labu Kuning, Jagung Ungu, Dan Uwi Ungu	97
5.	Data Mentah Analisis Kimia Hasil Uji Terbaik Beras Analog Labu Kuning, Jagung Ungu, Dan Uwi Ungu	102
6.	Analisis Sidik Ragam Dan Uji Lanjut Duncan Dari Data Hasil Analisa Karakteristik Beras Analog	106

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beras merupakan bahan makanan pokok penduduk Indonesia. Kebutuhan beras sebagai makanan pokok masyarakat semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia. Sejak tahun 2011 hingga 2017 tren kenaikan produksi beras juga terus mengalami kenaikan yakni 65,75 juta ton pada tahun 2011 dan 81,38 juta ton pada tahun 2017 (BPS, 2019). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik pada tahun 2018 total produksi beras di Indonesia mencapai 32,42 juta ton dan konsumsi nasional mencapai 22,11 juta ton. Hal tersebut menjadikan ketergantungan masyarakat Indonesia terhadap beras sangat tinggi. Keadaan tersebut mendorong pemerintah Indonesia dalam melakukan kebijakan impor beras. Padahal Indonesia kaya akan sumber pangan lokal non beras, seperti jagung, sagu, ubi kayu, ubi jalar, sorgum, sagu, dan lain-lain. Sumber pangan lokal non beras dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif makanan pokok dan keragaman sumber gizi. Selama ini diversifikasi pangan lokal non beras kebanyakan hanya diolah ke dalam bentuk tepung, panganan, dan olahan kue. Pemanfaatan pangan lokal non beras ke dalam bentuk makanan pokok yang

memiliki karakteristik seperti beras masih jarang dilakukan. Untuk itu, perlu dilakukan upaya bagi masyarakat.

Salah satu upaya untuk melakukan penganeekaragaman pangan lokal atau diversifikasi pangan berbasis pangan pokok non beras sebagai alternatif makanan pokok serta untuk menekan kenaikan impor beras yang dilakukan oleh pemerintah yaitu dengan memproduksi beras analog. Beras analog merupakan beras tiruan yang diolah dari bahan baku yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi selain padi. Menurut Budijanto, dkk., (2012) beras analog merupakan salah satu produk olahan yang berbentuk seperti butiran beras namun terbuat dari bahan pangan non beras, yang dapat dihasilkan dengan menggunakan metode ekstrusi. Pemanfaatan pangan lokal sebagai sumber karbohidrat dapat menghasilkan beras analog dengan kandungan gizi yang lebih baik, tidak kalah dengan beras. Pada hasil penelitian Novitasari dkk (2015), kandungan beras analog yang diteliti dari bahan dasar jagung putih dan tepung kedelai memiliki nilai IG (Indeks Glikemik) yang lebih rendah dibandingkan dengan beras padi, yaitu IG 50. Rendahnya indeks glikemik (IG) serta tingginya kandungan serat dari beras analog membuat beras analog berpotensi untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional jika ditinjau dari kandungan gizinya. Pangan fungsional adalah pangan olahan yang mengandung satu atau lebih komponen fungsional yang berdasarkan kajian ilmiah mempunyai fungsi fisiologis tertentu, terbukti tidak membahayakan dan bermanfaat bagi kesehatan (BPOM, 2005).

Pada penelitian ini pemilihan bahan baku yang akan digunakan dalam pengembangan beras analog, dilakukan dengan cermat karena akan menentukan kandungan gizi dalam memenuhi Angka Kecukupan Gizi (AKG) serta karakteristik beras analog yang dihasilkan.

Beberapa sumber pangan lokal yang digunakan sebagai sumber karbohidrat non-beras adalah jagung pulut ungu, uwi ungu, dan kacang hijau. Pemanfaatan jagung pulut ungu yaitu sebagai sumber karbohidrat yang memiliki indeks glikemik rendah. Jagung pulut ungu juga mengandung antosianin sebagai antioksidan dan serat pangan. (Kurniawati, 2013; Noviasari, dkk., 2015). Kacang hijau memiliki kandungan karbohidrat, protein, dan serat yang baik. Kandungan serat kacang hijau yaitu sekitar 16.3 g/100 g dan juga mengandung protein sebesar 23.86 g/100 g (USDA 2016).

