

**PENGARUH KONSENTRASI MAGNESIUM KLORIDA DAN  
LAMA PERENDAMAN TERHADAP MUTU TEPUNG BIJI  
KARET (*Hevea brasiliensis* Muell)**

**SKRIPSI**

Oleh

**MUHARDY ILHAM  
NPM : 1304310010  
PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2018**

**PENGARUH KONSENTRASI MAGNESIUM KLORIDA DAN  
LAMA PERENDAMAN TERHADAP MUTU TEPUNG BIJI  
KARET (*Hevea brasiliensis* Muell)**

**SKRIPSI**

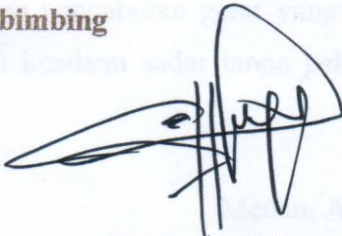
Oleh :

**MUHARDY ILHAM  
1304310010  
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Strata 1 (S1) Pada  
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

**Komisi Pembimbing**

  
**Dr. M. Said Siregar, M.Si.**  
Ketua

  
**Dr. Ir. Desi Ardilla, M.Si.**  
Anggota

**Disahkan Oleh :  
Dekan**  
  
**Ir. Asrifanani Munar, M.P.**

**Tanggal Lulus : 03-04-2018**

## RINGKASAN

### PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : Muhardy Ilham

NPM : 1304310010

Judul Skripsi : "PENGARUH KONSENTRASI MAGNESIUM KLORIDA  
DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP MUTU TEPUNG  
BIJI KARET (*Havea Brasiliensis* Muell)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran, pemaparan asli dari diri saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan programming yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penciplakan (plagiarisme) maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, April 2018

Yang menyatakan



Muhardy Ilham

## RINGKASAN

Muhardy Ilham “Pengaruh Konsentrasi Magnesium Cloridadan Lama Perendaman Terhadap Mutu Tepung Biji Karet (*Hevea brasiliensis Muell*).” Dibimbing oleh bapak Dr. Muhammad Said Siregar, S.Si., M.Si. selaku ketua komisi pembimbing dan ibu Dr. Ir. Desi Ardilla, M.Si. selaku anggota komisi pembimbing.

Tanaman karet merupakan komoditi perkebunan penting bagi Indonesia. Pengolahan hasil tanaman karet yang hanya diolah pada lateks dan batang saja mengakibatkan produk lain seperti biji karet belum mendapat perhatian lebih. Selama ini, pemanfaatan biji karet hanya sebagai benih generatif pohon karet.

Biji karet merupakan salah satu hasil samping dari perkebunan karet yang dapat dijadikan pakan ternak unggas maupun ruminansia. Tetapi untuk bahan pangan biji karet belum sepenuhnya dimanfaatkan oleh masyarakat, padahal biji karet memiliki kandungan gizi khususnya protein yang tinggi. kandungan asam sianida (HCN) yang terdapat dalam biji karet menjadi salah satu kendala masyarakat untuk mengolah pangan yang aman untuk di konsumsi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama perendaman garam  $MgCl_2$  terhadap mutu tepung biji karet (*Hevea brasiliensis Muell*).

Metode penelitian dilakukan dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu Faktor 1 adalah konsentrasi  $MgCl_2$  (M) yang terdiri dari 4 taraf yaitu: 0,125%, 0,25%, 0,5% dan 1%. Faktor 2 adalah lama perendaman (P) yang terdiri dari 4 taraf yaitu: 12 jam, 24 jam, 36 jam dan 48 jam.

Pengamatan dan analisa parameter meliputi kadar HCN, kadar karbohidrat, kadar protein, kadar air dan rendemen.

### KADAR HCN

Penggunaan konsentrasi  $MgCl_2$  memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar HCN. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $M_1 = 111,338 \text{ mg/kg}$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $M_4 = 95,200 \text{ mg/kg}$ . Lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar HCN sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Pengaruh interaksi lama perendaman dan  $MgCl_2$  memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap Kadar HCN yang dihasilkan. Nilai rata-rata tertinggi yaitu pada lama perendaman 48 jam dan konsentrasi magnesium klorida 0,25% yaitu  $125,950 \text{ mg/kg}$  dan nilai rata-rata terendah yaitu pada lama perendaman 12 jam dan konsentrasi magnesium klorida 0,25% yaitu  $80,450 \text{ mg/kg}$ .

### KADAR KARBOHIDRAT

Penggunaan konsentrasi  $MgCl_2$  memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap karbohidrat sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap karbohidrat. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $L_1 = 15,550 \%$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $L_3 = 11,488 \%$ . Pengaruh interaksi lama perendaman dan  $MgCl_2$  memberikan pengaruh tidak

nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap karbohidrat yang dihasilkan sehingga tidak dilakukan pengujian selanjutnya.

### **KADAR PROTEIN**

Pengaruh konsentrasi  $MgCl_2$  memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap protein. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $M_1 = 21,053$  % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $M_3 = 15,075$  %. Lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap protein. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $L_3 = 18,275$  % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $L_1 = 16,540$  %. Interaksi lama perendaman dan magnesium klorida memberikan pengaruh berbeda nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap protein yang dihasilkan sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

### **KADAR AIR**

Penggunaan konsentrasi  $MgCl_2$  memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar air. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $M_4 = 5,123$  % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $M_1 = 1,900$  %. Lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar air. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $L_4 = 4,045$  % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $L_1 = 3,124$  %. Pengaruh interaksi lama perendaman dan  $MgCl_2$  memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar air yang dihasilkan sehingga tidak dilakukan pengujian selanjutnya.

### **RENDEMEN**

Penggunaan konsentrasi  $MgCl_2$  memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap rendemen. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $M_3 = 1,900$  % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $M_4 = 1,610$  %. Lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap rendemen. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $L_3 = 1,830$  % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $L_4 = 1,540$  %. Pengaruh interaksi lama perendaman dan  $MgCl_2$  memberikan pengaruh berbeda nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap rendemen yang dihasilkan. Nilai rata-rata tertinggi yaitu pada lama perendaman 36 jam dan konsentrasi magnesium klorida 0,25 % yaitu 1,940% dan nilai rata-rata terendah yaitu pada lama perendaman 48 jam dan konsentrasi magnesium klorida 0,125% yaitu 1,140 %.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Muhardy ilham dilahirkan di Medan. Kelurahan Kota Matsum Kecamatan Medan Area, Sumatera Utara Pada Tanggal 31 Mei 1995, anak keempat dari empat bersaudara dari Ayahanda Bahar Tanjung dan Ibunda Yusna.

Pendidikan yang telah ditempuh adalah sebagai berikut :

1. Pada Tahun 2007 telah menyelesaikan pendidikan di SD Muhammadiyah 01 Medan.
2. Pada tahun 2010 telah menyelesaikan pendidikan di SMP Muhammadiyah 01 Medan.
3. Pada tahun 2013 telah menyelesaikan pendidikan di SMA Negeri 6 Medan.
4. Pada tahun 2013 diterima masuk di Perguruan Tinggi pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Tahun 2013 mengikuti Masa Orientasi Program Studi dan Pengenalan Kampus (OSPEK) dan Masa Ta'aruf (MASTA) Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Pada tahun 2016 telah menyelesaikan Praktek Kerja Lapangan di PT.PD.Paya Pinang Group dikota tebing tinggi.
7. Pada tahun 2017 melakukan penelitian skripsi dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Magnesium Clorida dan Lama Perendaman Terhadap Mutu Tepung Biji Karet (*Havea Brasiliensis Muell*)”.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala karunia dan hidayah-Nya serta kemurahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Pengaruh konsentrasi  $MgCl_2$  dan lama perendaman terhadap mutu tepung biji karet (*Hevea Brasiliensis* Muell)".

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi S1 di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah Subhanallahu wa Ta'ala yang telah memberikan Ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ayahanda dan Ibunda yang mengasuh, membesarkan, mendidik, memberi semangat, memberikan kasih sayang dan cinta yang tiada ternilai serta memberikan doa dan dukungan yang tiada henti baik moral maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Agussani, M.AP selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Ir.Asritanarni Munar, M.P selaku Dekan Fakultas Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. M. Said Siregar, S.Si., M.Si. selaku ketua pembimbing yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Ibu Dr. Ir. Desi Ardilla, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian dan selaku anggota komisi pembimbing yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Dosen-dosen ITP yang senantiasa memberikan ilmu dan nasehatnya selama didalam maupun diluar perkuliahan.
8. Seluruh staf biro dan pegawai Laboratoium Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Kakanda dan adinda stambuk 2011, 2012, 2014, 2015 Jurusan THP yang telah banyak membantu serta memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Mona Fatiya Simatupang,S.P yang telah memberikan dukungan, motivasi dan semangat sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak serta masukan berupa kritik dan saran untuk kesempurnaan skripsi ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 17 November 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>RINGKASAN</b> .....	i
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
Latar Belakang .....	1
Tujuan Penelitian .....	2
Kegunaan Penelitian .....	2
Hipotesa Penelitian .....	3
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
Tanaman Karet ( <i>Hevea brasiliensis</i> Muell).....	4
Biji Karet.....	6
Tepung.....	7
Asam Sianida .....	10
MgCl <sub>2</sub> atau Magnesium Klorida .....	11

<b>BAHAN DAN METODE</b> .....	14
Tempat dan Waktu Penelitian .....	14
Bahan Penelitian .....	14
Alat Penelitian .....	14
Metode Penelitian .....	14
Model Rancangan Percobaan .....	15
Pelaksanaan Penelitian .....	16
Parameter Pengamatan .....	16
<b>PEMBAHASAN</b> .....	20
Kadar HCN .....	21
Karbohidrat .....	25
Protein .....	27
Kadar Air .....	31
Rendemen .....	34
<b>Kesimpulan Dan Saran</b> .....	40
Kesimpulan .....	40
Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	41

## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Analisis Proksimat Tepung Biji Karet dan Beberapa Kandungan Kimia (100gr Berat Kering) .....	7
2.	Pengaruh Magnesium Clorida Terhadap Parameter Yang Diamati .....	20
3.	Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Parameter Yang Diamati .....	20
4.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Magnesium Clorida Terhadap Kadar HCN .....	21
5.	Uji LSR Efek Utama Pengaruh Interaksi Lama Perendaman dan Magnesium Clorida terhadap Kadar HCN (mg/kg) .....	23
6.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Karbohidrat .....	25
7.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Magnesium Clorida Terhadap Protein .....	27
8.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Protein .....	29
9.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Magnesium Clorida Terhadap Kadar Air .....	31
10.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Kadar Air .....	33
11.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Magnesium Clorida Terhadap Rendemen .....	34

12. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Rendemen .....	36
13. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Interaksi Lama Perendaman dan Magnesium Clorida terhadap Rendemen (%) .....	37

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Tanaman Karet ( <i>Hevea Brasiliensis</i> Muell.Arg) .....	4
2.	Biji Karet ( <i>Hevea brasiliensis</i> Muell) .....	6
3.	Magnesium Clorida ( $MgCl_2$ ).....	11
4.	Diagram Pembuatan Tepung Biji Karet .....	19
5.	Pengaruh Magnesium Clorida Terhadap Kadar HCN .....	22
6.	Pengaruh Interaksi Lama Perendaman Dan Magnesium Clorida Terhadap Kadar HCN .....	24
7.	Pengaruh Lama Perendaman terhadap Lemak .....	26
8.	Pengaruh Magnesium Clorida terhadap Protein .....	28
9.	Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Protein .....	30
10.	Pengaruh Magnesium Clorida Terhadap Kadar Air .....	32
11.	Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Kadar Air.....	33
12.	Pengaruh Magnesium Clorida Terhadap Rendemen .....	35
13.	Hubungan Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Rendemen .....	36
14.	Pengaruh Interaksi Lama Perendaman Dan Magnesium Clorida Terhadap Rendemen.....	38

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Tabel Data Hasil Pengamatan Kadar HCN (mg/kg).....	45
2.	Tabel Data Hasil Pengamatan Kadar Karbohidrat (mg/kg).....	46
3.	Tabel Data Hasil Pengamatan Kadar Protein (mg/kg).....	47
4.	Tabel Data Hasil Pengamatan Kadar Air (mg/kg) .....	48
5.	Tabel Data Hasil Pengamatan Rendemen (mg/kg) .....	49

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Tanaman karet merupakan komoditi perkebunan penting bagi Indonesia. Pengolahan hasil tanaman karet yang hanya diolah pada lateks dan batang saja mengakibatkan produk lain seperti biji karet belum mendapat perhatian lebih. Selama ini, pemanfaatan biji karet hanya sebagai benih generatif pohon karet (Novia, dkk. 2009).

Karet alam merupakan salah satu komoditi pertanian yang penting baik untuk lingkup internasional dan terutama di Indonesia. Di Indonesia karet merupakan salah satu hasil pertanian terkemuka karena banyak menunjang perekonomian Negara. Sampai tahun 1992 ada tiga Negara yang menguasai pasaran karet dunia yaitu Indonesia, Thailand dan Malaysia (Zuhra, 2006).

