

**STUDI PEMBUATAN TEPUNG BIJI KARET (*Hevea brasiliensis*
Muell) : PENGARUH KONSENTRASI DAN LAMA
PERENDAMAN DI DALAM KCL**

S K R I P S I

Oleh

**INDAH FAJAR YULIDA
NPM : 1304310034
PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**



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

STUDI PEMBUATAN TEPUNG BIJI KARET (*Hevea brasiliensis*
Muell) : PENGARUH KONSENTRASI DAN LAMA
PERENDAMAN DI DALAM KCL

SKRIPSI

Oleh :

INDAH FAJAR YULIDA
1304310034
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Srata I (S1) Pada
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Komisi Pembimbing


Dr. M. Said Siagian, S. Si., M. Si.
Ketua


Misril Fuadi, S. P., M. Sc.
Anggota

Disahkan oleh :
Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara



M. Munar, M. P.

Tanggal Lulus : 03-04-2018

PERNYATAAN

Dengan ini saya:

Nama : Indah Fajar Yulida
NPM : 1304310034
Judul : STUDI PEMBUATAN TEPUNG BIJI KARET (*Hevea brasiliensis* Muell) : PENGARUH KONSENTRASI DAN LAMA PERENDAMAN KCL

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul Studi Pembuatan Tepung Biji Karet (*Hevea Brasiliensis* Muell) : Pengaruh Konsentrasi Dan Lama Perendaman KCL adalah berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari 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 di kemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (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



Indah Fajar Yulida

PERNYATAAN

Dengan ini saya:

Nama : Indah Fajar Yulida
NPM : 1304310034
Judul : STUDI PEMBUATAN TEPUNG BIJI KARET (*Hevea brasiliensis* Muell) : PENGARUH KONSENTRASI DAN LAMA PERENDAMAN KCL

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul Studi Pembuatan Tepung Biji Karet (*Hevea Brasiliensis* Muell) : Pengaruh Konsentrasi Dan Lama Perendaman KCL adalah berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari 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 di kemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (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

Materai 6000

Indah Fajar Yulida

RINGKASAN

Indah Fajar Yulida “Studi Pembuatan Tepung Biji Karet (*Hevea brasiliensis* Muell) : Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman di dalam KCl” Dibimbing oleh bapak Dr. Muhammad Said Siregar, S.Si., M.Si. selaku ketua komisi pembimbing dan bapak Misril Fuadi, S.P, M.Sc. selaku anggota komisi pembimbing.

Tanaman karet menghasilkan biji yang kaya protein. Ketersediaan biji karet di Indonesia sangat banyak, dimana Indonesia merupakan negara dengan perkebunan tanaman karet terluas didunia. Biji karet banyak dimanfaatkan sebagai bibit tanaman saja, selebihnya dibiarkan terbuang tanpa pemanfaatan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk pembuatan tepung biji karet belum ada pemanfaatan di bidang pangan. Sementara pemanfaatan di bidang pangan telah banyak diteliti sebagai biodiesel, sabun cuci karet, ataupun pakan ternak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama perendaman garam KCl dalam pembuatan tepung biji karet.

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

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

KADAR HCN

Penggunaan konsentrasi KCl memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar HCN. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $K_1 = 111.338$ mg/kg dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_4 = 95.200$ 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 KCl memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap Kadar HCN yang dihasilkan. Nilai rata-rata tertinggi yaitu pada K_2L_4 yaitu $125,950$ mg/kg dan nilai rata-rata terendah yaitu pada K_2L_1 $80,450$ mg/kg.

KADAR KARBOHIDRAT

Penggunaan konsentrasi KCl memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap karbohidrat. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $K_1 = 15,475$ % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_2 = 13,763$ %. Lama perendaman memberikan pengaruh yang tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap karbohidrat sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Pengaruh interaksi lama perendaman dan KCl memberikan pengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap karbohidrat yang dihasilkan sehingga tidak dilakukan pengujian selanjutnya.

KADAR PROTEIN

Pengaruh konsentrasi KCl memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap protein. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $K_1 = 17,163$ % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_3 = 14,794$ %. Lama perendaman memberikan pengaruh yang tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap karbohidrat sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Pengaruh interaksi

konsentrasi KCl dan lama perendaman memberikan pengaruh berbeda nyata ($p < 0.01$) terhadap protein yang dihasilkan. Nilai rata-rata tertinggi adalah pada perlakuan K_2L_4 yaitu 18,100% dan nilai rata-rata terendah yaitu pada perlakuan K_3L_3 dan K_4L_3 yaitu 14,050%.

KADAR AIR

Penggunaan konsentrasi KCl memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $K_4=7,113\%$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_1=3,890\%$. Lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $L_4 = 6,036\%$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $L_1 = 5,114\%$. Pengaruh interaksi lama perendaman dan KCl memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0.05$) terhadap kadar air yang dihasilkan sehingga tidak dilakukan pengujian selanjutnya.

RENDEMEN

Penggunaan konsentrasi KCl memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap rendemen. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $K_3 = 1,880 \%$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_4 = 1,593 \%$. Lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap rendemen. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $L_3 = 1,813 \%$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $L_4 = 1,520 \%$. Pengaruh interaksi lama perendaman dan KCl memberikan pengaruh berbeda nyata ($p < 0.01$) terhadap rendemen yang dihasilkan. Nilai rata-rata tertinggi yaitu pada perlakuan K_4L_3 yaitu 1,930 % dan nilai rata-rata terendah yaitu pada perlakuan K_4L_4 yaitu 1,120%.

RIWAYAT HIDUP

Indah Fajar Yulida, dilahirkan di Rengas Pulau Marelan pada tanggal 10 Juli 1995, anak kedua dari empat bersaudara dari Bapak Syaiful Amri dan Ibu Sunarni. Bertempat tinggal di Jalan Titi Pahlawan Gang Pringgian Lorong Murray No. 6A Kelurahan Rengas Pulau Kecamatan Medan Marelan Medan Kota.

Adapun pendidikan formal yang pernah ditempuh Penulis adalah :

1. Tahun 2001, menempuh pendidikan di SD Negeri 064009 Medan dan lulus pada tahun 2007.
2. Tahun 2007, menempuh pendidikan di SMP Swasta Dr. Wahidin Sudirohusodo Medan, dan lulus pada tahun 2010.
3. Tahun 2010, menempuh pendidikan SMA Swasta Dr. Wahidin Sudirohusodo Medan, dan lulus pada tahun 2013.
4. Tahun 2013, menempuh pendidikan di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Fakultas Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian.
5. Tahun 2016 telah melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. Perkebunan London Sumatera Tbk, Langkat, Sumatra Utara.
6. Dan terakhir tahun 2018 telah menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Pembuatan Tepung Biji Karet (*Hevea Brasiliensis* Muell) : Pengaruh Konsentrasi Dan Lama Perendaman KCl”.

Indah Fajar Yulida
1304310034

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warrahmatullahi wabarakatuh.

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas segala karunia dan hidayah-Nya serta kemurahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Studi Pembuatan Tepung Biji Karet (*Hevea Brasiliensis* Muell) : Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman KCl".

Penulis menyadari bahwa materi yang terkandung dalam skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan, hal ini disebabkan karena terbatasnya kemampuan dan masih banyaknya kekurangan penulis. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca.

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: Allah SWT yang telah memberikan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, Ibu dan Ayah yang telah 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, Bapak Dr. Agussani, M.AP. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Ibu Ir. Asritanarni Munar, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Ibu Dr. Ir. Desi Ardilla, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Bapak Dr. M. Said Siregar, S.Si, M.Si.

selaku ketua pembimbing yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, Bapak Misril Fuadi, S.P., M.Sc. selaku anggota pembimbing yang telah membantu dan membimbing dalam menyelesaikan skripsi ini, dosen-dosen THP yang senantiasa memberikan ilmu dan nasehatnya selama di dalam maupun di luar perkuliahan, seluruh staf biro dan pegawai Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, teman-teman Jurusan THP stambuk 2013 yang telah memberikan dorongan dan dukungan moril, kakanda dan adinda stambuk 2011, 2012, 2014, 2015 Jurusan THP yang telah banyak membantu serta memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini serta kepada teman-teman lainnya Rizky Amalia, Fang Fang Suryani, Jesshica, Noviana Permana, Jesslyn, Fiin, Winda Sundari, Suwandi, Willy Johanes, Muhamad Khairul Anwar dan Raja Haris Alfarisi Siregar yang telah memberikan dukungan dalam 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 warrahmatullahi wabarakatuh

Medan, April 2018

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	
PENDAHULUAN	1
Latar belakang.....	1
Tujuan Penelitian	4
Kegunaan Penelitian.....	4
Hipotesa Penelitian	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
BAHAN DAN METODE	17
Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
Bahan dan Alat Penelitian	17
Metode Penelitian	17
Pelaksanaan Penelitian.....	19
Parameter Pengamatan.....	19
HASIL DAN PEMBAHASAN	23
KESIMPULAN DAN SARAN	42
DAFTAR PUSTAKA	43