Penggunaan bahan baku dari berbagai pangan lokal tersebut diharapkan mampu memenuhi kebutuhan gizi baik dari segi energi, karbohidrat, protein, lemak, serat, vitamin, dan mineral. Saat ini pengembangan beras analog untuk makanan pokok yang mencukupi kebutuhan belum banyak dikembangkan. Oleh karena itu penelitian ini perlu dilakukan untuk mempelajari proses pembuatan beras analog dan hasil dari produk akhir akan dianalisis karakteristiknya secara fisik dan kimia, serta kandungan gizinya. Berdasarkan potensi yang dimiliki oleh berbagai pangan lokal berupa jagung pulut ungu, uwi ungu, labu kuning, dan kacang hijau peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait pengembangan beras

analog berbahan dasar pangan lokal sebagai alternatif makanan pokok . Kombinasi bahan baku lainnya yaitu uwi ungu dan labu kuning yang kaya komponen bioaktif diharapkan dapat memperkaya nilai gizi dan fungsional beras analog.

B. Rumusan Masalah

Beras analog (BA) yang dihasilkan dengan memanfaatkan beberapa pangan lokal diharapkan dapat memecahkan permasalahan pengembangan pangan fungsional beras analog yang mendukung diversifikasi pangan.

Rumusan masalah secara khusus dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana daya terima panelis terhadap beras analog yang dihasilkan?
2. Bagaimana komponen senyawa bioaktif yang terdapat dalam formula beras analog yang dihasilkan?
3. Bagaimana sifat fisik dan kimia beras analog yang dihasilkan serta kandungan gizi beras analog yang dihasilkan

C. Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui daya terima produk beras analog melalui uji organoleptik
2. Mengetahui komponen senyawa bioaktif yang terdapat dalam formula beras analog yang dihasilkan

3. Mempelajari sifat fisik dan kimia beras analog yang dihasilkan serta kandungan gizi beras analog yang dihasilkan

D. Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam pengembangan produk pangan alternatif pengganti beras yang tidak hanya tinggi energi tapi juga kaya akan kandungan gizi seperti protein, lemak, karbohidrat serta berpotensi menjadi pangan fungsional. Selain itu, manfaat lain dari penelitian ini adalah mendukung diversifikasi pangan di Indonesia. Penelitian ini juga diharapkan sebagai sumber informasi dalam perkembangan ilmu pengetahuan dibidang teknologi pangan dan sebagai sumber literatur untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

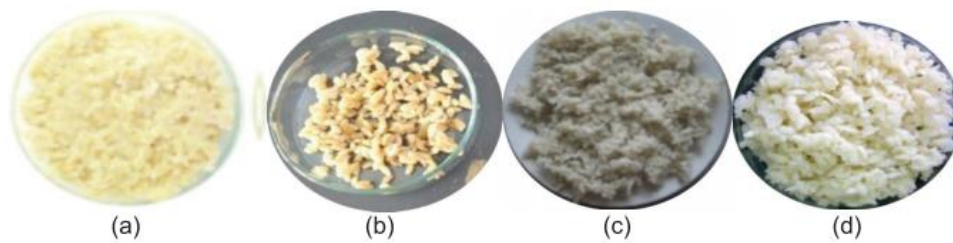
TINJAUAN PUSTAKA

A. Beras Analog

Beras analog merupakan istilah lain dari beras buatan (*artificial rice*). Beras analog merupakan beras yang dibuat dengan bentuk menyerupai beras dan kandungan karbohidratnya mendekati atau melebihi beras. Bahan baku beras analog dapat berasal dari kombinasi tepung lokal atau padi (Samad, 2003; Deptan 2011).



Gambar 1. Beras analog dari (a) sorgum, jagung, maizena, dan sagu, (b) jagung, kedelai, bekatul, dan sagu, (c) jagung putih dan sagu, (d) singkong, ampas kelapa, dan sagu. (Sumber: (Widara, 2012; Kurniawati, 2013; Noviasari, dkk., 2013; Kharisma, dkk., 2014))



Gambar 2. Nasi analog dari campuran sorgum, jagung, maizena dan sagu (a) (Widara, 2012), campuran jagung, kedelai, bekatul dan sagu (b) (Kurniawati, 2013), jagung putih dan sagu (c) (Noviasari, dkk., 2013) dan campuran singkong, ampas kelapa dan sagu (d) (Kharisma, dkk., 2014).