Biji karet merupakan salah satu hasil samping dari perkebunan karet yang dapat dijadikan pakan ternak unggas maupun ruminansia (Yatno, dkk. 2015). Tetapi untuk bahan pangan biji karet belum sepenuhnya dimanfaatkan oleh masyarakat, padahal biji karet memiliki kandungan gizi khususnya protein yang tinggi. kandungan asam sianida (HCN) yang terdapat dalam biji karet menjadi salah satu kendala masyarakat untuk mengolah pangan yang aman untuk di konsumsi (Rivai, dkk. 2015).

Pemanfaatan biji karet sebagai bahan pangan belum optimal digunakan. Salah satu kendala kurang optimalnya pemanfaatan biji karet sebagai bahan

pangan adalah adanya asam sianida (HCN) yang terkandung dalam biji karet. Padahal biji karet memiliki kandungan minyak nabati yang tinggi, yaitu sekitar 45,63% (Ikwagwu et, all. 2000). Selain itu, per 100 gram daging biji karet mengandung karbohidrat 15,9%; protein 27%; lemak 32,3%, abu 3,96% (Setyawardhani, dkk. 2011) dengan kandungan mineral per gram daging biji karet 0,85 mg Ca, 0,01 mg Fe dan 9,29 mg Mg (Eka, dkk. 2010). Biji karet mengandung zat anti nutrisi yaitu hydrogen sianida (HCN) sehingga harus diturunkan kadarnya agar aman dikonsumsi (Ningsih, dkk, 2010).

Penelitian mengenai pemanfaatan biji karet telah dilakukan sebagai bahan baku pembuatan minyak pangan (Setyawardhani, dkk. 2013), pembuatan sabun cuci tangan penghilang bau karet (Fatimah, dkk. 2014), pakan ikan (Syamsunarno dan sunarno, 2014), sebagai bahan pangan alternatif (Rivai, dkk. 2015) dan sebagai semi drying oil (Novia, dkk. 2009). Sedangkan pemanfaatan tepung biji karet untuk bahan pangan belum ditemukan laporan penelitiannya.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis berkeinginan untuk membuat penelitian tentang “Pengaruh konsentrasi Magnesium Clorida dan lama perendaman terhadap mutu tepung biji karet (*Hevea brasiliensis Muell*)”.

### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama perendaman garam  $MgCl_2$  terhadap mutu tepung biji karet (*Hevea brasiliensis Muell*).



### **Kegunaan Penelitian**

1. Sebagai sumber data dalam penyusunan skripsi pada jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi tentang pengaruh konsentrasi dan lama perendaman  $MgCl_2$  terhadap pembuatan tepung biji karet (*Hevea brasiliensis Muell*).

### **Hipotesa Penelitian**

1. Ada pengaruh perendaman  $MgCl_2$  terhadap mutu tepung biji karet (*Hevea brasiliensis Muell*).
2. Ada pengaruh konsentrasi  $MgCl_2$  terhadap mutu tepung biji karet (*Hevea brasiliensis Muell*).
3. Ada pengaruh interaksi antara lama pengeringan dan perendaman  $MgCl_2$  terhadap kadar HCN tepung biji karet (*Hevea brasiliensis Muell*).

## TINJAUAN PUSTAKA

### Tanaman Karet (*Hevea Brasiliensis Muell*)

Tanaman karet berasal dari bahasa latin yang bernama *Hevea brasiliensis Muell* yang berasal dari negara Brazil. Tanaman ini merupakan sumber utama bahan tanaman karet alam dunia. Menurut Utomo, dkk. (2012) dalam Fatimah, dkk. (2014) Indonesia merupakan negara dengan penghasil karet alam terbesar di dunia sebelum perang dunia II. Karet merupakan produk perkebunan yang hingga saat ini dimanfaatkan getah dan batangnya saja. Biji karet belum dimanfaatkan secara maksimal, selain sebagai bibit tanaman saja, selebihnya dibiarkan terbuang tanpa pemanfaatan, biji karet bisa dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pembuatantempe serta sebagai bahan energi alternatif seperti biodiesel dan sebagainya.



Gambar 1. Tanaman Karet (*Hevea BrasiliensisMuell. Arg*)

Menurut Setyamidjaja (1993) klasifikasi botani tanaman karet adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Subdivisi : Angiospermae  
Kelas : Dicotyledonae  
Ordo : Euphorbiales  
Famili : Euphorbiaceae  
Genus : *Hevea*  
Spesies : *Hevea brasiliensis* Muell. Arg.

Indonesia memiliki areal perkebunan karet terluas di dunia, yaitu sekitar 3,40 juta ha pada tahun 2007, namun dari sisi produksi hanya berada pada posisi kedua setelah Thailand yakni 2,76 juta ton (Ditjenbun 2008). Dalam dekade mendatang, Indonesia memiliki potensi menjadi produsen karet alam terbesar di dunia. Berdasarkan studi IRSG (2007), produksi karet alam dunia pada tahun 2020 akan mencapai 13 juta ton dan Indonesia diperkirakan akan menjadi negara penghasil karet alam terbesar di dunia. Potensi untuk menjadi produsen utama karet di dunia dimungkinkan karena Indonesia mempunyai sumber daya yang sangat memadai guna meningkatkan produksi. Peningkatan produksi dapat dilakukan melalui pengembangan areal baru maupun peningkatan produktivitas dengan meremajakan areal tanaman karet tua, rehabilitasi tanaman, dan intensifikasi dengan menggunakan klon-klon unggul terbaru (Boerhendy dan Amypalupy, 2010). sehingga ketersediaannya dalam jumlah besar relatif terjamin.

Biji karet selama ini merupakan biji yang disia-siakan atau belum dimanfaatkan secara maksimal.

### **Biji karet**

Biji karet di Indonesia saat ini masih merupakan produk sampingan yang dapat dikategorikan belum bermanfaat karena baru sebagian kecil yang digunakan sebagai bibit. Setiap pohon diperkirakan dapat menghasilkan 5.000 butir biji per tahun atau satu hektar lahan dapat menghasilkan 2,253 sampai 3 juta biji/tahun (Aritonang, D. 1986).



Gambar 2. Biji Karet (*Hevea brasiliensis* Muell)

Kandungan gizi yang terdapat dalam biji karet telah diteliti oleh beberapa peneliti sebelumnya. Tabel 1 menunjukkan hasil uji proksimat biji karet yang telah dilakukan Murni, dkk. (2008). Selain itu, biji karet memiliki kandungan asam sianida (HCN) yang dalam kadar tinggi dapat membahayakan kesehatan manusia. Sehingga perlu dilakukan proses reduksi HCN pada biji karet sebelum diolah menjadi bahan baku pangan.

Dilihat dari komposisi kimianya, kandungan protein tepung biji karet sangatlah tinggi. Selain kandungan protein yang cukup tinggi, pola asam amino biji karet juga sangat baik. Asam amino yang paling banyak terkandung dalam

tepung biji karet adalah asam glutamik, asam aspartik dan leucine sedangkan methionine dan cystine merupakan kandungan asam amino yang terendah.

Adapun analisis proksimat tepung biji karet dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis proksimat tepung biji karet dan beberapa kandungan kimia (100g berat kering)

Komposisi proksimat	Kandungan
Air (%)	3,6
Abu (%)	3,4
Protein (%)	27,0
Lemak (%)	32,3
Tiamin ( $\mu\text{g}$ )	450,0
Asam nikotinat ( $\mu\text{g}$ )	2,5
Akroten dan Tokoferol ( $\mu\text{g}$ )	250,0
Sianida (mg)	330,0

Sumber: Murni dkk. (2008)

Namun,ada kendala dalam pemanfaatan biji karet tersebut sebagai bahan makanan, yaitu adanya linamarin yang terkandung dalam biji karet. Linamarin merupakan racun, yang bila terhidrolisis akan menghasilkan asam sianida (HCN) yang membuat biji karet berbahaya apabila dikonsumsi. Gejala keracunan sianida antara lain meliputi penyempitan saluran nafas, mual, muntah, sakit kepala, bahkan pada kasus berat dapat menimbulkan kematian. Jumlah sianida yang masuk ke tubuh tidak boleh melebihi 1 mg per kilogram berat badan per hari (Sentra Informasi Keracunan Nasional BPOM, 2010).

## **Tepung**

Dalam rangka pembangunan ketahanan pangan pemerintah harus mampu menyediakan bahan pangan yang cukup untuk seluruh penduduk terutama dari produk dalam negeri dalam jumlah dan keragaman yang memadai. Salah satu cara untuk mengurangi kebutuhan tepung terigu yaitu dengan mengganti sebagian dari

tepung terigu dengan bahan lokal, misalnya dengan tepung biji karet.

Tepung merupakan suatu partikel padat yang berbentuk butiran halus atau sangat halus. Pengertian tepung sebenarnya meliputi produk-produk bahan baku pangan maupun selain makanan. Tepung dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu tepung nabati dan tepung hewani. Tepung juga merupakan hasil penghancuran bahan baku yang telah dikeringkan hingga sangat halus sehingga kandungan karbohidrat, protein, lemak, mineral serta vitaminnya masih lengkap. Sedangkan pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Pati terdiri dari butiran-butiran kecil yang disebut granula. Winarno (1992) menyatakan bahwa granula pati mempunyai sifat merefleksikan cahaya terpolarisasi, sehingga di bawah mikroskop terlihat kristal hitam putih. Sifat inilah yang disebut *birefringent*. Pada saat granula mulai pecah, sifat *birefringent* ini akan menghilang.

Tepung juga mempunyai sifat gluten, dimana yang dimaksud dengan gluten yaitu suatu senyawa protein yang terdapat pada tepung terigu yang bersifat kenyal dan elastis yang diperlukan dalam pembuatan roti agar dapat mengembang dengan sempurna. Umumnya kandungan gluten menentukan kadar protein tepung terigu. Semakin tinggi kandungan glutennya, semakin tinggi kadar protein tepung terigu. Gluten juga mempunyai sifat menyerap air, elastis dan plastis (Yulianti, 2012).

Pati adalah salah satu bahan penyusunan yang paling banyak dan luas terdapat di alam, yang merupakan karbohidrat cadangan pangan pada tanaman, Pati dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu pati alami yang belum mengalami modifikasi (*Native Starch*) dan pati yang telah termodifikasi (*Modified Starch*). Pati tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama yaitu amilosa, amilopektin dan material antara seperti, protein dan lemak. Umumnya pati mengandung 15–30% amilosa, 70–85% amilopektin dan 5–10% material antara.

Struktur dan jenis material antara tiap sumber pati berbeda tergantung sifat-sifat botani sumber pati tersebut. Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Sifat pada pati tergantung panjang rantai karbonnya, serta lurus atau bercabang rantai molekulnya. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas, fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin (Hee Young, 2005).

Tepung merupakan butiran-butiran halus yang berukuran sangat kecil tergantung pada jenis asalnya serta mengandung amilosa dan amilopektin. Tepung terigu pada umumnya digunakan untuk membuat kue dan bahan masak-memasak lainnya. Selain itu, tepung juga digunakan untuk pengentalan makanan, kemampuan pengentalan tepung ini disebabkan oleh daya serapnya terhadap air sehingga butiran-butiran tepung tersebut membesar dan apabila dipanaskan maka granula tersebut akan rusak dan pecah sehingga terjadi proses gelatinisasi. Pada peristiwa gelatinisasi tepung, viskositas bahan akan meningkat karena air telah masuk ke dalam butiran tepung dan tidak bisa bergerak bebas lagi (Moehyl, 1992).

Gluten adalah bentuk dari protein yang tidak larut di dalam air jika tepung dipanaskan dan dicampurkan dengan air. Gluten bisa diekstrak dengan cara mencucinya dengan air hingga patinya hilang. Gluten yang telah diekstrak memiliki sifat elastis dan kohesi. Jika gliadin dan glutenin dipisahkan dari gluten maka gliadin akan bersifat seperti substansi sirup yang menggumpal dan saling terikat serta glutenin akan menghasilkan kekerasan yang berkemungkinan memperbesar kekuatan tekstur bahan (Parker, 2003).

Di dalam berbagai produk pangan, pati umumnya akan terbentuk dari dua polimer molekul glukosa yaitu amilosa (*amylose*) dan amilopektin (*amylopectin*).

Karena amilosa banyak terkandung di dalam beberapa komoditas pertanian terutama golongan sereal, maka perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui kadar amilosa pada beberapa produk sereal. Selain itu juga perlu dilakukan pengujian terhadap kualitas biji sereal maupun produk olahannya seperti tepung. Pengujian tersebut meliputi uji daya serap air, kadar gluten dan uji *bleaching* pada tepung terigu, serta pengujian *swelling power* pada beras (Bastian F, 2011).

### **Asam Sianida (HCN)**

Sianida pada tanaman umumnya berbentuk sianogenetik glukosida (Winarno, 1992). Asam sianida akan keluar jika bahan makanan dihancurkan, dikunyah, mengalami pengirisan atau rusak. Pada berbagai tahapan pengolahan makanan secara tradisional dapat menurunkan kadar sianida misalnya mengupas kulit, mengeringkan, merendam dan memasak. Sianida dapat menyebabkan resiko sakit sampai kematian bagi yang mengkonsumsinya tergantung dari jumlah sianida yang masuk dalam tubuh. Dosis yang mematikan adalah 0,5 – 0,6 mg/ kg berat badan.