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisis Proksimat Tepung Biji Karet dan Beberapa Kandungan Kimia (100 g Berat Kering)	7
2.	Hasil Uji Proksimat Biji Karet yang telah Diteliti	7
3.	Syarat Mutu Tepung sebagai Bahan Makanan SNI-01-3751-2000	11
4.	Sifat Fisik dan Kimia Kalium Klorida	13
5.	Pengaruh KCl Terhadap Parameter Yang Diamati	23
6.	Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Parameter Yang Diamati	23
7.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi KCl Terhadap Kadar HCN.....	24
8.	Uji LSR Efek Utama Pengaruh Interaksi Konsentrasi KCl dan Lama Perendaman terhadap Kadar HCN (mg/kg).....	26
9.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi KCl Terhadap Karbohidrat	28
10.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi KCl Terhadap Protein	30
11.	Uji LSR Efek Utama Pengaruh Interaksi Konsentrasi KCl dan Lama Perendaman terhadap Protein	32
12.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi KCl Terhadap Kadar Air.....	34
13.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Perendaman Terhadap Kadar Air.....	35
14.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi KCl Terhadap Rendemen	37
15.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Perendaman Terhadap Rendemen	38
16.	Uji LSR Efek Utama Pengaruh Interaksi Konsentrasi KCl dan Lama Perendaman terhadap Rendemen (%)	40

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Tanaman Karet (<i>Hevea brasiliensis</i> Muell).....	6
2.	Biji Karet (<i>Hevea brasiliensis</i> Muell)	7
3.	Diagram Pembuatan Tepung Biji Karet	22
4.	Pengaruh Konsentrasi KCl terhadap Kadar HCN.....	25
5.	Pengaruh Interaksi Lama Perendaman Dan KCl Terhadap Kadar HCN	27
6.	Pengaruh Jumlah Konsentrasi KCl terhadap Karbohidrat.....	29
7.	Pengaruh Konsentrasi KCl terhadap Kadar Protein.....	31
8.	Pengaruh Interaksi KCl dan Lama Perendaman terhadap Protein.....	33
9.	Pengaruh Konsentrasi KCl terhadap Kadar Air	34
10.	Pengaruh Lama Perendaman terhadap Kadar Air	36
11.	Pengaruh Konsentrasi KCl terhadap Rendemen.....	37
12.	Hubungan Lama Perendaman terhadap Rendemen	39

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Tabel Data Hasil Pengamatan Kadar HCN (mg/kg)	46
2.	Tabel Data Hasil Pengamatan Kadar Karbohidrat (mg/kg)....	47
3.	Tabel Data Hasil Pengamatan Kadar Protein (mg/kg)	48
4.	Tabel Data Hasil Pengamatan Kadar Air (mg/kg)	49
5.	Tabel Data Hasil Pengamatan Rendemen (mg/kg)	50

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanaman karet menghasilkan biji yang kaya protein. Ketersediaan biji karet di Indonesia sangat banyak, dimana Indonesia merupakan negara dengan perkebunan tanaman karet terluas didunia. Biji karet banyak dimanfaatkan sebagai bibit tanaman saja, selebihnya dibiarkan terbangun tanpa pemanfaatan (Setiawan dan Agus, 2005).

Pada periode lima tahun terakhir, penelitian mengenai pemanfaatan biji karet telah dilakukan untuk menghasilkan biodiesel (Soemargono dan Mulyadi, 2011), pakan ternak (Erman, dkk. 2014), bahan bakar pada kompor rumah tangga (Lufina, 2013), bahan pembuatan sabun cuci penghilang bau karet (Fatimah, dkk. 2014). Biji karet juga dapat diolah menjadi bahan pangan yaitu tempe (Bakhrin, dkk. 2013) dan bahan baku pembuatan minyak pangan (Setyawardhani, dkk. 2013).

Hasil penelitian biji karet sebagai biodiesel adalah bahwa kernel yang diperoleh 53% berat biji karet dengan kadar minyak rerata 38% dan terpungut maksimum 56% dengan proses kukus. Proses esterifikasi dapat menurunkan FFA minyak biji karet dari 7,4% menjadi 0,49% yang jauh dibawah syarat FFA maksimum, yaitu 1%. Pada proses transesterifikasi dengan reaktor osilasi, konversi metil ester mencapai lebih dari 97% dan karakteristik biodiesel kesemuanya memenuhi standar SNI maupun ASTM, kecuali kondisi proses di atas 70°C. Karakteristik biodiesel yang dihasilkan sesuai standar, yaitu densitas 0,8565 g/ml, angka asam 0,49, angka iod 62,88, dan kadar ester 97,2%, *flash point*(titik nyala)178°C, panas pembakaran 16.183 J/g. Proses transesterifikasi produksi

biodiesel dengan reaktor osilasi bisa berlangsung pada suhu rendah (30°C) dan waktu yang relatif singkat (30 menit) sehingga merupakan proses produksi yang hemat energi (Soemargono dan Mulyadi, 2011).

Penelitian biji karet menjadi pakan ternak menunjukkan bahwa pakan ternak yang dicampur dengan fermentasi daun dan daging biji karet serta kacang kedelai memberikan pengaruh rasio broiler hingga 80% (Erman, dkk. 2014).

Hasil penelitian biji karet sebagai bahan bakar pada kompor rumah tangga menunjukkan bahwa suhu sangat berpengaruh terhadap kualitas minyak karet, suhu paling berpengaruh terhadap viskositas minyak karet, kadar CO₂ minyak karet, dan kadar O₂ minyak karet. Suhu mempunyai pengaruh lebih besar dibandingkan katalis hal ini dapat dibuktikan dari analisa statistika. Pada penelitian ini viskositas tertinggi berada pada perlakuan pada suhu 200°C dan pada penambahan katalis 20%, yaitu sebesar 2,17 cSt (centi-Stoke). Kadar CO₂ yang terdapat pada asap tertinggi pada suhu 300°C dan pada penambahan katalis 60% yaitu sebesar 0,053 %. Kadar O₂ tertinggi pada suhu 250°C dan pada penambahan katalis 40% yaitu sebesar 18,5 %. Katalis juga berpengaruh terhadap waktu proses pembuatan minyak karet, semakin banyak katalis maka waktu proses pembuatan minyak karet akan semakin cepat. Hasil penelitian waktu tercepat yang dibutuhkan untuk membuat minyak karet yaitu pada penambahan katalis 60% dan pada suhu 300°C yaitu selama 54 menit. Kondisi yang optimal untuk pembuatan minyak karet yaitu pada suhu yang lebih tinggi yaitu 300°C dan untuk penambahan jumlah katalis tergantung sesuai dengan massa bahan yang digunakan karena katalis tidak begitu berpengaruh terhadap kualitas minyak karet,

dan paling besar berpengaruh terhadap waktu yang dibutuhkan untuk proses pirolisis (Lufina, 2013).

Biji karet juga dapat diolah sebagai sabun cuci penghilang bau karet. Hal ini dilaporkan oleh Fatimah dkk. (2013). Biji karet berpotensi dijadikan sebagai sabun cuci yang dapat menghilangkan bau lateks. Dari hasil uji organoleptik, sabun yang mengandung minyak biji karet besar dapat dijadikan sebagai sabun cuci yang dapat menghilangkan bau lateks.

Sementara itu, biji karet juga telah diteliti sebagai bahan baku pembuatan minyak pangan. Hasilnya adalah penurunan kadar linamarin terbesar dicapai pada waktu perendaman 1 hari dengan waktu perebusan 1,5 jam, yaitu sebesar 39%. Ini dianggap sebagai waktu pemasakan yang optimal. Berdasarkan standar mutu minyak pangan (SNI 01-3741-2002), parameter minyak yang diuji hanya meliputi parameter logam. Logam yang dianalisa adalah Hg, Cu, Pb. Dan diperoleh hasil bahwa kandungan logam Hg dan Pb telah memenuhi standar mutu minyak pangan, yaitu maksimal 0,05 mg/kg, dan untuk Hg dan maksimal 0,1 mg/kg. Namun, logam Cu ternyata tidak memenuhi standar yaitu maksimal 0,1 mg/kg (Setyawardhani, dkk. 2013).

Biji karet juga diolah menjadi bahan pangan (tempe). Konsentrasi ragi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap karbohidrat, tekstur serta aroma dan berbeda tidak nyata terhadap kadar HCN, kadar abu dan rasa dan lama fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap karbohidrat, kadar abu, tekstur serta aroma dan berbeda tidak nyata terhadap kadar HCN dan rasa (Bakhrin, dkk. 2013).