Keunggulan beras analog tidak hanya karena berbentuk menyerupai butiran beras, selain itu komposisi gizinya dapat didesain dengan menggunakan berbagai bahan baku sehingga memiliki sifat fungsional yang diinginkan (nilai IG rendah, tinggi serat pangan, total fenol dan pati resisten). Keunggulan lainnya adalah beras analog dapat dimasak dan dikonsumsi seperti mengonsumsi beras dari padi. Beras analog dapat dimasak dengan menggunakan rice cooker serta dapat dikonsumsi seperti layaknya makan nasi yaitu bersama lauk pauk (Noviasari, 2017)

Beras analog berbentuk mirip seperti beras padi dan terbuat dari campuran bahan baku lokal, seperti sagu, sorgum, umbi-umbian, dan jagung. Bahan baku tersebut dipilih karena memiliki kadar indeks glikemik yang rendah. Indeks glikemik adalah efek makanan terhadap kadar gula darah. Kadar protein beras analog cenderung lebih tinggi dibanding beras padi.

Selain itu, kadar serat beras analog juga cukup tinggi sehingga dapat mempermudah perbaikan pencernaan. Dengan mengonsumsi beras analog yang berbahan baku lokal dapat mempertahankan rasa kenyang lebih lama dibandingkan dengan beras padi (Budijanto, 2012).

Perbandingan amilosa dan amilopektin juga mempengaruhi karakteristik yang dihasilkan beras analog. Pengaruh yang ditimbulkan dari amilosa dan amilopektin adalah tekstur yang terbentuk, pera atau pulennya nasi, dan cepat atau tidaknya nasi mengeras. Semakin tinggi amilosa maka semakin pera dan keras nasi analog yang dihasilkan, dan sebaliknya (Astawan, 2004).

Beras analog dapat dibuat dengan menggunakan campuran tepung beras dengan bahan pangan lain non beras (Mishra *et al.*, 2012) atau seluruhnya menggunakan bahan pangan non beras (Budijanto *et al.*, 2017). Bahan pangan non beras sebagai bahan baku utama sumber karbohidrat dapat diperoleh dari umbi umbian dan sereal. Sumber karbohidrat tersebut dipilih sesuai dengan komposisi dan sifatnya yang akan menentukan kandungan gizi dan karakteristik dari beras analog.

Beberapa bahan pangan sumber karbohidrat yang telah berhasil digunakan untuk pembuatan beras analog adalah campuran sorgum, mocaf, jagung dan sagu (Widara, 2012), sorgum dan sagu aren (Budijanto *et al.*, 2017), campuran jagung kuning, bekatul, sagu dan kedelai (Kurniawati, 2013), campuran singkong, ampas kelapa dan sagu (Kharisma, *et al.*, 2014), campuran jagung, sorgum dan sagu aren (Budijanto *et al.*, 2017), jagung putih

dan sagu (Noviasari, *et al.*, 2013) serta jagung putih, kedelai, sorgum dan sagu (Noviasari, *et al.*, 2015). Tabel 1 menampilkan kandungan gizi beberapa bahan pangan yang dapat digunakan sebagai bahan baku beras analog.

Tabel 1. Kandungan Gizi Beberapa Bahan Pangan

Bahan pangan	Air %	Abu %	Protein %	Lemak %	Karbohidrat %
Beras	11,22	0,56	8,66	1,37	78,19
Jagung kuning	9,24	0,89	8,48	2,35	79,04
Jagung putih pulut	9,37	0,67	11,48	2,16	85,68
Jagung putih non pulut	12,12	0,12	10,44	0,4	89,04
Ubi kayu	173,38	2,53	1,71	1,63	94,74
Ampas kelapa	154,33	0,87	5,24	60,95	35,11
Labu kuning	11,14	5,89	5,04	0,08	77,65
Bekatul	12,44	9,97	16,54	16,05	14,8
Kedelai	3,44	1,18	35,58	23,21	40,02
Pati sagu	12,58	0,18	0,53	0,21	99,08

Sumber : ^a Liu, dkk. (2011); ^b Kurniawati (2013); ^c Noviasari, dkk. (2013); ^d Noviasari, dkk. (2015); ^e Kharisma, dkk. (2014),* kadar air basis kering.