Sianida merupakan senyawa tidak berwarna, berupa gas, mudah larut, cepat berdifusi dan daya tembusnya besar. Dalam pencernaan asam sianida cepat terserap oleh organ pencernaan dan masuk ke dalam darah. Gejala yang dialami oleh orang yang keracunan asam sianida adalah sakit kepala, perut rasa mual, muntah, sesak napas, badan lemah, wajah tampak pucat, banyak berkeringat dan kulit terasa dingin. Menurut Sodeman (1995) sianida menyebabkan kerusakan pada enzim-enzim pernapasan yang mengandung *haeme* pada semua sel motor yang mengakibatkan hilangnya Sitokrom A3, lumpuhnya transfer elektron dan kemudian anoksis jaringan dan kematian.



Keraguan masyarakat dalam memanfaatkan biji karet yang tinggi kandungan HCN sebagai bahan pangan dapat disiasati dengan proses pengolahan yang tepat yaitu dengan menurunkan atau menghilangkan HCN, karena memiliki sifat mudah larut dan mudah menguap. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu dengan pencucian atau perendaman sehingga HCN larut dan terbuang dengan air (Setyawardhani dkk, 2011).

### **MgCl<sub>2</sub> (Magnesium Klorida)**

Garam alami selalu mengandung senyawa Magnesium Klorida, Magnesium Sulfat, Magnesium Bromida, dan senyawa runtu lainnya, sehingga warna garam selain merupakan kristal transparan juga bias berwarna kuning, merah, biru atau ungu. Garam banyak dimanfaatkan dalam berbagai macam industri dan diestimasikan sekitar 14.000 produk menggunakan garam sebagai bahan tambahan (Adi Dkk, 2006).

Magnesium klorida (MgCl<sub>2</sub>) adalah logam yang kuat, putih keperakan, ringan (satu pertiga lebih ringan daripada aluminium) dan akan menjadi kusam jika dibiarkan pada udara (Pradana, 2012)



Gambar 3 : Magnesium Klorida (MgCl<sub>2</sub>)

Magnesium klorida juga merupakan senyawa ionik, tetapi dengan pengaturan ion-ion yang lebih rumit karena jumlah ion kloridanya dua kali lebih banyak dari ion magnesium. Sama dengan natrium klorida, panas yang dibutuhkan untuk mengatasi daya tarik diantara ion-ion juga besar, sehingga titik leleh dan titik didihnya juga tinggi. Magnesium klorida padat bukan konduktor listrik karena ion-ionnya tidak bergerak bebas. Namun demikian, dapat mengalami elektrolisis jika ion-ionnya menjadi bebas karena meleleh. Magnesium klorida larut dalam air menghasilkan larutan asam lemah (pH = kira-kira 6). Jika ion magnesium dipecah dari kisi padatnya dan berubah menjadi larutan, ada daya tarik yang cukup antara ion-ion  $2+$  dan molekul air untuk membentuk ikatan koordinasi (kovalen) antara ion magnesium dan pasangan elektron bebas di sekitar molekul air. Ion heksaakuamagnesium terbentuk,  $[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  (Pradana, 2012).

Adapun sifat fisika dan kimia magnesium klorida adalah sebagai berikut:

Sifat fisik:

Rumus molekul	: $\text{MgCl}_2$
Massa molekul	: 95,211 g/mol (anhidrat) 205,31 g/mol (hexahidrat)
Warna	: Putih atau kristal padat tidak berwarna
Densitas	: 2,32 g/cm <sup>3</sup> (anhidrat) 1,56 g/cm <sup>3</sup> (hexahidrat)
Titik lebur	: 714 °C
Titik didih	: 1412 °C
Kelarutan didalam air	: 54,3 g/100 ml (20°C)

$\Delta H_f^{298}$  : -641,3Kj/mol

$\Delta G_f^{298}$  : -591,8Kj/mol

Sifat kimia:

- Larut dalam air dan alkohol
- Mudah terbakar
- Cukup mengandung racun.

(Holleman, A. F. 2001).

## **BAHAN DAN METODE**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 10 Agustus 2017 sampai dengan 13 Oktober 2017.

### **Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan adalah : biji karet dan air.

Bahan kimia yang digunakan antara lain  $\text{AgNO}_3$  0,1 N,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  2%, aquades,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , HCl, NaOH- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , dan indikator KI 5%.

### **Alat Penelitian**

Alat yang digunakan adalah : Oven, ayakan 80 mesh, nampan, saringan, timbangan analitik, blender, sendok, telenan, kompor gas, kain lap dan pisau.

### **Metode Penelitian**

Metode penelitian dilakukan dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari dua factor yaitu :

Faktor I : Konsentrasi  $\text{MgCl}_2$  (M) yang terdiri dari 4 taraf yaitu:

$$M_1 = 0,125\%$$

$$M_2 = 0,25\%$$

$$M_3 = 0,5\%$$

$$M_4 = 1\%$$

Faktor II : Lama Perendaman (P) yang terdiri dari 4 taraf yaitu:

$$P_1 = 12 \text{ jam}$$

$$P_2 = 24 \text{ jam}$$

$$P_3 = 36 \text{ jam}$$

$$P_4 = 48 \text{ jam}$$

Banyaknya kombinasi perlakuan ( $T_c$ ) adalah  $4 \times 4 = 16$ , maka jumlah ulangan ( $n$ ) adalah sebagai berikut :

$$T_c (n-1) \geq 15$$

$$16 (n-1) \geq 15$$

$$16n - 16 \geq 15$$

$$16n \geq 31$$

$$n \geq 1,937 \dots \dots \dots \text{dibulatkan menjadi } n = 2$$

maka untuk ketelitian penelitian, dilakukan ulangan sebanyak 2 (dua) kali.

### **Model Rancangan Percobaan**

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) factorial dengan model :

$$\tilde{Y}_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana :

$\tilde{Y}_{ijk}$  : Pengamatan dari factor P dari taraf ke-I dan faktor S pada taraf ke- dengan ulangan ke-k.

$\mu$  : Efek nilai tengah

$\alpha_i$  : Efek dari faktor P pada taraf ke-i.

$\beta_j$  : Efek dari faktor S pada taraf ke-j.

$(\alpha\beta)_{ij}$  : Efek interaksi faktor P pada taraf ke-I dan faktor S pada taraf ke-j.

Eijk : Efek galat dari faktor P pada taraf ke-I dan faktor S pada taraf ke-j dalam ulangan ke-k.

## **Pelaksanaan Penelitian**

### **Cara Kerja**

1. Biji karet disortasi.
2. Biji karet dipisahkan dari cangkangnya, kemudian dipisahkan dari kulit ari yang menempel lalu cuci bersih.
3. Dilakukan pengirisan/pengecilan ukuran bahan.
4. Dilakukan perendaman dengan  $MgCl_2$  dan lama perendaman sesuai dengan perlakuan.
5. Biji karet dikeringkan menggunakan oven dengan suhu  $80^{\circ}C$  selama 3 jam.
6. Setelah kering kemudian digiling dengan penggiling tepung, lalu diayak menggunakan ayakan 80 mesh.
7. Dilakukan analisa pengujian kadar air, HCN, protein dan karbohidrat.

### **Parameter Pengamatan**

Pengamatan dan analisa parameter meliputi kadar air, HCN, karbohidrat, protein, derajat putih dan rendemen.

### **Kadar Air (Sudarmadji, 1996)**

Cawan kosong yang akan digunakan dikeringkan terlebih dahulu dalam oven selama 15 menit atau sampai berat tetap, kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang. Sampel kira-kira sebanyak 2 gram ditimbang dan diletakkan dalam cawan kemudian dipanaskan dalam oven selama 3-4 jam pada suhu  $105-110^{\circ}C$ . Cawan kemudian didinginkan dalam desikator dan

setelah dingin ditimbang kembali. Persentase kadar air (berat basah) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

#### **Kadar HCN (AOAC, 1986)**

Analisis kadar HCN dilakukan dengan menggunakan analisis perak nitrat volumetrik. Lima belas sampai dua puluh gram tepung biji karet ditambah 100 ml akuades dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl dan dibiarkan selama 2 jam. Setelah itu ditambahkan lagi 100 ml akuades lalu dididihkan dan uapnya disuling. Hasil sulingan ditampung dalam labu erlenmeyer yang berisi 20 ml NaOH 5% sampai volume destilatnya mencapai 150 ml. Destilat dititrasikan dengan larutan AgNO<sub>3</sub> 0,002 N dengan indikator KI 5% sebanyak 3 ml. Titrasi dilakukan sampai terbentuk kekeruhan yang berwarna kuning tidak hilang lagi. Jumlah HCN dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kadar HCN (ml/kg)} = \frac{\text{AgNO}_3 \times N \text{ AgNO}_3 \times 54 \times 1000}{\text{Berat contoh}}$$

#### **Kadar Karbohidrat (Sudarmadji, 1996)**

Uji karbohidrat dengan cara spektrofotometri. Reaksi reduksi CuSO<sub>4</sub> oleh gugus karbonil pada gula reduksi yang setelah dipanaskan terbentuk endapan kupru oksida (Cu<sub>2</sub>O) kemudian ditambahkan Na-sitrat dan Na-tatrat serta asam fosfomolibdat sehingga terbentuk suatu kompleks senyawa berwarna biru yang dapat diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 630 nm.

#### **Uji Rendemen (AOAC, 1986)**

Perhitungan susut bobot dilakukan berdasarkan persentase penurunan berat bahan sejak awal hingga berat akhir penyimpanan. Digunakan rumus sebagai berikut:

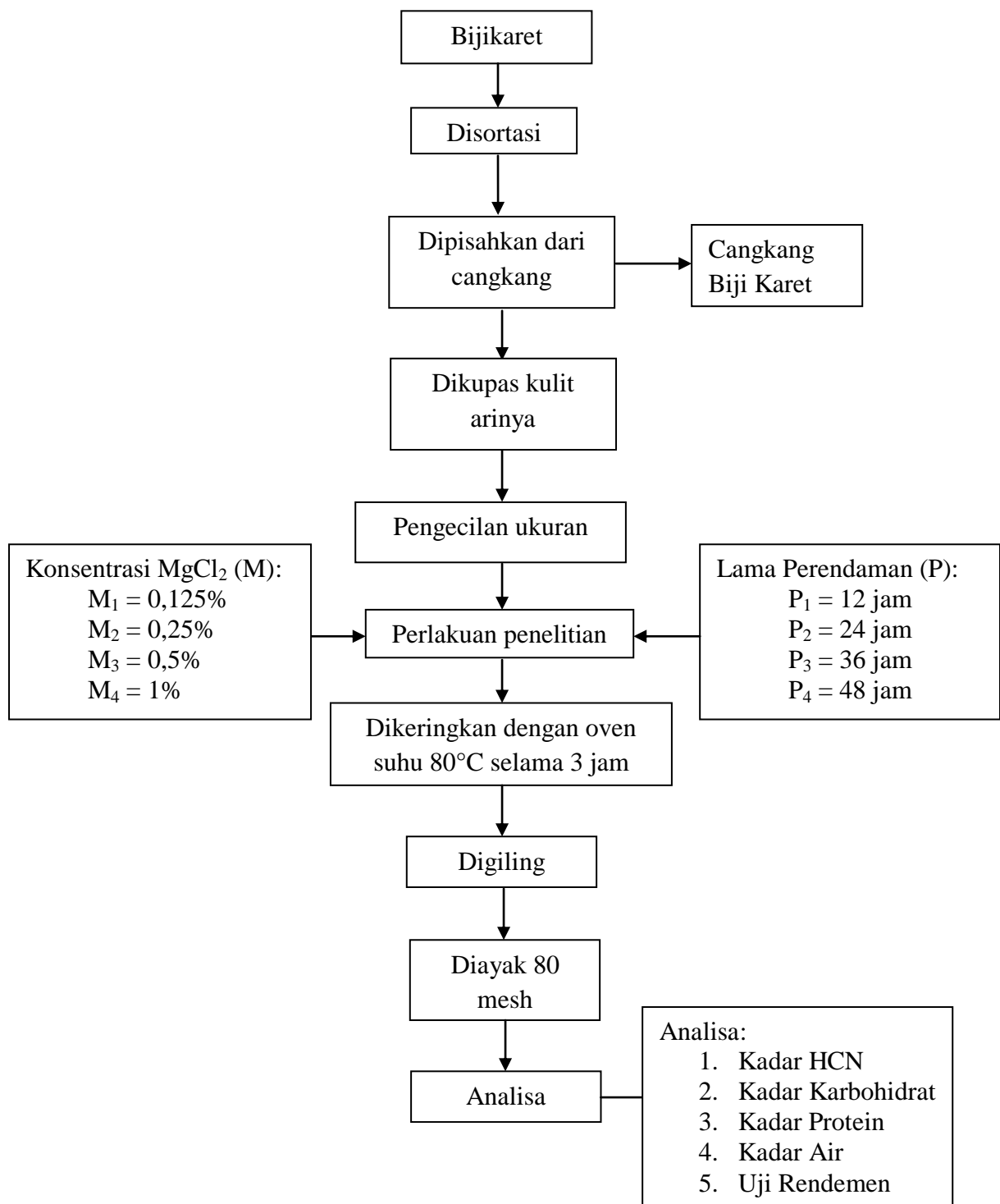
$$\% \text{ Rendemen} = \frac{(\text{Berat yang dihasilkan})}{\text{Berat sebelum diolah}} \times 100\%$$