Penelitian akan pemanfaatan biji karet menjadi tepung dilaporkan oleh Hotimah (2013) untuk menghasilkan tepung biji karet sebagai pakan ternak. Sedangkan pemanfaatan tepung biji karet untuk bahan pangan belum ditemukan laporan penelitiannya.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis berkeinginan untuk membuat penelitian tentang “Studi Pembuatan Tepung Biji Karet (*Hevea brasiliensis* Muell): Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman KCl”.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama perendaman garam KCl dalam pembuatan tepung biji karet.

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 KCl terhadap pembuatan tepung biji karet (*Hevea brasiliensis* Muell).

Hipotesa Penelitian

1. Ada pengaruh konsentrasi KCl terhadap mutu tepung biji karet (*Hevea brasiliensis* Muell).
2. Ada pengaruh lama perendaman terhadap mutu tepung biji karet (*Hevea brasiliensis* Muell).
3. Ada pengaruh interaksi antara konsentrasi KCl dan lama perendaman terhadap mutu tepung biji karet (*Hevea brasiliensis* Muell).

TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell)

Tanaman karet berasal dari bahasa latin yang bernama *Hevea brasiliensis* 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.

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) termasuk dalam famili Euphorbiacea, disebut dengan nama lain rambung, getah, gota, kejai ataupun hapea. Karet merupakan salah satu komoditas perkebunan yang penting sebagai sumber devisa non migas bagi Indonesia, sehingga memiliki prospek yang cerah. Upaya peningkatan produktivitas tanaman tersebut terus dilakukan terutama dalam bidang teknologi budidaya dan pasca panen (Damanik, 2010).

Tanamankaret (*Heveabrasiliensis*) merupakan tanaman perkebunan yang bernilai ekonomis tinggi. Tanaman tahunan ini dapat disadap getah karetnya pertama kali pada umur tahun ke-5. Dari getah tanaman karet (lateks) tersebut biasa diolah menjadi lembaran karet (sheet), bongkahan (kotak), atau karet remah (crumb rubber) yang merupakan bahan baku industri karet. Kayu tanaman karet, bila kebun karetnya hendak diremajakan, juga dapat digunakan untuk bahan bangunan, misalnya untuk membuat rumah, furniture dan lain-lain (Purwanta dkk., 2008).

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.



Gambar 1. Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell)

Biji Karet

Biji karet merupakan hasil sampingan dari tanaman karet karena hasil utamanya adalah getah atau lateks. Kandungan gizi yang tinggi dari biji karet terutama protein, sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Hal tersebut didukung dengan komposisi senyawa asam amino yang menyusun rantai proteinnya, hampir semua asam amino esensial yang dibutuhkan tubuh terkandung didalamnya seperti leusin, isoleusin, lisin, metionin. Adapun analisis proksimat tepung biji karet dapat dilihat pada pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Proksimat Tepung Biji Karet dan Beberapa Kandungan Kimia (100 g Berat Kering)

Komposisi Proksimat	Kandungan
Air (%)	3,6
Abu (%)	3,4
Protein (%)	27,0
Lemak (%)	32,3
Tiamin (μg)	450,0
Asam nikotinat (μg)	2,5
Akroten dan tokoferol (μg)	250,0
Sianida (mg)	330,0

Sumber: Murni, dkk. (2008).

Kandungan gizi yang terdapat dalam biji karet telah diteliti oleh beberapa peneliti sebelumnya. Tabel 2 menunjukkan hasil uji proksimat biji karet yang telah dilakukan Eka dkk. (2010). 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.

Tabel 2. Hasil Uji Proksimat Biji Karet yang telah Diteliti

Kandungan Gizi	Kadar (g/100 g)
Protein	17,41 \pm 0,01
Karbohidrat	6,99 \pm 0,01
Abu	3,08 \pm 0,01
Lemak	68,53 \pm 0,01



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

Namun, ditemukan kendala dalam pemanfaatan biji karet sebagai bahan pangan, yaitu adanya linamarin yang terkandung dalam biji karet. Linamarin merupakan racun, yang bila terhidrolisis akan menghasilkan HCN yang membuat biji karet berbahaya apabila dikonsumsi. Jumlah sianida yang masuk ke tubuh tidak boleh melebihi 1 mg per kilogram berat badan per hari (Sentra Informasi Keracunan Nasional BPOM, 2010).

Asam Sianida

Sianida pada tanaman umumnya berbentuk sianogenetik glukosida (Winarno, 2002). 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.

Asam sianida terbentuk secara enzimatik dari dua senyawa prekursor (bakal racun), yaitu linamarin dan metil linamarin. Kedua senyawa ini kontak dengan enzim linamarase dan oksigen dari udara yang merombaknya menjadi glukosa, aseton dan asam sianida. Asam sianida mempunyai sifat mudah larut dan mudah menguap, oleh karena itu untuk menurunkan atau mengurangi kadar asam sianida dapat dilakukan dengan pencucian atau perendaman karena asam sianida akan larut dan ikut terbuang dengan air (Cereda dan Mattos, 1996).

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 anoksia 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).

Glikosida sianogenetik merupakan senyawa yang terdapat dalam bahan makanan nabati dan secara potensial sangat beracun karena dapat terurai dan mengeluarkan hidrogen sianida. Asam sianida dikeluarkan dari glikosida sianogenetik pada saat komoditi dihaluskan, mengalami pengirisan atau mengalami kerusakan (Kurnia dan Marwatoen, 2010).

Senyawa glikosida sianogenetik terdapat pada berbagai jenis tanaman dengan nama senyawa berbeda-beda, seperti amigladin pada biji almond, aprikot, dan apel, dhurin pada biji sorgum dan linamarin pada kara dan singkong. Nama kimia amigladin adalah glukosida benzaldehid sianohidrin, dhurin adalah glukosida *p*-hidroksi-benzaldehid sianohidrin dan linamarin glikosida aseton sianohidrin (Winarno, 2002).

Tepung

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 α -glikosidik. Pati terdiri dari butiran-butiran kecil yang disebut granula. Winarno (2002) 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.

Kandungan pada berbagai tepung tidak sama. Pada umumnya, komposisi pada setiap tepung adalah karbohidrat, namun juga ada unsur-unsur zat gizi lainnya seperti protein, lemak, vitamin, mineral dan unsur ikutan lainnya. Namun, pada tepung gandum terdapat kandungan 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 α -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, 2005).

Tabel 3. Syarat Mutu Tepung sebagai Bahan Makanan SNI-01-3751-2006

No.	Jenis Uji	Persyaratan	Satuan
1.	Kedaaan		
	Bentuk	-	serbuk
	Bau	-	normal (bebas dari bau asing)
	Warna	-	putih, khas terigu
2.	Benda asing	-	Tidak ada
3.	Serangga dalam semua bentuk stadi dan potongan-potongannya yang tampak	-	Tidak ada
4.	Kehalusan, lolos ayakan 212 μm No. 70 (b/b)	%	Min. 95
5.	Kadar air (b/b)	%	Maks. 14,5
6.	Kadar abu	%	Maks. 0,6
7.	Kadar protein	%	Min. 7,0
8.	Keasaman	Mg KOH/100 g	Maks. 50
9.	<i>Falling number</i> (atas dasar kadar air 14%)	Detik	Min. 300
10.	Besi (Fe)	Mg/kg	Min. 50
11.	Seng (Zn)	Mg/kg	Min. 30
12.	Vitamin B1 (thiamin)	Mg/kg	Min. 2,5
13.	Vitamin B2 (riboflavin)	Mg/kg	Min. 4
14.	Asam folat	Mg/kg	Min. 2
15.	Cemaran logam		
	Timbal (Pb)	Mg/kg	Maks. 1,00
	Raksa (Hg)	Mg/kg	Maks. 0,05
	Tembaga (Cu)	Mg/kg	Maks. 10
16.	Cemaran arsen	Mg/kg	Maks. 0,50

17. Cemarkaran mikroba		
Angka lempeng total	Koloni/g	Maks. 10^6
<i>E. coli</i>	APM/g	Maks. 10
Kapang	Koloni/g	Maks. 10^4

Sumber: BSN SNI (2006)

KCl atau Kalium Klorida

Kalium klorida (KCl) merupakan salah satu bentuk senyawa yang potensial sebagai alternatif garam dalam makanan. KCl dapat mengurangi tekanan darah sehingga amandikonsumsi oleh penderita hipertensi. KCl memiliki sifat fisik yang secara teknis ideal untuk dicampur dengan garam NaCl, yaitu sama-sama memiliki ion chlor (Cl^-) yang berfungsi sebagai pengawet makanan dan pemberi rasa asin (Puspitasari, 2014).

Secara kimia, garam yang dapat terbentuk dengan kalium adalah garam KCl. Sebenarnya dalam air laut yang biasanya dimanfaatkan dalam bahan dasar pembuatan garam dapur juga mengandung $MgCl_2$ dan KCl. Tetapi kedua kandungan itu hilang seiring dengan proses pemurnian yang dilakukan dalam pembuatan garam dapur, sehingga menyisakan kandungan NaCl saja (Rahayu, 2014).