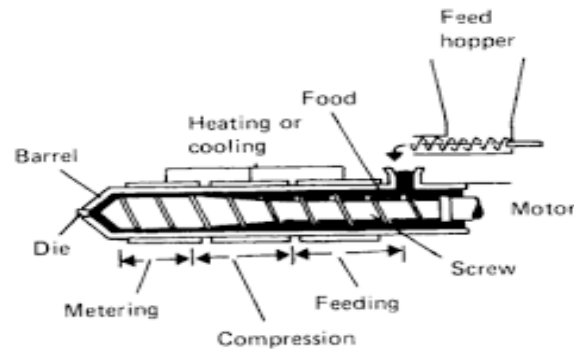
Kurachi (1995) dalam patennya menyebutkan bahan penyusun beras tiruan adalah 50-98% pati maupun turunannya, 2-45% bahan pengkaya, 0.1-10% hidrokoloid dan 25-55% air. Paten ini umumnya menjadi rujukan dalam

pembuatan beras tiruan. Pati yang berasal dari sagu dan tapioka juga dapat digunakan sebagai sumber karbohidrat dan bahan perekat yang bertujuan untuk mendapatkan butiran beras yang kokoh sehingga beras tidak mudah hancur dan tidak rapuh saat dimasak (Herawati *et al.*, 2014). Perbandingan antara tepung dan pati dalam pembuatan beras analog adalah 70 : 30 (Widara, 2012; Noviasari, *et al.*, 2013).

B. Metode Ekstruksi

Ekstrusi merupakan proses pengolahan pangan yang mengkombinasikan beberapa unit operasi berkesinambungan. Proses ekstrusi meliputi proses pencampuran, pemasakan, pengadonan, shearing, pembentukan, dan pemotongan (Fellow, 2008). Prinsip ekstrusi yaitu bahan pangan dipaksa mengalir di bawah pengaruh kondisi operasi melalui suatu cetakan yang di rancang untuk membentuk hasil ekstrusi dalam waktu singkat. Produk ekstrusi antara lain berupa produk siap konsumsi (*snack*) dan produk mengembang (*puff snack*). Bahan yang digunakan dapat berupa bentuk grits maupun tepung (Fellow, 2008). Ekstrusi memiliki kelebihan untuk menghasilkan berbagai macam produk dengan mengubah kondisi operasi, ukuran die, maupun jenis ekstruder. Ekstruder dapat menghasilkan produk pangan yang tidak dapat dengan mudah dihasilkan oleh metode lain, biaya

produksi lebih rendah, dan produktivitas lebih tinggi jika dibandingkan dengan proses pemasakan dan pencetakan lain.



Gambar 3. Ekstruder Ulir Tunggal (Sumber : Fellow, 2008)

Pembuatan beras analog menggunakan metode ekstrusi salah satunya diteliti oleh Mishra et al. (2012). Proses pembuatannya meliputi tahap persiapan bahan, pembentukan adonan (*pre conditioning*), ekstrusi, dan pengeringan. Bahan yang digunakan antara lain tepung beras, air, bahan pengikat (sodium alginat), *setting agent* (kalsium laktat dan kalsium klorida), fortifikan (multivitamin), antioksidan, dan pewarna (titanium). Tujuan dari tahap *pre-conditioning* adalah untuk mencampur dan mengadon air atau uap dengan bahan-bahan yang telah mengalami pemanasan sebelumnya. Menurut Budijanto et al. (2011), metode pembuatan beras analog menggunakan teknik ekstrusi dilakukan melalui tahap penyangraian dan ekstrusi. Tahap penyangraian bertujuan untuk menggelatinisasi sebagian (semigelatinisasi) adonan atau pengondisian (*conditioning*) adonan sebelum diekstrusi. Tahap ekstrusi meliputi proses pencampuran, pemanasan, dan pencetakan melalui

die. Tahap berikutnya adalah ekstrudat dikeringkan menggunakan *oven dryer* pada suhu 60° C selama 4 jam.

Produk ekstrusi dengan bahan baku selain tepung beras memiliki karakteristik yang unik. Produk yang dihasilkan memiliki karakteristik yang lebih renyah dibandingkan dengan produk yang dibuat dari gandum. Rasio amilosa dan amilopektin dapat mempengaruhi karakteristik produk yang dihasilkan. Rasio amilopektin yang sangat tinggi akan mengakibatkan produk yang rapuh dan memiliki densitas yang rendah. Bahan dengan kandungan amilosa sebesar 5-20% akan memperbaiki pengembangan dan tekstur produk hasil ekstrusi. Faktor-faktor yang mempengaruhi derajat pengembangan produk ekstrusi antara lain kadar air bahan awal, waktu tinggal adonan di dalam ekstruder (*residence time*), ukuran granula sereal, adanya garam untuk menurunkan pengembangan, dan parameter operasi.