### **Uji Protein (AOAC, 1986)**

Sampel sebanyak 0,2 g yang telah dihaluskan dimasukkan dalam labu Kjeldahl, ditambahkan  $\text{K}_2\text{SO}_4$  :  $\text{CuSO}_4$  (1:1) sebanyak 2gr selanjutnya ditambahkan dengan 3 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat. Sampel dididihkan 1-1,5 jam atau sampai cairan berwarna jernih. Labu beserta isinya didinginkan lalu isinya dipindahkan ke dalam erlenmeyer 500 ml lalu ditambahkan 15 ml aquades lalu dipasang pada alat destilasi dan ditambahkan NaOH 40% hingga warna menjadi hitam. Erlenmeyer berisi 25 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,02 N diletakkan di bawah kodensor yang sebelumnya ditambahkan 2-3 tetes indikator mengsel (campuran metil merah 0,02% dalam alkohol dengan perbandingan 2:1) kemudian diangkat jika volume mencapai 125 ml. Dititrasi larutan yang ada dalam penampung tersebut dengan NaOH 0,02 N sampai terjadi perubahan warna dari biru keunguan menjadi hijau kebiruan. Penetapan blanko dengan cara yang sama.

$$\text{Kadar protein} = \frac{(b-a) \times \text{NaOH} \times 0,014 \times \text{faktorkonversi}}{\text{Beratsampel (g)}} \times 100\%$$





Gambar 4. Diagram Pembuatan Tepung Biji Karet

## PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian dan uji statistik, secara umum menunjukkan bahwa Magnesium Clorida berpengaruh terhadap parameter yang diamati. Data rata-rata hasil pengamatan pengaruh Magnesium Clorida terhadap masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Magnesium Clorida Terhadap Parameter Yang Diamati

MgCl <sub>2</sub> (%)	Kadar HCN (mg/kg)	Karbohidrat (%)	Protein (%)	Kadar Air (%)	Rendemen (%)
M1 = 0,125 %	111.338	13.263	21.053	1.900	1.735
M2 = 0,25 %	97.225	13.488	18.700	3.016	1.675
M3 = 0,5 %	110.350	13.200	15.075	4.135	1.900
M4 = 1 %	95.200	13.913	15.600	5.123	1.610

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi MgCl<sub>2</sub> maka kadar HCN, protein, rendemen menurun, sedangkan kadar air dan karbohidrat meningkat.

Tabel 3. Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Parameter Yang Diamati

Lama Perendaman (jam)	Kadar HCN (mg/kg)	Karbohidrat (%)	Protein (%)	Kadar Air (%)	Rendemen (%)
L1 = 12 jam	103.963	15.550	16.540	3.124	1.810
L2 = 24 jam	103.175	12.875	17.588	3.446	1.740
L3 = 36 jam	103.813	11.488	18.275	3.559	1.830
L4 = 48 jam	103.163	13.950	18.025	4.045	1.540

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin tinggi penambahan lama perendaman kadar HCN, karbohidrat, rendemen menurun, sedangkan protein dan kadar air meningkat.

Pengujian dan pembahasan masing-masing parameter yang diamati selanjutnya dibahas satu-persatu :

## Kadar HCN

### Pengaruh Magnesium Clorida

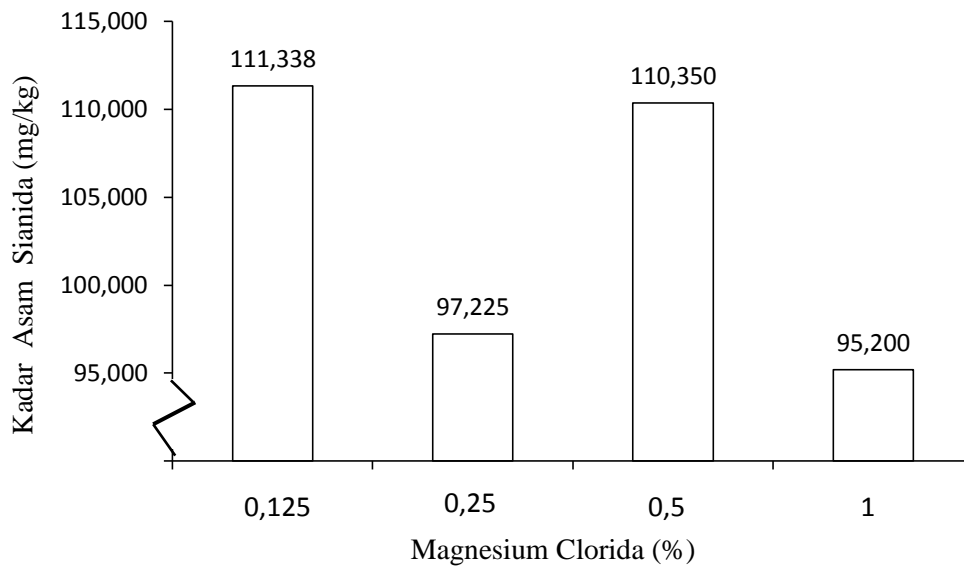
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 1) dapat dilihat bahwa magnesium clorida memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar HCN. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Beda Rata-Rata Magnesium Clorida Terhadap Kadar HCN

Magnesium Clorida (%)	Jarak	LSR		Rataan (mg/kg)	Notasi	
		0,05	0,01		0,05	0,01
M1 = 0,125 %	-	-	-	111.338	a	A
M2 = 0,25 %	2	0.841	1.158	97.225	c	C
M3 = 0,5 %	3	0.883	1.216	110.350	b	AB
M4 = 1 %	4	0.905	1.247	95.200	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa  $M_1$  berbeda sangat nyata dengan  $M_2$ , berbeda tidak nyata dengan  $M_3$ , dan berbeda sangat nyata  $M_4$ .  $M_2$  berbeda sangat nyata dengan  $M_3$  dan  $M_4$ .  $M_3$  berbeda sangat nyata dengan  $M_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $M_1 = 111,338\text{mg/kg}$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $M_4 = 95,200\text{mg/kg}$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh Magnesium Clorida terhadap Kadar HCN

Hasil analisis pada Gambar 5 dapat dilihat kadar HCN tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi  $MgCl_2$  0,125 % yaitu 111,338 mg/kg, sedangkan kadar HCN terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi  $MgCl_2$  1 % yaitu 95,200 mg/kg. Asam sianida terbentuk secara enzimatis dari dua senyawa prekursor (bakal racun), yaitu linamarin dan metil linamarin. Magnesium clorida larut dalam air menghasilkan asam lemah, jika ion magnesium dipecah dari kisi padatnya dan berubah menjadi larutan, ada daya tarik yang cukup antara ion-ion  $Mg^{2+}$  dan molekul air untuk membentuk ikatan koordinasi (kovalen) antara ion magnesium dan pasangan elektron bebas disekitar molekul air. Asam sianida bersifat cair, tidak berwarna dan larut dalam air. Didalam air, asam sianida akan terurai menjadi ammonium formiat dan zat-zat amorf yang tak larut dalam air. Penambahan magnesium clorida mampu melarutkan asam sianida, dimana salah satu sifat dari asam sianida mudah bereaksi dengan asam maupun basa kuat pada proses perendaman biji karet. (Ningsih, 2010).

### Pengaruh Lama Perendaman

Dari daftar sidik ragam (Lampiran 1) dapat dilihat bahwa lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar HCN. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

### Pengaruh Interaksi Antara Magnesium Clorida dan Lama Perendaman Terhadap Kadar HCN

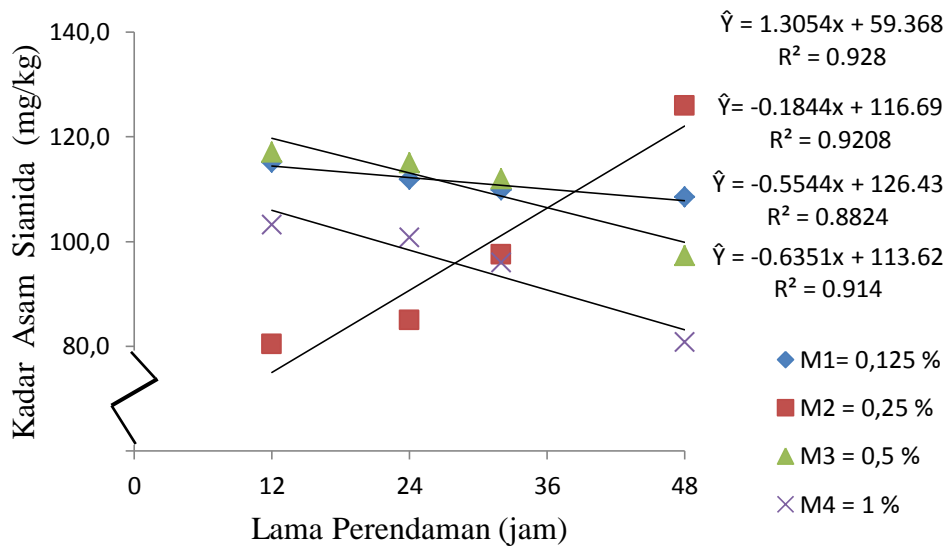
Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi lama perendaman dan magnesium clorida memberikan pengaruh berbeda nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap Kadar HCN yang dihasilkan. Hasil uji LSR pengaruh interaksi lama perendaman dan magnesium clorida terhadap kadar HCN terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Interaksi Lama Perendaman dan Magnesium Clorida terhadap Kadar HCN (mg/kg)

Jarak	LSR		Perlakuan	Rataan (mg/kg)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	M1L1	115.150	bc	BC
2	1.6817	2.3151	M1L2	111.900	ef	EF
3	1.7657	2.4328	M1L3	109.800	g	EFG
4	1.8106	2.4945	M1L4	108.500	gh	GH
5	1.8498	2.5449	M2L1	80.450	p	P
6	1.8722	2.5785	M2L2	85.000	n	N
7	1.8891	2.6178	M2L3	97.500	k	K
8	1.9003	2.6458	M2L4	125.950	a	A
9	1.9115	2.6682	M3L1	117.050	b	B
10	1.9227	2.6850	M3L2	115.000	bcd	BCD
11	1.9227	2.7019	M3L3	112.000	e	E
12	1.9283	2.7131	M3L4	97.350	kl	KL
13	1.9283	2.7243	M4L1	103.200	i	I
14	1.9339	2.7355	M4L2	100.800	j	IJ
15	1.9339	2.7467	M4L3	95.950	klm	KLM
16	1.9395	2.7523	M4L4	80.850	o	O

Keterangan :Notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$  menurut uji LSR

Nilai rata-rata tertinggi yaitu pada lama perendaman 48 jam dan konsentrasi magnesium clorida 0,25% yaitu 125,950 mg/kg dan nilai rata-rata terendah yaitu pada lama perendaman 12 jam dan konsentrasi magnesium clorida 0,25% yaitu 80,450 mg/kg. Hubungan interaksi lama perendaman dan magnesium clorida terhadap kadar HCN yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh Interaksi Lama Perendaman Dan Magnesium Clorida Terhadap Kadar HCN

Hasil analisis pada Gambar 6 kadar HCN tertinggi terdapat pada lama perendaman 48 jam dan konsentrasi magnesium clorida 0,25 % yaitu 125,950 mg/kg biji karet, sedangkan kadar HCN terendah yaitu pada lama perendaman 12 jam dan konsentrasi magnesium clorida 0,25 % yaitu 80,450 mg/kg. Asam sianida bersifat cair, tidak berwarna dan larut dalam air. Didalam air, asam sianida akan terurai menjadi ammonium formiat dan zat-zat amorf yang tak larut dalam air. Oleh karenanya, salah satu cara untuk mengurangi kadar asam sianida dalam bahan pangan perlu dilakukan perendaman atau pencucian. (Riyadi, 2017). Dalam bentuk parutan diharapkan lama perendaman dapat dipersingkat karena ukuran

bahan lebih kecil dibandingkan bentuk irisan sehingga permukaan bahan lebih luas akibatnya racun sianida akan lebih cepat ke luar dari umbi. Di samping ukuran bahan diperkecil konsentrasi larutan garam juga perlu diatur karena konsentrasi garam akan mempengaruhi kecepatan keluarnya sianida. Makin tinggi konsentrasi garam makin besar perbedaan tekanan osmosis di dalam dan di luar bahan (Lehninger, 1976).