Kalium klorida adalah garam logam halida terdiri dari kalium dan klor. Dalam keadaan murni tidak berbau. Memiliki bentuk seperti kaca kristal putih atau berwarna. Kalium klorida kadang-kadang disebut sebagai "muriate dari potasium," terutama ketika digunakan sebagai pupuk. Kalium bervariasi dalam warna dari merah muda atau merah menjadi putih tergantung pada proses pertambangan dan pemurnian. Potas Putih, kadang-kadang disebut sebagai potas larut, biasanya lebih tinggi pada analisis dan digunakan terutama untuk membuat pupuk starter cair. KCl juga digunakan dalam kedokteran, aplikasi ilmiah

dan pengolahan makanan. Hal ini terjadi secara alami sebagai silvit pertambangan mineral dan dalam kombinasi dengan natrium klorida sylvinit (Rahayu, 2014).

Adapun sifat fisika dan kimia kalium klorida seperti terdapat pada tabel 4.

Tabel 4. Sifat Fisik dan Kimia Kalium Klorida

No.	Karakteristik	Keterangan
1	Keadaan Fisik	Solid
2	Berbau/Tidak Berbau	Berbau
3	Rasa	Garam
4	Berat Molekul	74,55 g/mol
5	Warna	Putih
6	Titik Didih	1420°C (2588°F)
7	Titik Leleh	770°C (1418°F)
8	Spesifik Gravitasi	1,987 (Air = 1)
9	Properti Dispersi	Lihat Kelarutan Dalam Air
10	Kelarutan	Larut dalam air dingin dan air panas. Sedikit larut dalam metanol dan n-oktanol
11	Densitas	1,987 g/cm ³
12	TitikLebur	7,159°C

Sumber: Sugiyarto (2003)

Penetrasi larutan garam dipengaruhi beberapa faktor, antara lain konsentrasi garam dalam larutan dan lamanya waktu kontak dengan bahan, struktur mikroskopis sel bahan pangan, temperatur, peningkatan temperatur akan meningkatkan penetrasi larutan garam (Soeparno, 1994).

Hidrolisis

Hidrolisis merupakan reaksi pengikatan gugus hidroksil / OH oleh suatu senyawa. Gugus OH dapat diperoleh dari senyawa air. Hidrolisis dapat digolongkan menjadi hidrolisis murni, hidrolisis katalis asam, hidrolisis katalis basa, gabungan alkali dengan air dan hidrolisis dengan katalis enzim. Sedangkan berdasarkan fase reaksi yang terjadi diklasifikasikan menjadi hidrolisis fase cair dan hidrolisis fase uap.

Variabel-variabel yang berpengaruh terhadap reaksi hidrolisa :

1. Katalisator

Hampir semua reaksi hidrolisa memerlukan katalisator untuk mempercepat jalannya reaksi. Katalisator yang dipakai dapat berupa enzim atau asam sebagai katalisator, karena kerjanya lebih cepat. Asam yang dipakai beraneka ragam mulai dari asam klorida (Agra dkk, 1973), asam sulfat sampai asam nitrat. Yang berpengaruh terhadap kecepatan reaksi adalah konsentrasi ion H, bukan jenis asamnya. Meskipun demikian di dalam industri umumnya dipakai asam klorida. Pemilihan ini didasarkan atas sifat garam yang terbentuk pada penetralan gangguan apa-apa selain rasa asin jika konsentrasinya tinggi. Karena itu konsentrasi asam dalam air penghidrolisa ditekan sekecil mungkin. Umumnya dipergunakan larutan asam yang mempunyai konsentrasi asam lebih tinggi daripada pembuatan sirup. Hidrolisa pada tekanan 1 atm memerlukan asam yang jauh lebih pekat.

2. Suhu dan tekanan

Pengaruh suhu terhadap kecepatan reaksi mengikuti persamaan Arrhenius. Makin tinggi suhu, makin cepat jalannya reaksi. Untuk mencapai konversi tertentu diperlukan waktu sekitar 3 jam untuk menghidrolisa pati ketela rambat pada suhu 100°C. tetapi kalau suhunya dinaikkan sampai suhu 135°C, konversi yang sebesar itu dapat dicapai dalam 40 menit (Agra dkk, 1973). Hidrolisis pati gandum dan jagung dengan katalisator asam sulfat memerlukan suhu 160°C. karena panas reaksi hampir mendekati nol

dan reaksi berjalan dalam fase cair maka suhu dan tekanan tidak banyak mempengaruhi keseimbangan.

3. Pencampuran (pengadukan)

Supaya zat pereaksi dapat saling bertumbukan dengan sebaik-baiknya, maka perlu adanya pencampuran. Untuk proses batch, hal ini dapat dicapai dengan bantuan pengaduk atau alat pengocok (Agra dkk,1973). Apabila prosesnya berupa proses alir (kontinyu), maka pencampuran dilakukan dengan cara mengatur aliran di dalam reaktor supaya berbentuk olakan.

4. Perbandingan zat pereaksi

Kalau salah satu zat pereaksi berlebihan jumlahnya maka keseimbangan dapat menggeser ke sebelah kanan dengan baik. Oleh karena itu suspensi pati yang kadarnya rendah memberi hasil yang lebih baik dibandingkan kadar patinya tinggi. Bila kadar suspensi diturunkan dari 40% menjadi 20% atau 1%, maka konversi akan bertambah dari 80% menjadi 87 atau 99% (Groggins, 1958). Pada permukaan kadar suspensi pati yang tinggi sehingga molekul-molekul zat pereaksi akan sulit bergerak. Untuk menghasilkan pati sekitar 20%.

Klasifikasi proses hidrolisa dapat dibagi menjadi: (1) Hidrolisa fase gas: Sebagai penghidrolisa adalah air dan reaksi berjalan pada fase uap. (2) Hidrolisa fase cair: Pada hidrolisa ini, ada 4 tipe hidrolisa, yaitu: (a) Hidrolisa murni: Efek dekomposisinya jarang terjadi, tidak semua bahan terhidrolisa. Efektif digunakan pada : Reaksi Grigrard dimana air digunakan sebagai penghidrolisa, (b)Hidrolisa bahan-bahan berupa anhidrid asam Laktan dan laktanida. Hidrolisa senyawa alkyl yang mempunyai komposisi kompleks, Hidrolisa asam berair. Pada umumnya

dengan HCl dan H₂SO₄, dimana banyak digunakan pada industri bahan pangan, misal: Hidrolisa gluten menjadi monosodium glutamate, Hidrolisa pati menjadi glukosa. Sedangkan H₂SO₄ banyak digunakan pada hidrolisa senyawa organik dimana peranan H₂SO₄ tidak dapat diganti. (c) Hidrolisa dengan alkali berair: Penggunaan konsentrasi alkali yang rendah dalam proses hidrolisa diharapkan ion H⁺ bertindak sebagai katalisator sedangkan pada konsentrasi tinggi diharapkan dapat bereaksi dengan asam yang terbentuk. (d) Hidrolisa dengan enzim Senyawa dapat digunakan untuk mengubah suatu bahan menjadi bahan hidrolisa lain. Hidrolisa ini dapat digunakan : Hidrolisa molase, Beer (pati → maltosa/glukosa) dengan enzim amilase.

Aplikasi hidrolisa Pati banyak digunakan dalam Industri makanan dan minuman menggunakan sirup glukosa hasil hidrolisis pati sebagai pemanis. Produk akhir hidrolisa pati adalah glukosa yang dapat dijadikan bahan baku untuk produksi fruktosa dan sorbitol. Hasil hidrolisis pati juga banyak digunakan dalam industri obat-obatan. Dan juga glukosa yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Penggunaan asam sebagai penghidrolisa menghasilkan biaya produksi yang sedikit, namun produk yang dihasilkan tidak seragam dan banyak senyawa pati yang rusak oleh asam tersebut, sedangkan penggunaan enzim sebagai penghidrolisa menghasilkan produk yang seragam, lebih terkontrol, namun biaya produksi lebih tinggi karena harga dari enzim sendiri lebih mahal jika dibandingkan dengan asam (Agra dkk, 1973).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada bulan Agustus 2017 sampai November 2017.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan adalah : bahan utama yang digunakan adalah biji karet dan air.

Bahan kimia yang digunakan antara lain AgNO_3 0,1 N, K_2CrO_4 2%, aquades, KCl, K_2SO_4 , H_2SO_4 , H_3BO_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 KCl (K) yang terdiri dari 4 taraf yaitu:

$$K_1 = 0,125\%$$

$$K_2 = 0,25\%$$

$$K_3 = 0,5\%$$

$$K_4 = 1\%$$

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

$$L_1 = 12 \text{ jam}$$

$$L_2 = 24 \text{ jam}$$

$$L_3 = 36 \text{ jam}$$

$$L_4 = 48 \text{ jam}$$

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 K dari taraf ke-I dan factor L pada taraf ke- dengan ulangan ke-k.