Alat yang digunakan untuk melakukan proses ekstrusi disebut ekstruder. Prinsip ekstruder yaitu mendorong bahan mentah ke suatu lubang, kemudian didorong oleh ulir menuju lubang cetakan (*die*). Ekstruder dapat dibagi berdasarkan jumlah ulir yang digunakan dalam proses ekstrusi, yaitu ekstruder ulir ganda dan ekstrusi ulir tunggal (Fellow, 2008). Ekstruder ulir tunggal dibagi menjadi empat jenis, yaitu *low shear* pembentukan, *low shear* pemasakan, *medium shear* pemasakan, dan *high shear* pemasakan. Ekstruder ulir ganda terdiri dari *low shear* dua ulir identik yang diletakan berdampingan dalam satu barel. Pada sistem ulir ganda *intermeshing*, kedua sumbu ulir

berdekatan sehingga ulir yang satu dapat masuk ke dalam ulir yang lain. Sistem seperti ini memungkinkan proses *self-cleaning* dan *self-wiping*. Dengan demikian, maka kapasitas transportasi ekstruder ulir ganda akan meningkat. Jenis ekstruder ini dapat digunakan untuk bahan yang bersifat lengket, yang sulit ditangani oleh ekstruder ulir tunggal (Haryadi, 2008).

Ekstruder memiliki tiga bagian penting, yaitu bagian pra-ekstrusi, ulir dan cetakan (*die*). Ketiga bagian ini memiliki fungsi dan cara kerja yang berbeda yang berperan dalam menghasilkan produk yang diinginkan. Zona pra-ekstrusi adalah bagian yang bertekanan sama seperti lingkungan di mana bahan mentah dibasahi merata atau dipanaskan tergantung dari hasil produk yang diinginkan. Bahan mentah yang telah di basahi akan di masukan dalam pengumpan pada bagian ulir ekstruder. Pada bagian ini terjadi perubahan tekstur akibat ada tekanan yang diberikan oleh ulir dan panas yang dihasilkan. Panas dialirkan melalui pelepasan energi mekanik yang memutar ulir. Adanya panas akan menyebabkan bahan mengalami proses hidrasi dan gelatinisasi, sehingga bahan akan menjadi lebih elastis dan terplastisasi (Muchtadi et al., 1988).

Pengaplikasian teknologi ekstrusi dapat menggunakan ekstruder ulir tunggal maupun ulir ganda yang mensimulasikan adonan yang terdiri dari tepung beras, bahan pengikat, dan air, menjadi butiran-butiran beras. Pada dasarnya ekstrusi ini merupakan teknik fortifikasi pada beras. Pada penerapannya ditambahkan fortifikan yang terdiri dari mineral dan atau vitamin

untuk meningkatkan status kesehatan masyarakat yang dituju (Alavi et al., 2008; Mishra et al., 2012).

Beras analog dengan teknologi ekstrusi ini dapat diperoleh melalui metode *hot extrusion* (ekstrusi panas) dan *cold extrusion* (ekstrusi dingin). Pada metode ekstrusi panas, adonan diekstrusi menggunakan ekstruder ulir tunggal maupun ganda membentuk adonan yang terdiri dari tepung beras dan air kemudian memotongnya menjadi bentuk mirip beras. Proses ini menggunakan suhu 70-110°C yang dikombinasikan dengan tingkat gesekan yang rendah (*low shear*). Metode ini dapat menghasilkan produk yang memiliki karakteristik kejernihan, transparansi, konsistensi dan flavor yang mirip dengan beras pada umumnya. Selain itu produk mengalami gelatinisasi namun tidak mengembang seperti produk sereal puff. Metode ekstrusi dingin menerapkan teknik yang sama namun menggunakan suhu ekstruder kurang dari 70°C. Pembentukan adonan melalui ekstruder tidak membutuhkan tambahan energi termal selain dari energi panas yang timbul dari gaya gesek dari ulir (Alavi et al., 2008).

C. Tepung Mocaf

Mocaf adalah tepung ubi kayu yang dibuat dengan menggunakan prinsip modifikasi sel ubi kayu secara fermentasi (Subagyo, 2006). Pembuatan tepung sejenis juga telah dilakukan oleh Wahyuningsih (1990), yang membuat tepung ubi kayu dengan cara fermentasi dan disebut dengan tepung gari. Mikroba yang

tumbuh selama fermentasi akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel singkong sedemikian rupa sehingga terjadi liberasi granula pati. Mikroba tersebut juga menghasilkan enzim-enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula dan selanjutnya mengubahnya menjadi asam-asam organik, terutama asam laktat. Proses ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi dan kemudahan melarut. Selanjutnya, granula pati tersebut akan mengalami hidrolisis yang menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik. Senyawa asam ini akan menghasilkan aroma dan citarasa khas yang dapat menutupi aroma dan citarasa khas ubi kayu yang cenderung tidak menyenangkan (Subagyo, 2006).