## **Karbohidrat**

### **Pengaruh Magnesium Clorida**

Dari daftar sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat bahwa magnesium clorida memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap karbohidrat. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

### **Pengaruh Lama Perendaman**

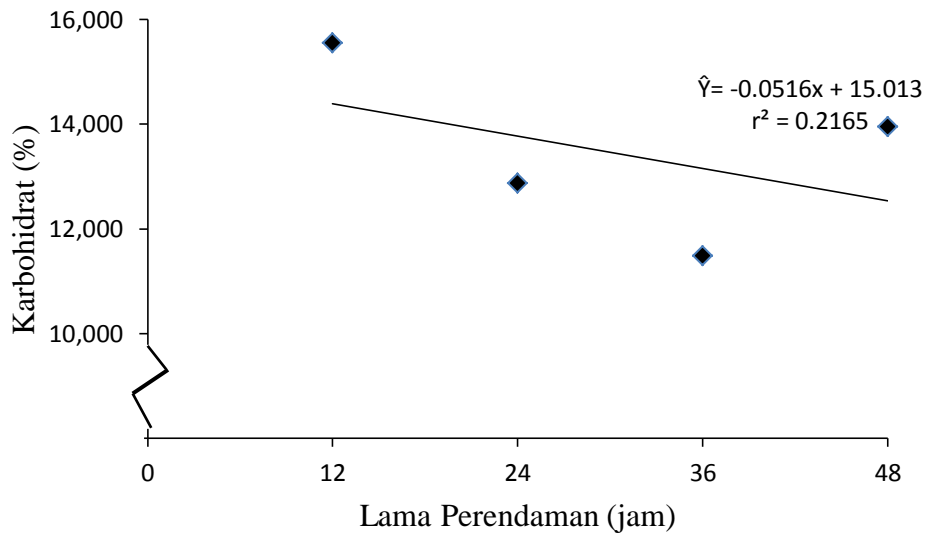
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat bahwa lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap karbohidrat. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Perendaman Terhadap Karbohidrat

Lama Perendaman (jam)	Jarak	LSR		Rataan (%)	Notasi	
		0,05	0,01		0,05	0,01
L1 = 12	-	-	-	15.550	a	A
L2 = 24	2	1.475	2.030	12.875	c	C
L3 = 36	3	1.549	2.134	11.488	d	D
L4 = 48	4	1.588	2.188	13.950	ab	AB

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa  $L_1$  berbeda sangat nyata dengan  $L_2$ ,  $L_3$ , dan berbeda tidak nyata dengan  $L_4$ .  $L_2$  berbeda sangat nyata dengan  $L_3$  dan  $L_4$ .  $L_3$  berbedasangatnyatadengan  $L_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $L_1 = 15,550\%$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $L_3 = 11,488\%$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh Lama Perendaman terhadap Lemak

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa semakin lama perendaman maka kandungan karbohidrat akan semakin menurun. Kandungan karbohidrat menurun seiring dengan lama perendaman biji karet sebelum dijadikan tepung. Hal ini dapat disebabkan bahwa bahan yang direndam akan mengembang dan bersifat semipermeabel, sehingga molekul-molekul senyawa organik seperti gula dan asam amino dengan bebas dapat menembus dinding sel masuk ke dalam air. Selama proses perendaman akan terjadi pelarutan zat-zat yang dapat larut seperti karbohidrat dan vitamin yang tercuci dalam perendaman (Suarti, 2013).



## Pengaruh Interaksi Antara Lama Perendaman dengan Magnesium Clorida Terhadap Karbohidrat

Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi lama perendaman dan magnesium clorida memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ( $p < 0.05$ ) terhadap karbohidrat yang dihasilkan. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

### Protein

#### Pengaruh Magnesium Clorida

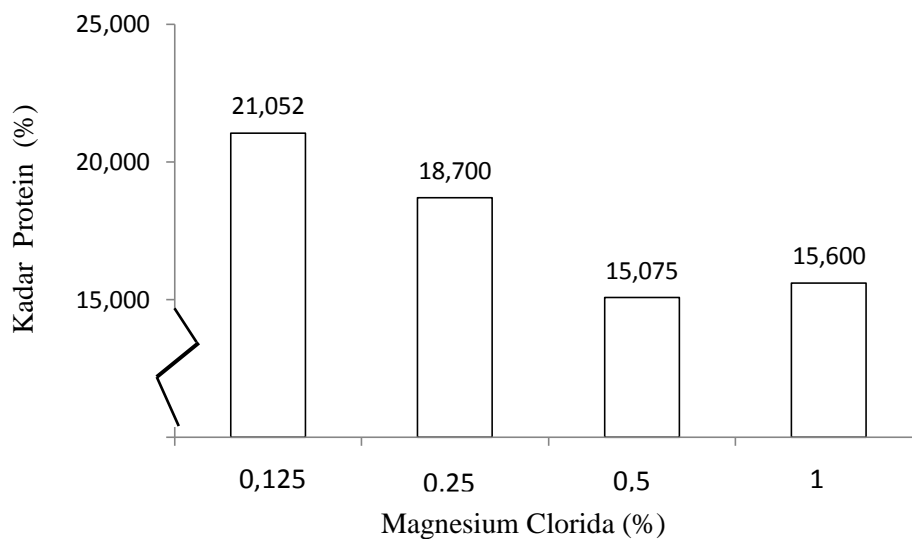
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 3) dapat dilihat bahwa magnesium clorida memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap protein. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Beda Rata-Rata Magnesium Clorida Terhadap Protein

MgCl (%)	Jarak	LSR		Rataan (%)	Notasi	
		0,05	0,01		0,05	0,01
M1 = 0,125 %	-	-	-	21.053	a	A
M2 = 0,25 %	2	1.379	1.898	18.700	b	B
M3 = 0,5 %	3	1.448	1.994	15.075	c	C
M4 = 1 %	4	1.484	2.045	15.600	c	C

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa  $M_1$  berbeda sangat nyata dengan  $M_2$ , dan berbeda sangat nyata dengan  $M_3$ , dan  $M_4$ .  $M_2$  berbeda sangat nyata dengan  $M_3$  dan  $M_4$ .  $M_3$  berbeda tidak nyata dengan  $M_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $M_1 = 21.053$  % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $M_3 = 15,075$  % . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengaruh Magnesium Clorida terhadap Protein

Dari gambar 8 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi  $MgCl_2$  maka kandungan protein akan semakin menurun. Perbedaan konsentrasi garam yang diberikan pada tiap-tiap formula menunjukkan terjadinya perubahan pada kandungan protein. Perubahan ini berbeda-beda, bergantung pada jumlah garam yang ditambahkan dalam proses perendaman. Penurunan kandungan protein yang terjadi pada tepung biji karet dikarenakan terjadinya denaturasi protein. Denaturasi terjadi karena adanya gangguan pada struktur sekunder dan tersier protein selama perendaman menggunakan magnesium klorida. Pada struktur protein tersier terdapat empat jenis interaksi yang membentuk ikatan pada rantai samping seperti; ikatan hidrogen, jembatan garam, ikatan disulfida dan interaksi hidrofobik non polar, yang kemungkinan mengalami gangguan. Denaturasi yang umum ditemui adalah proses presipitasi dan koagulasi protein. (Amir, 2003). Apabila terdapat garam-garam anorganik pada konsentrasi tinggi pada larutan protein, maka kelarutan protein akan berkurang sehingga akan mengakibatkan protein tersebut mengendap. Hal ini disebabkan oleh ion-ion garam berkompetisi dengan molekul-molekul protein untuk mengikat air. Karena

kemampuan garam terhidrasi lebih besar daripada molekul protein, maka molekul-molekul protein akan mengendap.

### Pengaruh Lama Perendaman

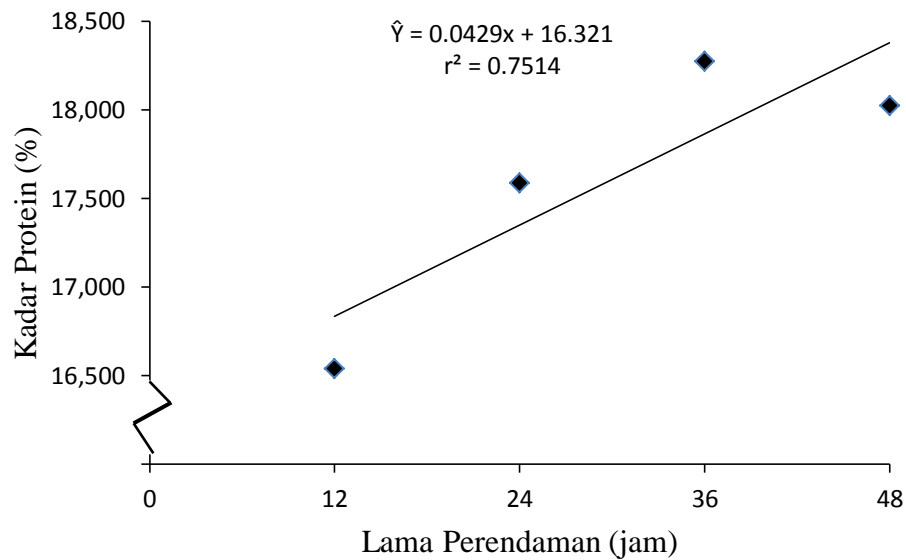
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 3) dapat dilihat bahwa lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap protein. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Perendaman Terhadap Protein

Lama Perendaman (jam)	Jarak	LSR		Rataan (%)	Notasi	
		0,05	0,01		0,05	0,01
L1 = 12 jam	-	-	-	16.540	b	A
L2 = 24 jam	2	1.379	1.898	17.588	a	A
L3 = 36 jam	3	1.448	1.994	18.275	a	A
L4 = 48 jam	4	1.484	2.045	18.025	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa  $L_1$  berbeda tidak nyata dengan  $L_2$ ,  $L_3$ , dan  $L_4$ .  $L_2$  berbeda tidak nyata dengan  $L_3$  dan  $L_4$ .  $L_3$  berbeda tidak nyata dengan  $L_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $L_3 = 18,275$  % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $L_1 = 16,540$  %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengaruh Lama Perendaman terhadap Protein

Dari gambar 9 dapat dilihat bahwa semakin lama perendaman maka protein akan semakin meningkat. Hasil analisis proksimat dalam penelitian ini cukup tinggi yakni sebesar 18,275 % yang terdapat pada perlakuan lama perendaman selama 36 jam. Menurut Oyewusi *et al.* (2007) kadar protein pada biji karet dapat ditingkatkan dengan cara mengolahnya menjadi konsentrat yaitu dengan mengurangi atau menghilangkan lemak atau komponen-komponen nonprotein lain yang larut.

#### **Pengaruh Interaksi Antara Lama Perendaman dengan Magnesium Clorida Terhadap Protein**

Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi lama perendaman dan magnesium clorida memberikan pengaruh berbeda nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap protein yang dihasilkan. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

## Kadar Air

### Pengaruh Magnesium Clorida

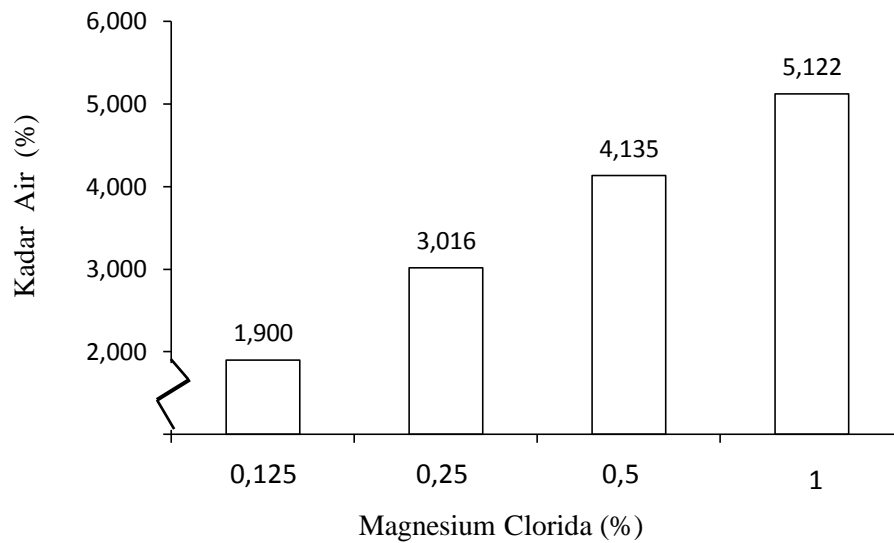
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 4) dapat dilihat bahwa magnesium clorida memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar air. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Beda Rata-Rata Magnesium Clorida Terhadap Kadar Air

MgCl (%)	Jarak	LSR		Rataan (%)	Notasi	
		0,05	0,01		0,05	0,01
M1 = 0,125 %	-	-	-	1.900	d	D
M2 = 0,25 %	2	0.479	0.659	3.016	c	C
M3 = 0,5 %	3	0.503	0.693	4.135	b	B
M4 = 1 %	4	0.516	0.710	5.123	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa  $M_1$  berbeda sangat nyata dengan  $M_2$ ,  $M_3$ , dan  $M_4$ .  $M_2$  berbeda sangat nyata dengan  $M_3$  dan  $M_4$ .  $M_3$  berbeda sangat nyata dengan  $M_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $M_4 = 5,123$  % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $M_1 = 1,900$  % . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengaruh Magnesium Clorida terhadap Kadar Air

Dari gambar 10 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi penambahan  $MgCl_2$  maka kadar air semakin meningkat. Nilai kadar air pada gambar cenderung meningkat sesuai dengan penambahan magnesium klorida, nilai kadar air terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi magnesium klorida 0,125 % yaitu 1,900 % dan nilai kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi magnesium klorida 1 % yaitu 5,123 %. Diduga peningkatan kadar air pada penelitian ini adalah karena jumlah garam yang tertinggal pada tepung pada perlakuan perendaman dengan larutan garam 1 % lebih banyak dari pada tepung dari perlakuan perendaman larutan garam 1,25 %. Salah satu sifat garam bersifat higroskopis sehingga dapat disimpulkan semakin banyak jumlah garam yang tertinggal dalam tepung. Sesuai dengan syarat mutu tepung sebagai bahan makanan bahwa kadar air maksimum pada tepung adalah 14 % (BSN SNI, 2006). Jadi dapat disimpulkan bahwa tepung biji karet dalam penelitian ini masih layak untuk dijadikan sebagai bahan penyusun makanan.