μ : Efek nilai tengah

α_i : Efek dari factor K pada taraf ke-i.

β_j : Efek dari factor L pada taraf ke-j.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efek interaksi factor K pada taraf ke-I dan factor L pada taraf ke-j.

ϵ_{ijk} : Efek galat dari factor K pada taraf ke-I dan factor L 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 KCl dan lama perendaman sesuai dengan perlakuan.
5. Biji karet dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 75°C selama 12 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 kadarHCN, kadar karbohidrat, kadar protein, kadar air dan rendemen.

Kadar HCN (AOAC, 1986)

Analisis kadar HCN dilakukan dengan menggunakan analisis perak nitrat volumetrik. Lima belas sam pai 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 dititiasi dengan larutan AgNO₃ 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:

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

Kadar Karbohidrat (Sudarmadji, 1996)

Uji karbohidrat dengan cara spektrofotometri. Reaksi reduksi CuSO_4 oleh gugus karbonil pada gula reduksi yang setelah dipanaskan terbentuk endapan kupru oksida (Cu_2O) 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.

Kadar Protein (AOAC, 1986)

Sampel sebanyak 0,2 g yang telah dihaluskan dimasukkan dalam labu Kjeldahl, ditambahkan K_2SO_4 : CuSO_4 (1:1) sebanyak 2 g selanjutnya ditambahkan dengan 3 ml H_2SO_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 H_2SO_4 0,02 N diletakkan di bawah kondensor 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.

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

Kadar Air (Sudarmadji, 1996)

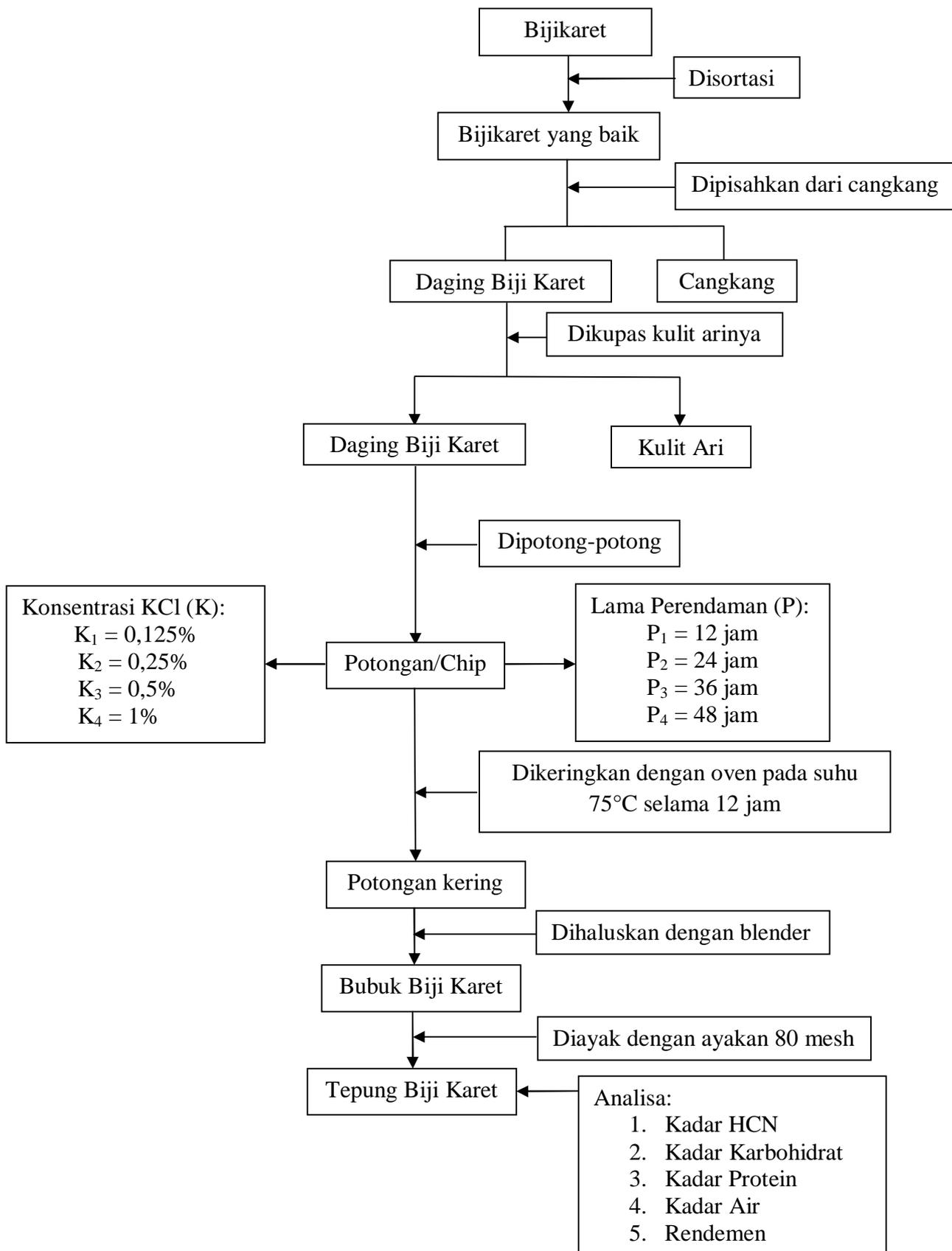
Cawan kosong yang akan digunakan dikeringkan terlebih dahulu dalam oven selama 15 menit atau sampai berat tetap, kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang. Sampel kira-kira sebanyak 2 gram ditimbang dan diletakkan dalam cawan kemudian dipanaskan dalam oven selama 3-4 jam pada suhu 105-110°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 Rendemen (AOAC, 1986)

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

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{(\text{Bobot Awal} - \text{Bobot Akhir})}{\text{Bobot Awal}} \times 100\%$$



Gambar 3. Diagram Pembuatan Tepung Biji Karet

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian dan uji statistik, secara umum menunjukkan bahwa KCl berpengaruh terhadap parameter yang diamati. Data rata-rata hasil pengamatan pengaruh KCl terhadap masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh KCl Terhadap Parameter Yang Diamati

Konsentrasi KCl (%)	Kadar HCN (mg/kg)	Karbohidrat (%)	Protein (%)	Kadar Air (%)	Rendemen (%)
K1 = 0,125 %	111.338	15.475	16.625	3.890	1.715
K2 = 0,25 %	97.225	13.763	16.213	5.006	1.655
K3 = 0,5 %	110.350	14.025	16.088	6.128	1.880
K4 = 1 %	95.200	14.113	15.519	7.113	1.593

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi KCl maka kadar HCN, karbohidrat, protein dan rendemen akan menurun sedangkan kadar air meningkat.

Tabel 6. Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Parameter Yang Diamati

Lama Perendaman (jam)	Kadar HCN (mg/kg)	Karbohidrat (%)	Protein (%)	Kadar Air (%)	Rendemen (%)
L1 = 12 jam	103.963	14.263	17.163	5.114	1.790
L2 = 24 jam	103.175	14.063	15.638	5.304	1.720
L3 = 36 jam	103.813	14.488	14.794	5.683	1.813
L4 = 48 jam	103.163	14.563	16.850	6.036	1.520

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa semakin tinggi penambahan lama perendamankadar HCN, protein dan rendemen akan menurun sedangkan karbohidrat dan kadar air meningkat.

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

Kadar HCN

Pengaruh Konsentrasi KCl

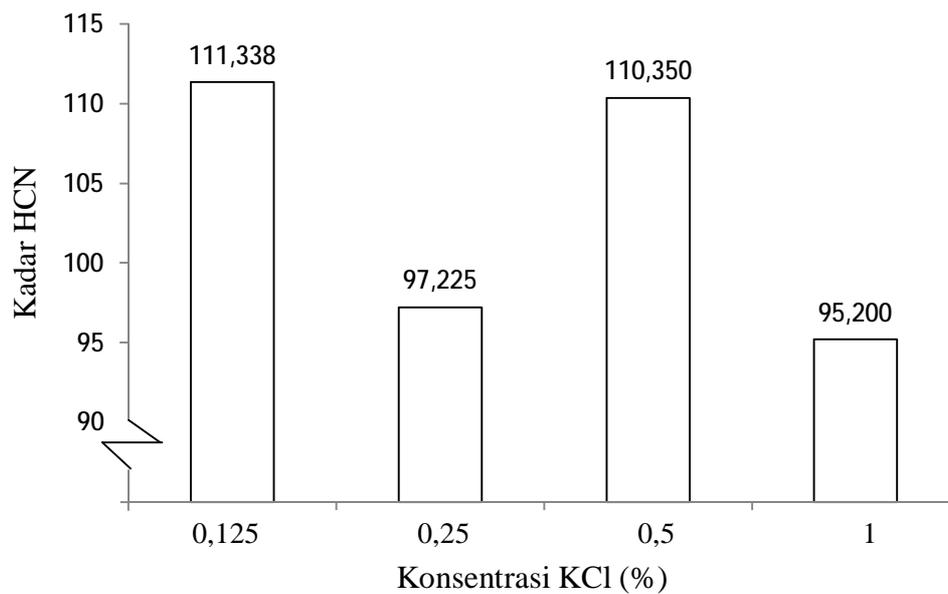
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 1) dapat dilihat bahwa KCl memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar HCN. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi KCl Terhadap Kadar HCN