Proses pembuatan tepung mocaf hampir sama dengan pembuatan tepung ubi kayu biasa, perbedaannya adalah dilakukan proses fermentasi selama 2-3 hari. Menurut Subagyo (2006) proses pembuatan tepung mocaf adalah sebagai berikut : ubi kayu dibuang kulitnya, dikerok lendirnya, dicuci bersih dan dipotong tipis dengan ukuran tertentu, dan difermentasikan selama 12-72 jam dengan penambahan enzim selulitik. Adapun metode pembuatan lain yang telah dilakukan adalah dengan penambahan biakan murni bakteri asam laktat selama proses fermentasi berlangsung.

Proses pembuatan tepung mocaf tanpa penambahan enzim atau dengan cara fermentasi alami menurut Wahyuningsih (2009) sebagai berikut : Ubi kayu

dikupas, kemudian dikerok lendirnya dan selanjutnya dicuci bersih. Setelah itu dikecilkan ukurannya dan dilakukan fermentasi dalam tong secara kering atau dapat juga direndam dalam air kapur 10% pada hari pertama untuk mengurangi sebagian HCN yang terkandung dalam ubi kayu dan air biasa pada hari kedua dan ketiga, dengan dilakukan pergantian air setiap harinya. Setelah fermentasi selesai selanjutnya dilakukan pengeringan pada suhu 50°C selama 10 jam atau dikeringkan dengan sinar matahari selama 12 jam pada cuaca panas. Setelah itu dilakukan penggilingan dan pengayakan pada ukuran 80 mesh.

Tabel 2. Komposisi Nutrisi Tepung Mocaf

Komponen	Tepung Mocaf
Energi (kal)	363
Protein (gr)	1,1
Lemak (gr)	0,5
Karbohidrat (gr)	88,2
Ca (mg)	84,0
P (mg)	125
Fe (mg)	1,0
Vit A (RE)	0
Vit B1 (mg)	0
Vit. C (mg)	0
Air (gr)	9,1

Sumber : Subagyo (2006)

D. Jagung Ungu

Jagung ungu kaya akan antosianin, merupakan tanaman Andean, dibudidayakan di lembah rendah di Amerika Selatan terutama di Peru dan Bolivia. Dikenal juga di Spanyol dengan sebutan "maiz morado" dan telah lama

digunakan untuk makanan penutup, pewarna makanan dan minuman. Pewarna makanan dan minuman dari jagung ungu banyak digunakan di Asia, Amerika Selatan dan Eropa saat ini. Jagung ungu merupakan salah satu komoditas pangan yang masih kurang dikenal sebab belum banyak dibudidayakan di Indonesia. Jagung ungu memiliki nilai gizi yang lebih tinggi dari jagung kuning dan jagung putih. Selain itu, jagung ungu memiliki kandungan antosianin yang memiliki banyak manfaat untuk kesehatan manusia. Jagung ungu mengandung komponen antosianin yang berperan sebagai senyawa antioksidan dalam pencegahan beberapa penyakit seperti kanker, diabetes, kolesterol dan jantung koroner. Jagung ungu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan makanan tambahan (*supplement*) (Pamandungan, 2017).



Gambar 4. Jagung Ungu Pulut
(Sumber <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id>)

Jagung ungu adalah kelompok sereal yang mempunyai kontribusi kandungan pati (karbohidrat kompleks) sekitar 80%, 10% gula yang memberikan rasa manis, 11% protein, 2% mineral, vitamin B dan asam

askorbat. Selain nilai gizi, jagung ungu memiliki komposisi yang kaya fitokimia, terutama antosianin dan senyawa fenolik (Moos, 2014). Jenis antosianin yang paling dominan pada jagung ungu telah diidentifikasi yaitu, Cyanidin-3-glucoside (Escudero *et al.*, 2012)

Kandungan antosianin rata-rata jagung ungu adalah 6,8 – 82,3 mg/gram berat segar, jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan kandungan antosianin buah Blueberry segar yang sebesar 1,3-3,8 mg/gram (Finkel *et al.*, 2013). Cyanidin-3-glucoside adalah antosianin utama yang terdapat dalam jagung ungu (Manzano *et al.*, 2008).

E. Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L)

Kacang hijau memiliki kandungan karbohidrat, protein, dan serat yang baik (Kenawi *et al.*, 2009). Komponen karbohidrat merupakan bagian terbesar yang terdapat pada kacang hijau yaitu sebesar 62-63% (Ohwada, 2003). Pada Tabel 3 disajikan komposisi kimia kacang hijau mentah per 100 g bahan.

Tabel 3. Kandungan gizi kacang hijau mentah per 100 g bahan

Komponen	Jumlah
Energi (kkal)	345
Protein (g)	22,5
Lemak (g)	1,2
Karbohidrat (g)	62,9
Kalium (mg)	125
Fosfor (mg)	320
Fe (mg)	6,7
Vitamin A (SI)	157
Vitamin B (mg)	0,64
Vitamin C (mg)	6
Air (g)	10

Sumber : Prawiranegara (1989)

Karbohidrat yang terdapat pada kacang hijau terdiri dari pati, gula sederhana dan serat (Sathe et al., 1982). Kandungan pati pada kacang hijau adalah sebesar 32-43% (Naivikul, 1979 dan Scoch, 1968 yang dikutip oleh Ohwada, 2003).

Komponen terbesar kedua yang terdapat pada kacang hijau adalah protein. Kacang hijau memiliki kualitas protein yang baik seperti jenis kacang-kacangan pada umumnya (Khalil, 2006). Protein yang terdapat pada kacang hijau memiliki daya cerna sebesar 81%.

. Kacang hijau merupakan salah satu pangan nabati sumber protein karena mengandung protein sebesar 20-24%. Kandungan protein dan daya cerna protein yang cukup tinggi pada kacang hijau menyebabkan konsumsi kacang hijau dengan sereal dapat meningkatkan kualitas protein di dalam suatu makanan (Tang et al., 2014). Selain itu, kacang hijau merupakan sumber vitamin dan mineral yang cukup baik di antaranya thiamin, niacin, vitamin B6, asam pantotenat, magnesium, besi, fosfor dan kalium serta merupakan sumber serat pangan, vitamin C, riboflavin, asam folat, tembaga dan mangan yang baik. Kandungan asam amino, protein, polifenol dan oligosakarida yang cukup tinggi pada kacang hijau berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan, anti-inflamasi, antimikrobia dan antitumor serta berperan dalam regulasi metabolisme lipid (Tiwari et al., 2017). Kandungan asam amino kacang hijau disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Kandungan asam amino kacang hijau (per 100% protein).

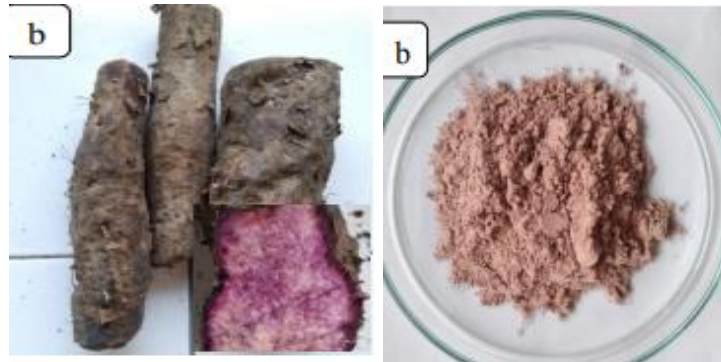
Komponen	Jumlah (%)
Alanin	4,15
Arginin*	4,44
Asam Aspartat	11,10
Asam Glutamat	15,00
Glisin	4,03
Histidin*	4,05
Isoleusin*	6,75
Leusin*	11,90
Lisin*	7,92
Metionin*	0,84
Fenilalanin*	5,07
Prolin	4,52
Serin	4,33
Treonin	4,50
Triptofan	1,35
Tirosin	2,82
Valin*	7,23

Sumber : Marzuki dan Suprpto (2005).

Ket : * = asam amino esensial

Melihat komposisi kimianya, kacang hijau merupakan bahan pangan yang cukup tinggi kandungan proteinnya. Dalam protein kacang hijau tersebut, terkandung asam amino esensial yang penting bagi tubuh. Asam amino esensial adalah asam amino yang hanya dapat diperoleh melalui asupan dari makanan. Asam amino esensial yang terdapat pada kacang hijau antara lain arginin, histidin, isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan dan valin. Asam amino yang paling banyak terdapat pada kacang hijau adalah asam amino lisin, sedangkan asam amino metionin dan sistin kandungannya lebih sedikit dibandingkan dengan asam amino lisin.