## Pengaruh Lama Perendaman

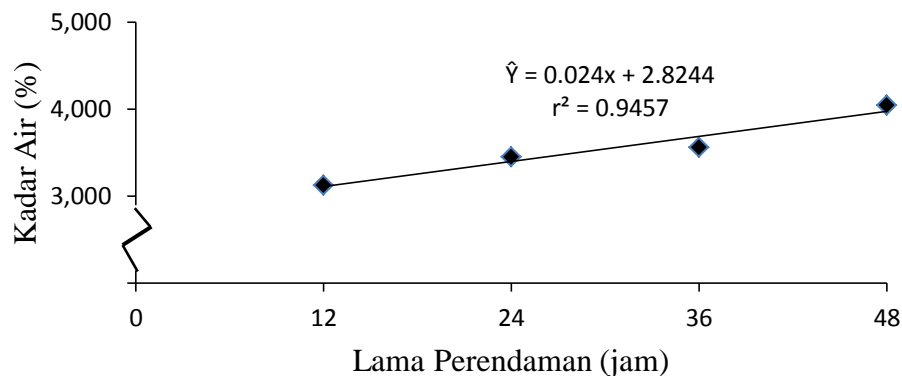
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 4) dapat dilihat bahwa lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar air. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Perendaman Terhadap Kadar Air

Lama Perendaman (jam)	Jarak	LSR		Rataan (%)	Notasi	
		0,05	0,01		0,05	0,01
L1 = 12 jam	-	-	-	3.124	b	B
L2 = 24 jam	2	0.479	0.659	3.446	b	A
L3 = 36 jam	3	0.503	0.693	3.559	ab	A
L4 = 48 jam	4	0.516	0.710	4.045	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa  $L_1$  berbeda sangat nyata dengan  $L_2$ ,  $L_3$ , dan  $L_4$ .  $L_2$  berbeda tidak nyata dengan  $L_3$  dan  $L_4$ .  $L_3$  berbeda tidak nyata dengan  $L_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $L_4 = 4,045 \%$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $L_1 = 3,124 \%$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengaruh Lama Perendaman terhadap Kadar Air

Dari gambar 11 dapat dilihat bahwa semakin lama perendaman maka kadar air semakin meningkat. Hal ini diduga ukuran bahan selama proses perendaman berpengaruh terhadap kadar air, ukuran bahan yang sudah dipotong-potong meyerupai bentuk chips menyebabkan pori-pori pada biji karet semakin terbuka sehingga menyebabkan air yang masuk kedalam sel bahan semakin banyak seiring dengan semakin lamanya waktu perendaman.

### **Pengaruh Interaksi Antara Lama Perendaman dengan Magnesium Clorida Terhadap Kadar Air**

Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi lama perendaman dan magnesium clorida memberikan pengaruh berbeda nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap kadar air yang dihasilkan. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

### **Rendemen**

#### **Pengaruh Magnesium Clorida**

Dari daftar sidik ragam (Lampiran 1) dapat dilihat bahwa Magnesium clorida memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap rendemen. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 11.

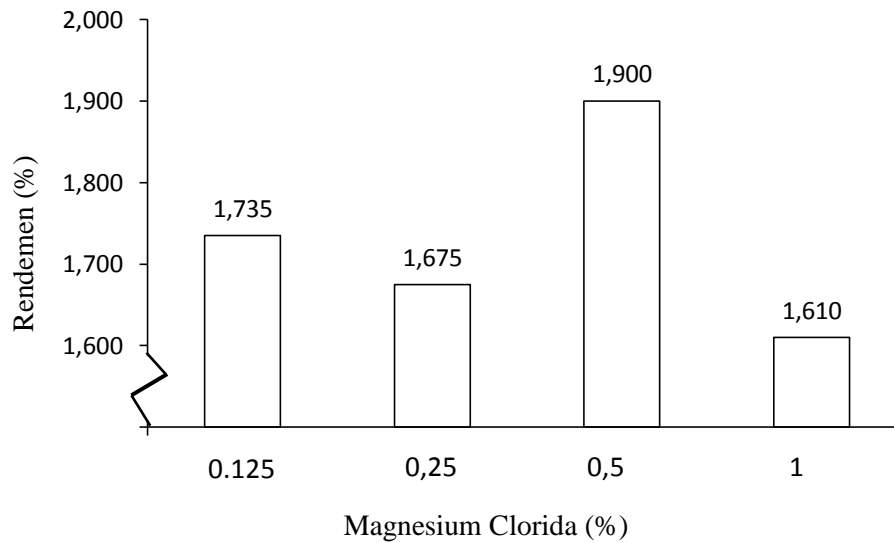
Tabel 11. Hasil Uji Beda Rata-Rata Magnesium Clorida Terhadap Rendemen

Magnesium Clorida (%)	Jarak	LSR		Rataan (mg/kg)	Notasi	
		0,05	0,01		0,05	0,01
M1 = 0,125 %	-	-	-	1.735	b	B
M2 = 0,25 %	2	0.028	0.039	1.675	c	C
M3 = 0,5 %	3	0.029	0.041	1.900	a	A
M4 = 1 %	4	0.030	0.042	1.610	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .



Dari Tabel 11 dapat dilihat bahwa  $M_1$  berbeda sangat nyata dengan  $M_2$ ,  $M_3$ , dan  $M_4$ .  $M_2$  berbeda sangat nyata dengan  $M_3$  dan  $M_4$ .  $M_3$  berbeda sangat nyata dengan  $M_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $M_3 = 1,900\%$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $M_4 = 1,610\%$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengaruh Magnesium Clorida terhadap Rendemen

Dari gambar 12 dapat dilihat bahwa semakin lama perendaman maka rendemen akan semakin menurun. Nilai rendemen terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi magnesium klorida 1 % yaitu 1,610 %, dan nilai rendemen tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi magnesium klorida 0,5 % yaitu 1,900 %. Hal ini disebabkan penambahan  $MgCl_2$  berfungsi sebagai koagulan yang berpengaruh terhadap endapan zat yang terbentuk, karena ion  $Cl^-$  yang terdapat dalam larutan mempunyai daya absorpsi yang lebih kuat sehingga pada permukaan partikel terdapat lapisan ion Clorida bermuatan negatif. Ion  $Cl^-$  akan membentuk lapisan primer selanjutnya menarik ion-ion  $Mg^{+2}$  membentuk lapisan sekunder. Lapisan tersebut menyebabkan partikel-partikel bergabung membentuk partikel

yang lebih besar mengendap dari dasar wadah, sehingga makin banyak penambahan  $MgCl_2$  maka makin banyak endapan yang terbentuk sampai batas optimumnya (Hendry, 2000).

### Pengaruh Lama Perendaman

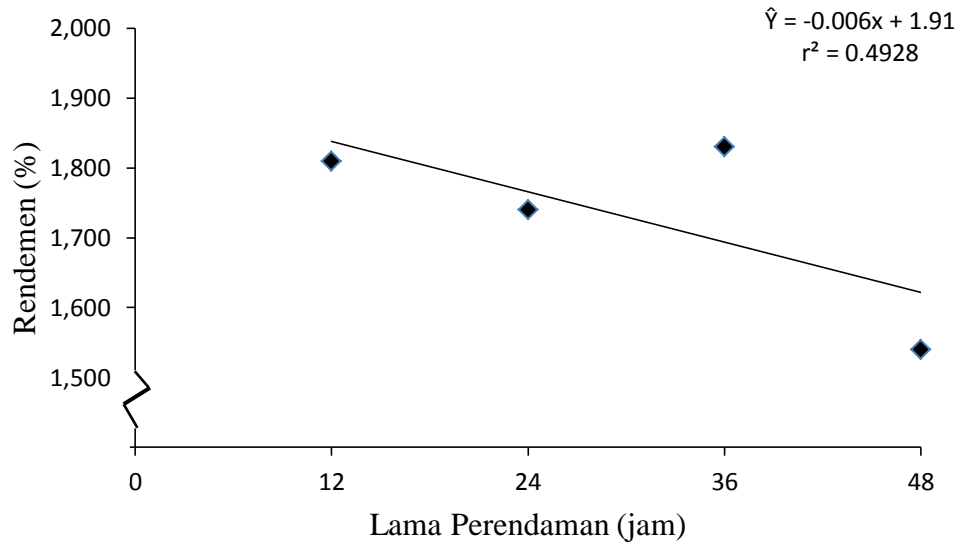
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 1) dapat dilihat bahwa lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap rendemen. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Perendaman Terhadap Rendemen

Lama Perendaman (jam)	Jarak	LSR		Rataan (mg/kg)	Notasi	
		0,05	0,01		0,05	0,01
L1 = 12 jam	-	-	-	1.810	b	B
L2 = 24 jam	2	0.028	0.039	1.740	c	C
L3 = 36 jam	3	0.029	0.041	1.830	a	A
L4 = 48 jam	4	0.030	0.042	1.540	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 12 dapat dilihat bahwa  $L_1$  berbeda sangat nyata dengan  $L_2$ ,  $L_3$ , dan  $L_4$ .  $L_2$  berbeda sangat nyata dengan  $L_3$  dan  $L_4$ .  $L_3$  berbeda sangat nyata dengan  $L_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $L_3 = 1,830$  % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $L_4 = 1,540$  %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Hubungan Pengaruh Lama Perendaman terhadap Rendemen

Pada Gambar 13 dapat dilihat bahwa semakin lama perendaman maka rendemen akan semakin menurun. Nilai rendemen tertinggi terdapat pada perlakuan lama perendaman 36 jam yaitu 1,830 % dan nilai rendemen terendah terdapat pada perlakuan 48 jam yaitu 1,540 %. Hal ini diduga disebabkan karena proses perendaman yang semakin lama, semakin lama perendaman senyawa garam magnesium clorida akan masuk kedalam biji karet sehingga akan memecah ikatan selulosa akibatnya komponen yang terdapat dalam sel akan terbebas dari sel dan akan terdifusi dalam larutan perendam. Semakin lama perendaman maka akan semakin banyak komponen yang terkandung dalam biji karet yang ikut terbuang bersama air.

### **Pengaruh Interaksi Antara Magnesium Clorida dan Lama Perendaman Terhadap Rendemen**

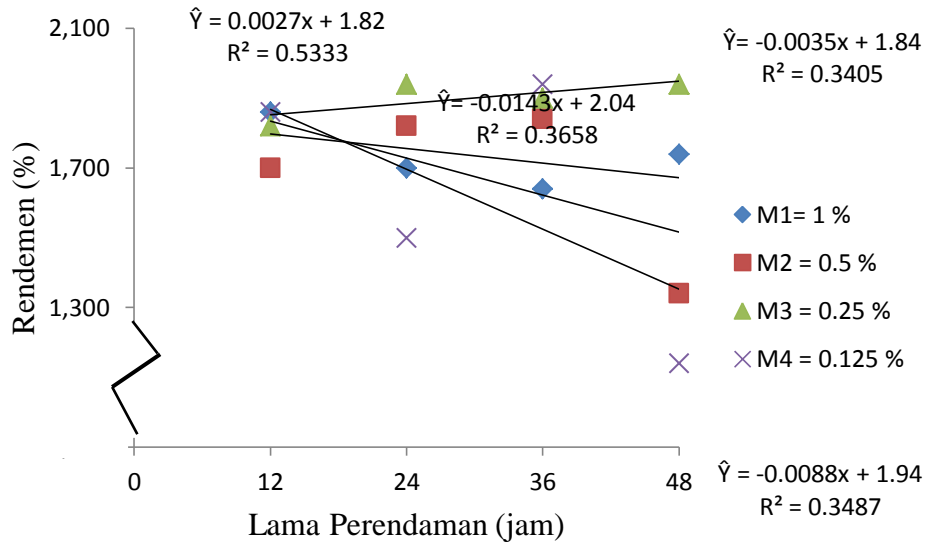
Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi lama perendaman dan magnesium clorida memberikan pengaruh berbeda nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap rendemen yang dihasilkan. Hasil uji LSR pengaruh interaksi lama perendaman dan magnesium clorida terhadap rendemen terlihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Interaksi Lama Perendaman dan Magnesium Clorida terhadap Rendemen (%)

Jarak	LSR		Perlakuan	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	M1L1	1.860	e	E
2	0.0561	0.0773	M1L2	1.700	jkl	JKL
3	0.0589	0.0812	M1L3	1.640	klm	KLM
4	0.0604	0.0833	M1L4	1.740	j	J
5	0.0617	0.0849	M2L1	1.700	jk	JK
6	0.0625	0.0861	M2L2	1.820	efgh	EFGH
7	0.0630	0.0874	M2L3	1.840	efg	EFG
8	0.0634	0.0883	M2L4	1.340	o	O
9	0.0638	0.0891	M3L1	1.820	efghi	EFGHI
10	0.0642	0.0896	M3L2	1.940	a	A
11	0.0642	0.0902	M3L3	1.900	abcd	ABCD
12	0.0644	0.0905	M3L4	1.940	ab	AB
13	0.0644	0.0909	M4L1	1.860	ef	EF
14	0.0645	0.0913	M4L2	1.500	n	N
15	0.0645	0.0917	M4L3	1.940	abc	ABC
16	0.0647	0.0919	M4L4	1.140	p	P

Keterangan :Notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$  menurut uji LSR.