KCl (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
K1 = 0.125%	111.338	-	-	-	a	A
K2 = 0.25%	97.225	2	0.841	1.158	c	C
K3 = 0.5%	110.350	3	0.883	1.216	ab	AB
K4 = 1%	95.200	4	0.905	1.247	cd	CD

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 K_1 berbeda sangat nyata dengan K_2 dan K_4 , dan berbeda tidak nyata dengan K_3 . K_2 berbeda sangat nyata dengan K_3 dan berbeda tidak nyata dengan K_4 . K_3 berbeda sangat nyata dengan K_4 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $K_1 = 111.338$ mg/kg dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_4 = 95.200$ mg/kg. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi KCl terhadap Kadar HCN

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin tinggi penambahan KCl dalam perendaman biji karet maka kadar HCN akan semakin menurun. Kadar HCN tertinggi terdapat pada perlakuan K₁ yaitu sebesar 111,338 mg/kg, sedangkan kadar HCN terendah terdapat pada perlakuan K₄ yaitu 95,200%. Pada perlakuan K₂ terjadi penurunan kemudian terjadi peningkatan pada perlakuan K₃. Hal ini terjadi karena pada perlakuan tersebut kadar HCN tidak terhidrolisis secara optimal selama perendaman yang dilakukan. Namun HCN terjadi lagi pada perlakuan K₄. Hal ini disebabkan HCN yang ada terhidrolisis secara sempurna dan larut dalam larutan KCl. HCN akan keluar jika bahan makanan dihancurkan, dikunyah, mengalami pengirisan atau rusak karena sifatnya yang mudah rusak dan larut dalam air. Pada berbagai tahapan pengolahan makanan secara tradisional dapat menurunkan kadar sianida misalnya: mengupas kulit, mengeringkan, merendam dan memasak (Winarno, 1992). 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.

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 Konsentrasi KCl dengan Lama Perendaman Terhadap Kadar HCN

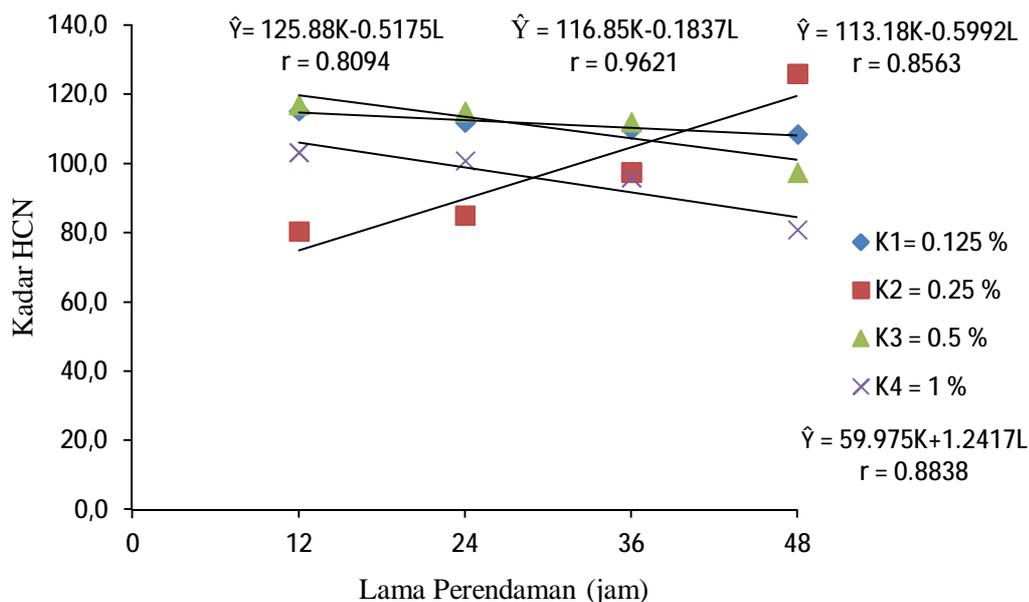
Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi lama perendaman dan KCl memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p<0.01$) terhadap Kadar HCN yang dihasilkan. Hasil uji LSR pengaruh interaksi konsentrasi KCl dan lama perendaman terhadap kadar HCN terlihat pada Tabel 6.

Tabel 8. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Interaksi Konsentrasi KCl dan Lama Perendaman terhadap Kadar HCN (mg/kg)

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
K1L1	115.150	-	-	-	c	BC
K1L2	111.900	2	1.6817	2.3151	ef	EF
K1L3	109.800	3	1.7657	2.4328	g	EFG
K1L4	108.500	4	1.8106	2.4945	gh	GH
K2L1	80.450	5	1.8498	2.5449	p	P
K2L2	85.000	6	1.8722	2.5785	n	N
K2L3	97.500	7	1.8891	2.6178	k	K
K2L4	125.950	8	1.9003	2.6458	a	A
K3L1	117.050	9	1.9115	2.6682	b	B
K3L2	115.000	10	1.9227	2.6850	cd	CD
K3L3	112.000	11	1.9227	2.7019	de	E
K3L4	97.350	12	1.9283	2.7131	kl	KL
K4L1	103.200	13	1.9283	2.7243	i	I
K4L2	100.800	14	1.9339	2.7355	j	J
K4L3	95.950	15	1.9339	2.7467	klm	KLM
K4L4	80.850	16	1.9395	2.7523	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 rataan tertinggi yaitu pada K_2L_4 yaitu 125,950 mg/kg dan nilai rataan terendah yaitu pada K_2L_1 80,450 mg/kg. Hubungan interaksi lama perendaman dan KCl terhadap kadar HCN yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh Interaksi Lama Perendaman Dan KCl Terhadap Kadar HCN

Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa interaksi antara lama perendaman dan KCl terhadap kadar HCN mengalami kenaikan lalu penurunan. Kadar HCN terendah terdapat pada perlakuan K_2L_1 yaitu sebesar 80,450 mg/kg biji karet, sedangkan kadar HCN tertinggi terdapat pada perlakuan K_2L_4 yaitu sebesar 125,950 mg/kg. Suroto, Sakiman, & Sriningsih (1995), menunjukkan bahwa perendaman irisan umbi/biji-bijian kedalam larutan garam 5% selama 72 jam dapat menurunkan kadar HCN dari 1495 ppm menjadi 21,6 ppm. 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); Dwijoseputro (1990)).

Karbohidrat

Pengaruh Konsentrasi KCl

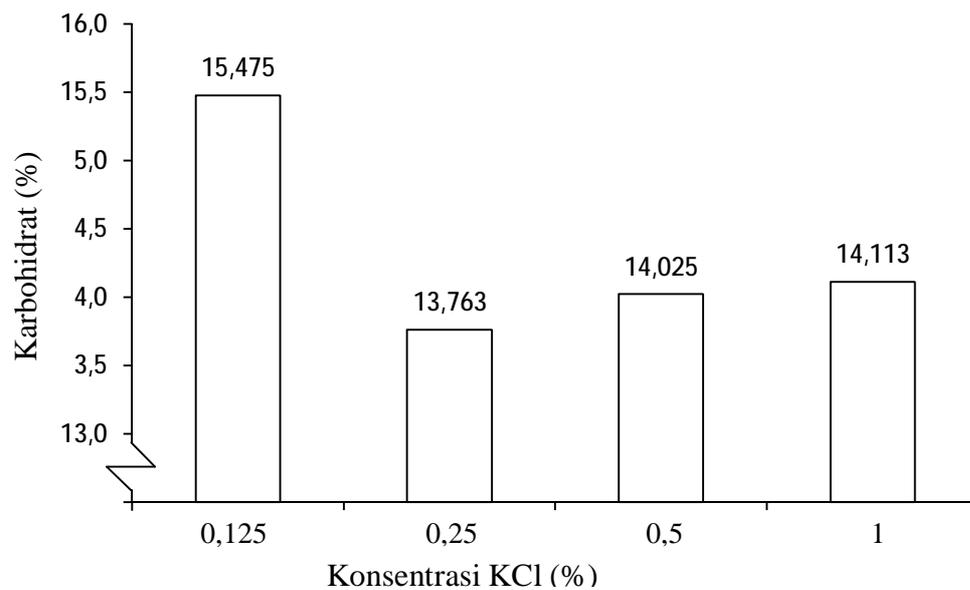
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat bahwa konsentrasi KCl memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap karbohidrat. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi KCl Terhadap Karbohidrat