F. Uwi ungu



Gambar 5. Penampakan Uwi ungu dan tepung uwi ungu (Annuha, 2018)

Dioscorea spp. (*Dioscoreaceae*) merupakan tumbuhan yang menghasilkan umbi, mengandung karbohidrat yang tinggi, memiliki kadar vitamin, protein dan mineral. Dari penelitian Prawiranegara (1996), kandungan gizi dari umbi uwi adalah kadar air 75 %, karbohidrat 19,8 - 31,8 %, protein 0,6 - 2,0 %, lemak 0,2 %, mineral (kalsium 45 mg/100g, fosfor 280 mg/100g, besi 1,8 mg/100g) dan vitamin (B1 0,10 mg/100g, C 9 mg/100g).

Uwi (*Dioscorea alata*) adalah sejenis umbi-umbian pangan yang berbentuk seperti umbi pada umumnya. Beberapa jenis umbi memiliki warna ungu, sehingga sering disebut juga sebagai *purple yam* dalam bahasa Inggris. Uwi diambil dari nama bahasa Jawa untuk membedakannya dari jenis-jenis ubi yang lain (Winarti, 2011). Uwi memiliki gizi dan komponen fungsional seperti *mucin*, *dioscin*, *allantoin*, *choline* dan asam amino esensial, pada uwi ungu (*purple yam*) juga banyak mengandung antosianin (Fang et al., 2011). Umbi

uji mengandung lendir yang dapat berpengaruh pada sifat fisikokimia uji, lendir akan mengikat air, sehingga dapat menghambat pembengkakan granula pati (Yeh *et al.*, 2009). Lendir dapat dimanfaatkan sebagai pengental dalam produk makanan, lendir juga sangat berguna karena mengandung diosgenin, prekursor progesteron, kortison dan steroid lainnya. Dalam pembuatan pati, lendir dihilangkan karena dapat menghambat pengendapan butiran pati dari uji (Fu *et al.*, 2005).

G. Labu Kuning

Labu memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap seperti karbohidrat, protein dan vitamin-vitamin. Karena kandungan gizinya yang cukup lengkap ini, labu dapat menjadi sumber gizi yang sangat potensial dan harganya pun terjangkau oleh masyarakat yang membutuhkannya. Labu dapat dijadikan juga bahan pangan yang memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi. Buah labu kuning merupakan salah satu buah yang memiliki potensi sebagai sumber provitamin A nabati berupa β -karoten. Kandungan provitamin A dalam labu kuning sebesar 767 $\mu\text{g/g}$ bahan (Gardjito, 2005). Kandungan amilosa sebanyak 9,86% dan amilopektin 1,22% pada tepung labu kuning tergolong sangat kecil dibandingkan dengan tepung terigu.

Tabel 5. Kandungan gizi pada labu kuning

Komponen	Labu Segar		Tepung Labu
	Referens*)	Referens**)	Referens**)
Kadar air (%)	92,69	89,47	12,01
Protein (%)	0,59	1,19	7,83
Abu (%)	0,46	0,7	8,56
Lemak (%)	0,05	0,16	1,05
Serat kasar (%)	0,46	0,87	3,48
Karbohidrat (%)	5,47	8,48	70,55
Pektin (%bk)	9,2	0,62	0,09
Pati (%bk)	31,92	–	–
β -karoten ($\mu\text{g/g}$)	–	1.187,23	222,81
Gula	41,06	–	–

Sumber: *) Budiman *et al.* (1984); **) Usmiati *et al.* (2004)

H. Gliserol Monostearat (GMS)

GMS adalah surfaktan non-ionik yang banyak digunakan sebagai *stabilizer* dan *emulsifier*. Molekulnya terdiri dari dua bagian yaitu hidrofil dan lipofil. Penggunaan GMS berfungsi sebagai pelumas saat proses sehingga dapat mengurangi panas proses ekstrusi, membuat ekstrudat tidak lengket satu sama lain, mengurangi *expansion* (pengembangan produk) tetapi meningkatkan WAI (*water absorption index*) (Kaur *et al.*, 2005). Menurut Kaur *et al.* (2005) penggunaan GMS dapat mengurangi *cooking loss* selama pemasakan mi berbahan dasar jagung dan pati kentang. GMS akan berikatan dengan amilosa membentuk struktur helik (Alsaffar, 2011).