Nilai rata-ran tertinggi yaitu pada lama perendaman 36 jam dan konsentrasi magnesium clorida 0,25 % yaitu 1,940 % dan nilai rata-ran terendah yaitu pada lama perendaman 48 jam dan konsentrasi magnesium clorida 0,125% yaitu 1,140 %. Hubungan interaksi lama perendaman dan  $MgCl_2$  terhadap kadar HCN yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Pengaruh Interaksi Lama Perendaman Dan Magnesium Clorida Terhadap Rendemen

Dari gambar 14 dapat dilihat bahwa interaksi antara lama perendaman dan  $MgCl_2$  terhadap kadar HCN mengalami penurunan. Pada gambar hubungan interaksi lama perendaman dan konsentrasi magnesium clorida terhadap rendemen cenderung menurun. Hal ini diduga dapat disebabkan bahwa biji karet yang sudah mengalami pengecilan ukuran menyerap lebih banyak air atau higroskopis. Yatno, (2015), menyatakan bahwa bahan makanan yang berbentuk tepung memiliki sifat yang mudah menyerap air atau higroskopis. Makin halus butir-butir padatan suatu bahan maka akan lebih banyak air yang masuk karena luas permukaan per satuan berat makin bertambah. Menurut Syarif dan Halid (1990), bahwa bahan pangan berupa tepung mampu mengadsorpsi air lebih banyak karena luas permukaannya makin bertambah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin lama perendaman maka rendemen yang terkandung dalam biji karet akan ikut larut dalam air yang masuk kedalam sel.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengaruh penambahan magnesium clorida (MgCl) dan lama perendaman terhadap mutu tepung biji karet (*Hevea Brasiliensis Muell.Arg*) dapat disimpulkan sebagai berikut :

### Kesimpulan

1. Magnesium Clorida memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$  terhadap kadar HCN, rendemen, protein, kadar air. Sedangkan karbohidrat berbeda tidak nyata pada taraf  $p < 0,05$ .
2. Lama Perendaman memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$  terhadap karbohidrat, rendemen, protein, kadar air. Sedangkan kadar HCN berbeda tidak nyata pada taraf  $p < 0,05$ .
3. Interaksi magnesium clorida dan lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kadar HCN dan rendemen.
4. Hasil penelitian terbaik adalah  $M_2L_4$  dengan kadar HCN 125,950mg/kg,  $M_1L_1$  dengan karbohidrat 16,850 %,  $M_2L_4$  dengan protein 20,250 %,  $M_1L_1$  dengan kadar air 1,260%,  $M_4L_3$  dengan rendemen 1,940 %.

### Saran

1. Sebaiknya dilakukan variasi lama waktu perendaman dan konsentrasi garam yang digunakan untuk menghasilkan kualitas tepung yang diinginkan

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Tukul, Rameyo. 2006. *Buku Panduan Pengembangan Usaha Terpadu Garam Artemia. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Nonhayati*. Jakarta: Badan Riset Kelautan dan Perikanan
- Amir, S, Saifuddin, S. Nurhaedar, J.2003. *Pengaruh Konsentrasi Garam Dan Lama Penyimpanan Terhadap Kandungan Protein Dan Kadar Garam Telur Asin*.Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
- Aritonang, D. 1986. *Perkebunan Kelapa Sawit, Sumber Pakan Ternak di Indonesia*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian
- A.O.A.C. 1986. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemist. Washington DC.
- Bastian, F. 2011. *Buku Ajar Teknologi Pati dan Gula*. Universitas Hasanuddin. Makassar. 152 Hlm.
- Boerhendhy I dan Amypalupy K. 2011. *Optimalisasi Produktivitas Karet Melalui Penggunaan Bahan Tanam, Pemeliharaan, Sistem Eksploitasi dan Peremajaan Tanaman*. Jurnal Litbang Pertanian. Balai Penelitian Sembawa.
- Badan Standarisasi Nasional 2006.SNI 06-6989.3-2006. *Air dan Air Limbah-Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (TSS) Secara Gravimetri*. Serpong: BSN.
- Ditjenbun. 2008. *Pendataan Kelapa Sawit Tahun 2008 Secara Komprehensif dan Objektif*. [Http://ditjenbun.deptan.go.id](http://ditjenbun.deptan.go.id).

Eka, H D, Tajul AY, Wan NWA. 2010. *Potensial use of Malaysian rubber (Hevea brasiliensis) seed as food, feed and biofuel*. International Food Research Journal. 17: 527-534 (2010).

Fatimah, Susanti Susi, Rahmah Aulia, dan Ariyani. 2014. *Potensi Biji Karet (Hevea Brasiliensis) Sebagai Bahan Pembuatan Sabun Cuci Tangan Penghilang Bau Karet*. Jurnal Teknologi & Industri Vol. 3 No. 1; Juni 2014 ISSN 2087-6920.

Hee-Young An., 2005. *Effects of Ozonation and Addition of Amino acids on Properties of Rice Starches*. A Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana state University and Agricultural and Mechanical College.

Hendri M., Yusmearti, 2000. *Laporan Penelitian Pemanfaatan Limbah Cair Pemurnian Gambi sebagai bahan pewarna*, Balai Litbang Industri Padang.

Holleman, A. F. 2001. *Inorganic Chemistry*, Academic Press, San Diego.

Ikwagwu, OE, Ononogobu, IC, Njoku, OU. 2000. *Production of Biodiesel Using Rubber (Havea brasiliensis) Seed oil*. Ind Crops Prod 12, pp.57-62.

IRSG. 2007. *The World Rubber Industri International Rubber Study Group (IRSG)*, November 2007.

Lehninger, A.L. 1976. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jilid I. Jakarta: Erlangga.



- Moehyl, S., 1992. *Penyelenggara Makanan Institusi dan Jasa Boga*. Bathara: Jakarta.
- Murni R., Suparjo, Akmal, dan B.L. Ginting. 2008. *Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah untuk Pakan*. Fakultas Peternakan. Universitas Jambi. Jambi.
- Novia, Yuliyati H, Yuliandhika R. 2009. *Pemanfaatan Biji Karet Sebagai Semi Drying Oil Dengan Metode Ekstraksi Menggunakan Pelarut Heksana*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya.
- Ningsih, WS, Restusari L, Vitari AA 2010. *Studi Metode Penurunan Kadar Hcn Pada Biji Karet (Hevea Brasiliensis) Sebagai Bahan Pangan Alternatif*. Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Riau.
- Parker, R., 2003. *Introduction to Food Science*. Delmar Thompson Learning, United States.
- Pradana D, 2012. *Mengapung Berkat si Magnesium Klorida*. Diakses Melalui <http://dirjahayupradana.blogspot.co.id/2012/12.natrium-klorida.html> pada tanggal 18 Juni 2017.
- Rivai RR, Frisca D, Handayani M. 2015. *Pengembangan potensi biji karet (Hevea brasiliensis) sebagai bahan pangan alternatif di Bengkulu Utara*. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon. Volume 1, Nomor 2. ISSN: 2407-8050. DOI: 10.13057/psnmbi/ m010229.
- Syamsunarno, MB, dan Sunarno MTD. *Kajian Biji Karet (Havea brasiliensis) Sebagai Kandidat Bahan Baku Pakan Ikan*. Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan. Volume 3 No.2 Hal : 135-142. ISSN 2302-6308.

Sentra Informasi Keracunan Nasional BPOM, “*Racun Alami Pada Tanaman Pangan*”, <[http://www.pom.go.id/public/siker/desc/produk/racun alami tanaman.pdf](http://www.pom.go.id/public/siker/desc/produk/racun_alami_tanaman.pdf)> [Diakses 22 November 2016].

Setyamidjaja, D. 1993. *Karet Budidaya dan Pengolahan*. Kanisius: Yogyakarta.

Setyawardhani DA, S. Distantina, H. Henfiana&AS.Dewi.2011. *Pembuatan Biodisel dari Asam Lemak Jenuh Minyak Biji Karet*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses: D-05-1 – 6.

Setyawardhani Dwi A., Alkautsar Haifa Siti, dan Fadhilah Usad R. 2013. *Pengolahan Biji Karet Sebagai Bahan Baku Pembuatan Minyak Pangan (Edible Oil)*. Ekuilibrium Vol. 12. No. 1. Halaman : 23 – 26 Januari 2013 ISSN : 1412-9124.

Sodeman. 1995. *Patofisiologi Jilid 2*. Jakarta: Hipokrates.

Suarti, B., Misril, F., dan Bachri, H. S. 2013. *Pembuatan Pati Dari Biji Durian Melalui Penambahan Natrium Metabisulfit Dan Lama Perendaman*. *Jurnal Agrium*. Vol. 18 No. 1. Page: 69-78.

Syarief, R. Dan H. Halid. 1990. *Buku dan Monograf Teknologi Penyimpanan Pangan*, Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi Institut Pertanian Bogor, Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan, Bogor.

Utomo TO, Hasanudin U, dan Suroso E. 2012. *Agroindustri Karet Indonesia. Bandung*: Sarana Tutorial Burani Sejahtera.

Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan*. Bogor :Pusbangtepa IPB.

Yatno, Rasmi, M., Nelwida, Efi, N. Y. 2015. *Kandungan Asam Sianida, Bahan Kering Dan Bahan Organik Tepung Biji Karet hasil Pengukusan*. Fakultas Peternakan Universitas Jambi. Mandalo Darat Jambi. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan Vol. XVIII No. 2.

Yulianti, R. dan E. Ginting. 2012. *Perbedaan Karakteristik Fisik Edible Film dari Umbi-Umbian yang dibuat dengan Penambahan Plasticizer*. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan.

Zuhra CF. 2006. *Karet*. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Tukul, Rameyo. 2006. *Buku Panduan Pengembangan Usaha Terpadu Garam Artemia. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Nonhayati*. Jakarta: Badan Riset Kelautan dan Perikanan
- Amir, S, Saifuddin, S. Nurhaedar, J.2003. *Pengaruh Konsentrasi Garam Dan Lama Penyimpanan Terhadap Kandungan Protein Dan Kadar Garam Telur Asin*.Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
- Aritonang, D. 1986. *Perkebunan Kelapa Sawit, Sumber Pakan Ternak di Indonesia*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian
- A.O.A.C. 1986. *Offocial Methods of Analysis*. Association of Official Analitical Chemist. Washington DC.
- Bastian, F. 2011. *Buku Ajar Teknologi Pati dan Gula*. Universitas Hasanuddin. Makassar. 152 Hlm.
- Boerhendhy I dan Amypalupy K. 2011. *Optimalisasi Produktivitas Karet Melalui Penggunaan Bahan Tanam, Pemeliharaan, Sistem Eksploitasi dan Peremajaan Tanaman*. Jurnal Litbang Pertanian. Balai Penelitian Sembawa.
- Badan Standarisasi Nasional 2006.SNI 06-6989.3-2006. *Air dan Air Limbah-Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (TSS) Secara Gravimetri*. Serpong: BSN.
- Ditjenbun. 2008. *Pendataan Kelapa Sawit Tahun 2008 Secara Komprehensif dan Objektif*. [Http://ditjenbun.deptan.go.id](http://ditjenbun.deptan.go.id).

Eka, H D, Tajul AY, Wan NWA. 2010. *Potensial use of Malaysian rubber (Hevea brasiliensis) seed as food, feed and biofuel*. International Food Research Journal. 17: 527-534 (2010).

Fatimah, Susanti Susi, Rahmah Aulia, dan Ariyani. 2014. *Potensi Biji Karet (Hevea Brasiliensis) Sebagai Bahan Pembuatan Sabun Cuci Tangan Penghilang Bau Karet*. Jurnal Teknologi & Industri Vol. 3 No. 1; Juni 2014 ISSN 2087-6920.

Hee-Young An., 2005. *Effects of Ozonation and Addition of Amino acids on Properties of Rice Starches*. A Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana state University and Agricultural and Mechanical College.

Hendri M., Yusmearti, 2000. *Laporan Penelitian Pemanfaatan Limbah Cair Pemurnian Gambi sebagai bahan pewarna*, Balai Litbang Industri Padang.

Holleman, A. F. 2001. *Inorganic Chemistry*, Academic Press, San Diego.