KCl (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
K1 = 0.125%	15.475	-	-	-	a	A
K2 = 0.25%	13.763	2	1.102	1.517	d	D
K3 = 0.5%	14.025	3	1.157	1.594	bc	BC
K4 = 1%	14.113	4	1.186	1.634	b	B

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 L_1 berbeda sangat nyata dengan K_2 , K_3 , dan K_4 . K_2 berbeda sangat nyata dengan K_3 dan K_4 . K_3 berbeda tidak nyata dengan K_4 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $K_1 = 15,475$ % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_2 = 13,763$ %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh Jumlah Konsentrasi KCl terhadap Karbohidrat

Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan KCl dalam biji karet maka kandungan karbohidrat semakin menurun. Karbohidrat tertinggi terdapat pada perlakuan K_1 sebesar 15,475 %, sedangkan karbohidrat terendah terdapat pada perlakuan K_2 sebesar 13,763 %. Hal ini disebabkan karena konsentrasi garam yang digunakan tidak larut secara sempurna. Kadar Karbohidrat mengalami pepnaikan pada perlakuan K_3 dan K_4 . Hal ini disebabkan konsentrasi kecil yang digunakan berpengaruh dalam proses hidrolisis. Hal ini sesuai dengan pernyataan Groggins (1958) bahwa penggunaan katalisator dengan konsentrasi kecil (larutan encer) lebih disukai karena akan memudahkan pencampuran sehingga reaksi dapat berjalan merata dan efektif. Penggunaan konsentrasi katalisator yang kecil dapat mengurangi kecepatan reaksi. Namun hal ini dapat diatasi dengan menaikkan suhu reaksi.

Pengaruh Lama Perendaman

Dari daftar sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat bahwa lama perendaman memberikan pengaruh yang tidak nyata ($p>0,05$) terhadap karbohidrat sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi KCl dengan Lama Perendaman Terhadap Karbohidrat

Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi lama perendaman dan KCl memberikan pengaruh tidak nyata ($p>0,05$) terhadap karbohidrat yang dihasilkan sehingga tidak dilakukan pengujian selanjutnya.

Protein

Pengaruh Konsentrasi KCl

Dari daftar sidik ragam (Lampiran 3) dapat dilihat bahwa konsentrasi KCl 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 10.

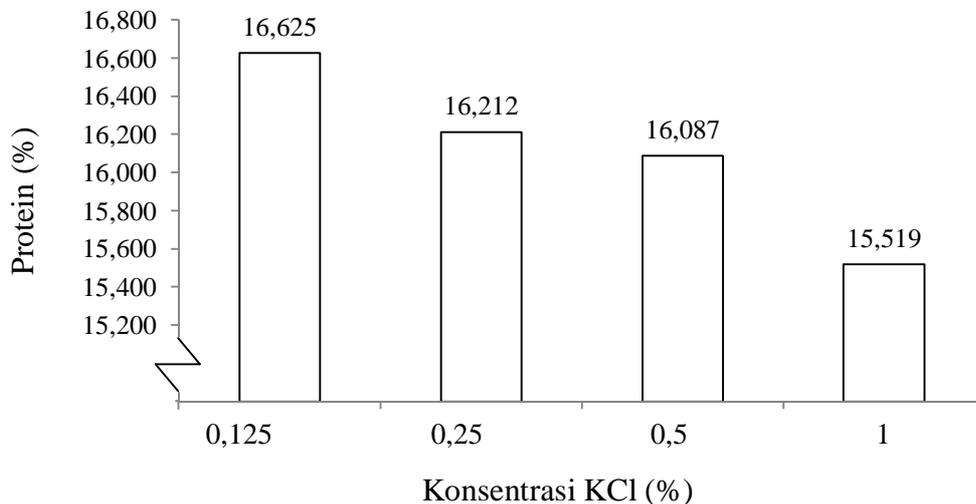
Tabel 10. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi KCl Terhadap Protein

KCl (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
K1 = 0.125%	16.625	-	-	-	a	A
K2 = 0.25%	16.213	2	0.759	1.046	b	B
K3 = 0.5%	16.088	3	0.797	1.099	c	C
K4 = 1%	15.519	4	0.818	1.127	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 10 dapat dilihat bahwa L_1 berbeda sangat nyata dengan K_2 , K_3 , dan K_4 . K_2 berbeda sangat nyata dengan K_3 dan K_4 . K_3 berbeda sangat nyata dengan K_4 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $K_1 = 17,163\%$ dan nilai

terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_3 = 14,794\%$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 7. Pengaruh Konsentrasi KCl terhadap Kadar Protein

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa semakin lama perendaman maka protein akan semakin menurun. Hasil analisis proksimat dalam penelitian ini cukup tinggi yakni sebesar 16,625 % yang terdapat pada perlakuan K_1 . Hal ini dapat disebabkan karena terjadinya denaturasi saat dilakukan pengovenan. Kebanyakan protein dalam pangan terdenaturasi jika dipanaskan pada suhu moderat ($60-90^{\circ}\text{C}$) selama satu jam atau kurang. 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 Lama Perendaman

Dari daftar sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat bahwa lama perendaman memberikan pengaruh yang tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap karbohidrat sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi KCl dengan Lama Perendaman Terhadap Protein

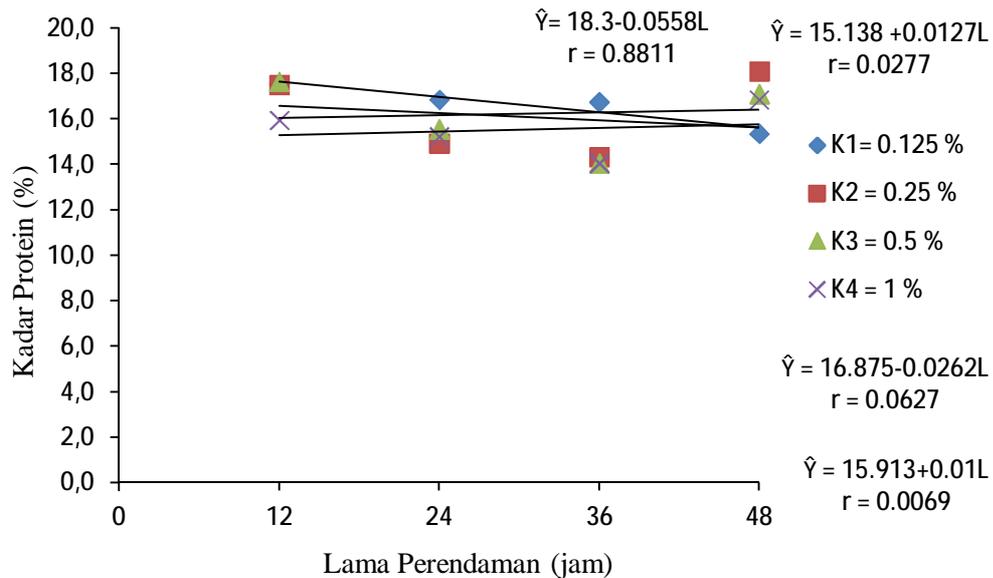
Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi konsentrasi KCl dan lama perendaman memberikan pengaruh berbeda nyata ($p < 0.01$) terhadap protein yang dihasilkan. Hasil uji LSR pengaruh interaksi lama perendaman dan KCl terhadap protein terlihat pada Tabel 6.

Tabel 11. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Interaksi Konsentrasi KCl dan Lama Perendaman terhadap Protein

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
K1L1	17.550	-	-	-	bc	BC
K1L2	16.850	2	1.5190	2.0911	def	DEF
K1L3	16.750	3	1.5949	2.1975	gh	GH
K1L4	15.350	4	1.6354	2.2532	jkl	JKL
K2L1	17.500	5	1.6709	2.2987	bcd	BCD
K2L2	14.925	6	1.6911	2.3291	klm	KLM
K2L3	14.325	7	1.7063	2.3645	lmn	LMN
K2L4	18.100	8	1.7164	2.3899	a	A
K3L1	17.650	9	1.7266	2.4101	ab	AB
K3L2	15.550	10	1.7367	2.4253	ij	IJ
K3L3	14.050	11	1.7367	2.4405	no	NO
K3L4	17.100	12	1.7418	2.4506	de	DE
K4L1	15.950	13	1.7418	2.4607	ghi	GHI
K4L2	15.225	14	1.7468	2.4709	kl	KL
K4L3	14.050	15	1.7468	2.4810	nop	NOP
K4L4	16.850	16	1.7519	2.4861	efg	EFG

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 rataan tertinggi adalah pada perlakuan K_2L_4 yaitu 18,100% dan nilai rataan terendah yaitu pada perlakuan K_3L_3 dan K_4L_3 yaitu 14,050%. Hubungan interaksi lama perendaman dan KCl terhadap protein yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengaruh Interaksi KCl dan Lama Perendaman terhadap Protein

Dari gambar 8 dapat dilihat bahwa interaksi antara lama perendaman dengan KCl terhadap protein terjadi penurunan. Menurut Anglemier dan Montgomery (1976) menyatakan kadar protein semakin menurun dengan semakin lama waktu perendaman. Hal ini disebabkan perendaman yang lama juga mengakibatkan lunaknya struktur sel biji karet, mengakibatkan air lebih mudah masuk ke dalam struktur sel, dan terjadiputusnyaitakan struktur protein, sehingga protein terlarut dalam air.