Ikwagwu, OE, Ononogobu, IC, Njoku, OU. 2000. *Production of Biodiesel Using Rubber (Havea brasiliensis) Seed oil*. Ind Crops Prod 12, pp.57-62.

IRSG. 2007. *The World Rubber Industri International Rubber Study Group (IRSG)*, November 2007.

Lehninger, A.L. 1976. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jilid I. Jakarta: Erlangga.

- Moehyl, S., 1992. *Penyelenggara Makanan Institusi dan Jasa Boga*. Bathara: Jakarta.
- Murni R., Suparjo, Akmal, dan B.L. Ginting. 2008. *Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah untuk Pakan*. Fakultas Peternakan. Universitas Jambi. Jambi.
- Novia, Yuliyati H, Yuliandhika R. 2009. *Pemanfaatan Biji Karet Sebagai Semi Drying Oil Dengan Metode Ekstraksi Menggunakan Pelarut Heksana*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya.
- Ningsih, WS, Restusari L, Vitari AA 2010. *Studi Metode Penurunan Kadar Hcn Pada Biji Karet (Hevea Brasiliensis) Sebagai Bahan Pangan Alternatif*. Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Riau.
- Parker, R., 2003. *Introduction to Food Science*. Delmar Thompson Learning, United States.
- Pradana D, 2012. *Mengapung Berkat si Magnesium Klorida*. Diakses Melalui <http://dirjahayupradana.blogspot.co.id/2012/12.natrium-klorida.html> pada tanggal 18 Juni 2017.
- Rivai RR, Frisca D, Handayani M. 2015. *Pengembangan potensi biji karet (Hevea brasiliensis) sebagai bahan pangan alternatif di Bengkulu Utara*. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon. Volume 1, Nomor 2. ISSN: 2407-8050. DOI: 10.13057/psnmbi/ m010229.
- Syamsunarno, MB, dan Sunarno MTD. *Kajian Biji Karet (Havea brasiliensis) Sebagai Kandidat Bahan Baku Pakan Ikan*. Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan. Volume 3 No.2 Hal : 135-142. ISSN 2302-6308.

Sentra Informasi Keracunan Nasional BPOM, “*Racun Alami Pada Tanaman Pangan*”, <[http://www.pom.go.id/public/siker/desc/produk/racun\\_alami\\_tanaman.pdf](http://www.pom.go.id/public/siker/desc/produk/racun_alami_tanaman.pdf)> [Diakses 22 November 2016].

Setyamidjaja, D. 1993. *Karet Budidaya dan Pengolahan*. Kanisius: Yogyakarta.

Setyawardhani DA, S. Distantina, H. Henfiana&AS.Dewi.2011. *Pembuatan Biodisel dari Asam Lemak Jenuh Minyak Biji Karet*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses: D-05-1 – 6.

Setyawardhani Dwi A., Alkautsar Haifa Siti, dan Fadhilah Usad R. 2013. *Pengolahan Biji Karet Sebagai Bahan Baku Pembuatan Minyak Pangan (Edible Oil)*. Ekuilibrium Vol. 12. No. 1. Halaman : 23 – 26 Januari 2013 ISSN : 1412-9124.

Sodeman. 1995. *Patofisiologi Jilid 2*. Jakarta: Hipokrates.

Suarti, B., Misril, F., dan Bachri, H. S. 2013. *Pembuatan Pati Dari Biji Durian Melalui Penambahan Natrium Metabisulfit Dan Lama Perendaman*. *Jurnal Agrium*. Vol. 18 No. 1. Page: 69-78.

Syarief, R. Dan H. Halid. 1990. *Buku dan Monograf Teknologi Penyimpanan Pangan*, Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi Institut Pertanian Bogor, Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan, Bogor.

Utomo TO, Hasanudin U, dan Suroso E. 2012. *Agroindustri Karet Indonesia*. Bandung: Sarana Tutorial Burani Sejahtera.

Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan*. Bogor :Pusbangtepa IPB.

Yatno, Rasmi, M., Nelwida, Efi, N. Y. 2015. *Kandungan Asam Sianida, Bahan Kering Dan Bahan Organik Tepung Biji Karet hasil Pengukusan*. Fakultas Peternakan Universitas Jambi. Mandalo Darat Jambi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* Vol. XVIII No. 2.

Yulianti, R. dan E. Ginting. 2012. *Perbedaan Karakteristik Fisik Edible Film dari Umbi-Umbian yang dibuat dengan Penambahan Plasticizer*. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan.

Zuhra CF. 2006. *Karet*. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara.



Lampiran 1. Tabel Data Hasil Pengamatan Kadar HCN (mg/kg)

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	UI	UII		
M1L1	115.7	114.6	230.300	115.150
M1L2	112.3	111.5	223.800	111.900
M1L3	110	109.6	219.600	109.800
M1L4	109	108	217.000	108.500
M2L1	80.4	80.5	160.900	80.450
M2L2	85.5	84.5	170.000	85.000
M2L3	98.7	96.3	195.000	97.500
M2L4	126.4	125.5	251.900	125.950
M3L1	117.6	116.5	234.100	117.050
M3L2	115.6	114.4	230.000	115.000
M3L3	112.7	111.3	224.000	112.000
M3L4	97.8	96.9	194.700	97.350
M4L1	103.8	102.6	206.400	103.200
M4L2	101.2	100.4	201.600	100.800
M4L3	96.4	95.5	191.900	95.950
M4L4	81.4	80.3	161.700	80.850
Total			3312.900	
Rataan				103.528

Tabel Analisis Sidik Ragam Kadar HCN

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	5375.690	358.379	570.270	**	2.91	4.48
M	3	1732.891	577.630	919.153	**	4.16	4.48
MLin	1	498.083	498.083	792.574	**	4.16	4.48
M kuad	1	2.153	2.153	3.426	tn	4.16	4.48
L	3	4.223	1.408	2.240	tn	4.16	4.48
L Lin	1	1.243	1.243	1.977	tn	4.16	4.48
L Kuad	1	20460.803	20460.803	32558.214	**	4.16	4.48
MxL	9	3638.575	404.286	643.320	**	1.98	4.48
Galat	16	10.055	0.628				
Total	31	5385.745					

Keterangan :

FK : 342,978

KK : 0,766 %

\*\* : berbeda sangat nyata

tn : tidak nyata

Lampiran 2. Tabel Data Hasil Pengamatan Karbohidrat (%)

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	UI	UII		
M1L1	16.9	16.8	33.700	16.850
M1L2	12.7	12.6	25.300	12.650
M1L3	11.4	11.3	22.700	11.350
M1L4	12.3	12.1	24.400	12.200
M2L1	16.2	16.0	32.200	16.100
M2L2	12.0	12.2	24.200	12.100
M2L3	11.0	11.1	22.100	11.050
M2L4	14.8	14.6	29.400	14.700
M3L1	15.2	15.0	30.200	15.100
M3L2	12.0	11.3	27.000	13.500
M3L3	11.6	11.4	23.000	11.500
M3L4	12.8	12.6	25.400	12.700
M4L1	14.3	14.0	28.300	14.150
M4L2	15.2	15.0	26.500	13.250
M4L3	15.1	9.0	24.100	12.050
M4L4	16.3	16.1	32.400	16.200
Total			430.900	
Rataan				13.466

Tabel Analisis Sidik Ragam Karbohidrat

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	102.957	6.864	3.550	*	2.91	4.48
M	3	2.496	0.832	0.430	tn	4.16	4.48
M Lin	1	1.106	1.106	0.572	tn	4.16	4.48
M kuad	1	0.475	0.475	0.246	tn	4.16	4.48
L	3	70.728	23.576	12.194	**	4.16	4.48
L Lin	1	15.314	15.314	7.921	**	4.16	4.48
L Kuad	1	318.705	318.705	164.839	**	4.16	4.48
MxL	9	29.733	3.304	1.709	tn	1.98	4.48
Galat	16	30.935	1.933				
Total	31	133.892					

Keterangan :

FK : 5,802

KK : 10,326 %

\*\* : berbeda sangat nyata

tn : tidak nyata

Lampiran 3. Tabel Data Hasil Pengamatan Protein (%)

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	UI	UII		
M1L1	20.60	19.62	40.220	20.110
M1L2	21.50	21.50	43.000	21.500
M1L3	22.60	21.50	44.100	22.050
M1L4	22.00	19.10	41.100	20.550
M2L1	16.20	16.10	32.300	16.150
M2L2	18.30	18.20	36.500	18.250
M2L3	20.20	20.10	40.300	20.150
M2L4	21.90	18.60	40.500	20.250
M3L1	16.40	15.30	31.700	15.850
M3L2	16.10	15.00	31.100	15.550
M3L3	15.60	14.50	30.100	15.050
M3L4	15.40	12.30	27.700	13.850
M4L1	15.90	12.20	28.100	14.050
M4L2	16.10	14.00	30.100	15.050
M4L3	16.40	15.30	31.700	15.850
M4L4	17.50	17.40	34.900	17.450
Total			563.420	
Rataan				17.607

Tabel Analisis Sidik Ragam Protein

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	232.169	15.478	9.162	**	2.91	4.48
M	3	188.042	62.681	37.103	**	4.16	4.48
M Lin	1	159.720	159.720	94.543	**	4.16	4.48
M kuad	1	16.560	16.560	9.802	**	4.16	4.48
L	3	14.079	4.693	2.778	tn	4.16	4.48
L Lin	1	10.578	10.578	6.262	**	4.16	4.48
L Kuad	1	495.221	495.221	293.137	**	4.16	4.48
MxL	9	30.049	3.339	1.976	tn	1.98	4.48
Galat	16	27.030	1.689				
Total	31	259.199					

Keterangan :

FK : 9,920

KK : 7,382 %

\*\* : berbeda sangat nyata

tn : tidak nyata

Lampiran 4. Tabel Data Hasil Pengamatan Kadar Air (%)

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	UI	UII		
M1L1	1.25	1.27	2.520	1.260
M1L2	1.45	1.44	3.950	1.975
M1L3	1.97	1.98	2.890	1.445
M1L4	2.91	2.93	5.840	2.920
M2L1	2.94	2.95	5.890	2.945
M2L2	2.97	2.97	5.940	2.970
M2L3	2.45	3.30	5.750	2.875
M2L4	3.78	2.77	6.550	3.275
M3L1	3.94	3.97	7.910	3.955
M3L2	3.96	3.95	7.910	3.955
M3L3	4.40	4.58	8.980	4.490
M3L4	3.50	4.78	8.280	4.140
M4L1	4.87	3.80	8.670	4.335
M4L2	4.89	4.88	9.770	4.885
M4L3	5.93	4.92	10.850	5.425
M4L4	6.33	5.36	11.690	5.845
Total			113.390	
Rataan				3.543

Tabel Analisis Sidik Ragam Kadar Air

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	53.053	3.537	17.355	**	2.91	4.48
M	3	46.578	15.526	76.183	**	4.16	4.48
M Lin	1	46.537	46.537	228.351	**	4.16	4.48
M kuad	1	0.033	0.033	0.163	tn	4.16	4.48
L	3	3.499	1.166	5.723	**	4.16	4.48
L Lin	1	3.309	3.309	16.237	**	4.16	4.48
L Kuad	1	1.674	1.674	8.214	**	4.16	4.48
MxL	9	2.976	0.331	1.623	tn	1.98	4.48
Galat	16	3.261	0.204				
Total	31	56.314					

Keterangan :

FK : 401,79

KK : 12,740 %

\*\* : berbeda sangat nyata

tn : tidak nyata

Lampiran 5. Tabel Data Hasil Pengamatan Rendemen (%)

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	UI	UII		
M1L1	1.88	1.84	3.720	1.860
M1L2	1.72	1.68	3.400	1.700
M1L3	1.64	1.64	3.280	1.640
M1L4	1.76	1.72	3.480	1.740
M2L1	1.72	1.68	3.400	1.700
M2L2	1.84	1.80	3.640	1.820
M2L3	1.84	1.84	3.680	1.840
M2L4	1.32	1.36	2.680	1.340
M3L1	1.80	1.84	3.640	1.820
M3L2	1.96	1.92	3.880	1.940
M3L3	1.92	1.88	3.800	1.900
M3L4	1.96	1.92	3.880	1.940
M4L1	1.88	1.84	3.720	1.860
M4L2	1.48	1.52	3.000	1.500
M4L3	1.92	1.96	3.880	1.940
M4L4	1.12	1.16	2.280	1.140
Total			55.360	
Rataan				1.730

Tabel Analisis Sidik Ragam Rendemen

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	1.573	0.105	149.790	**	2.91	4.48
M	3	0.371	0.124	176.571	**	4.16	4.48
M Lin	1	0.009	0.009	12.857	**	4.16	4.48
M kuad	1	0.106	0.106	151.143	**	4.16	4.48
L	3	0.421	0.140	200.381	**	4.16	4.48
L Lin	1	0.207	0.207	296.229	**	4.16	4.48
L Kuad	1	9.337	9.337	13338.286	tn	4.16	4.48
MxL	9	0.781	0.087	124.000	**	1.98	4.48
Galat	16	0.011	0.001				
Total	31	1.584					

Keterangan :

FK : 95,77

KK : 1,529 %

\*\* : berbeda sangat nyata

tn : tidak nyata