Kadar Air

Pengaruh Konsentrasi KCl

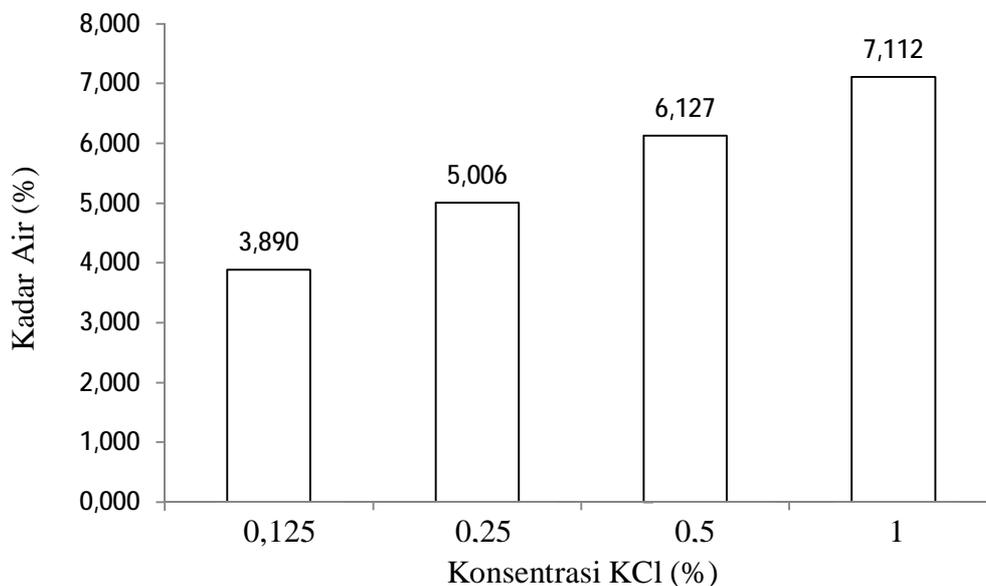
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 4) dapat dilihat bahwa konsentrasi KCl memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi KCl Terhadap Kadar Air

KCl (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
K1 = 0.125%	3.890	-	-	-	d	D
K2 = 0.25%	5.006	2	0.478	0.658	c	C
K3 = 0.5%	6.128	3	0.502	0.691	b	B
K4 = 1%	7.113	4	0.514	0.709	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 4 dapat dilihat bahwa L_1 berbeda sangat nyata dengan K_2 , K_3 , dan K_4 . K_2 berbeda sangat nyata dengan K_3 dan K_4 . K_3 berbeda sangat nyata dengan K_4 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $K_4 = 7,113\%$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_1 = 3,890\%$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengaruh Konsentrasi KCl terhadap Kadar Air

Dari gambar 9 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi penambahan KCl maka kadar air semakin meningkat. Nilai kadar air pada gambar cenderung meningkat sesuai dengan penambahan KCl, nilai kadar air terendah terdapat pada perlakuan K_2 yaitu 1,890% dan nilai kadar air tertinggi terdapat

pada perlakuan K_4 yaitu 5,112%. 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

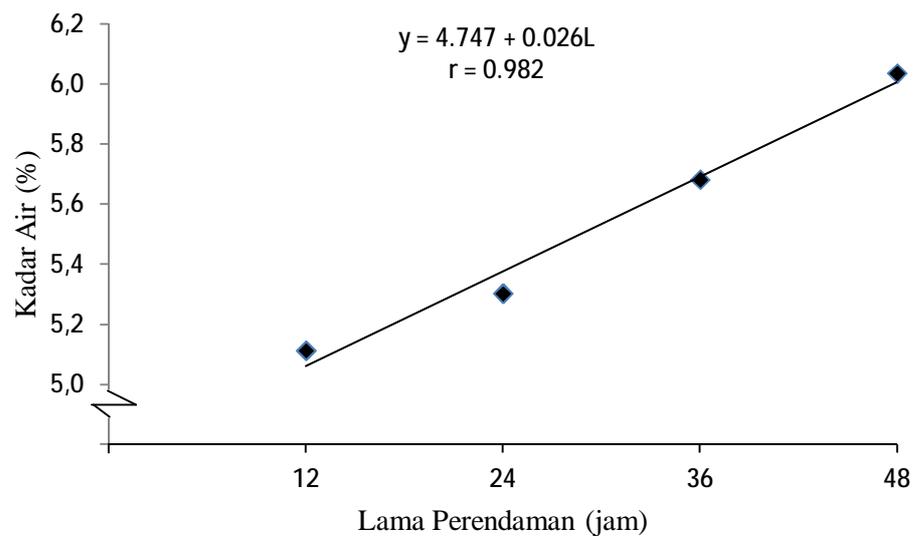
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 4) dapat dilihat bahwa lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Perendaman Terhadap Kadar Air

Lama Perendaman	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
$L_1 = 12$ jam	5.114	-	-	-	a	A
$L_2 = 24$ jam	5.304	2	0.478	0.658	ab	AB
$L_3 = 36$ jam	5.683	3	0.502	0.691	bc	BC
$L_4 = 48$ jam	6.036	4	0.514	0.709	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 13 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 $L_4 = 6,036\%$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $L_1 = 5,114\%$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengaruh Lama Perendaman terhadap Kadar Air

Dari gambar 10 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 menyerupai 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 Konsentrasi KCl dengan Lama Perendaman Terhadap Kadar Air

Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi lama perendaman dan KCl memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0.05$) terhadap kadar air yang dihasilkan sehingga tidak dilakukan pengujian selanjutnya.

Rendemen

Pengaruh Konsentrasi KCl

Dari daftar sidik ragam (Lampiran 5) dapat dilihat bahwa kalium klorida memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap rendemen.

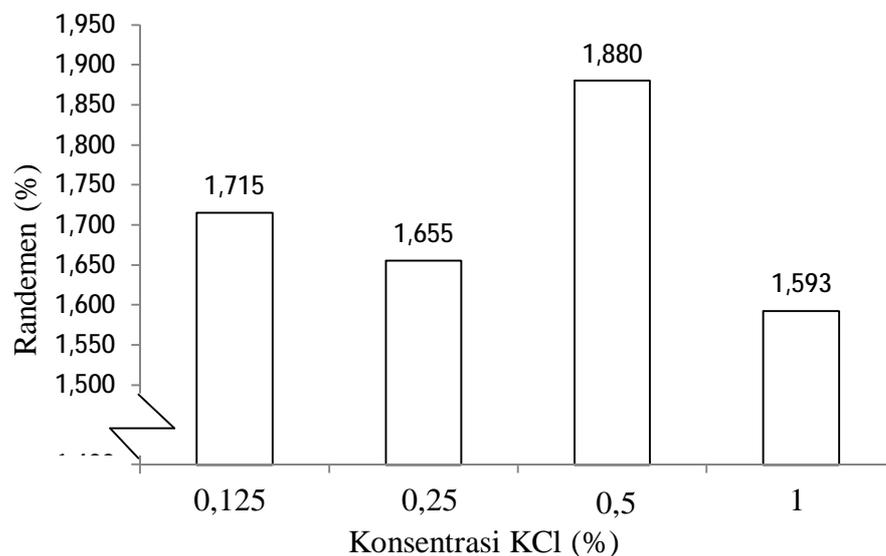
Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi KCl Terhadap Rendemen

KCl (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
K1 = 0.125%	1.715	-	-	-	b	B
K2 = 0.25%	1.655	2	0.027	0.038	c	C
K3 = 0.5%	1.880	3	0.028	0.039	a	A
K4 = 1%	1.593	4	0.029	0.040	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 14 dapat dilihat bahwa K_1 berbeda sangat nyata dengan K_2 , K_3 , dan K_4 . K_2 berbeda sangat nyata dengan K_3 dan K_4 . K_3 berbeda sangat nyata dengan K_4 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $K_3 = 1,880\%$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_4 = 1,593\%$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengaruh Konsentrasi KCl terhadap Rendemen

Dari gambar 11 dapat dilihat bahwa semakin lama perendaman maka rendemen akan semakin menurun. Nilai rendemen terendah terdapat pada

perlakuan K_4 yaitu 1,593%, dan nilai rendemen tertinggi terdapat pada perlakuan K_3 yaitu 1,880%. Pada gambar nilai rendemen cenderung mengalami penurunan, tetapi tidak pada perlakuan K_3 yang mengalami peningkatan sesuai penambahan konsentrasi kalium klorida, hal ini diduga bahwa bentuk keseragaman dari bahan biji karet tersebut tidak sesuai sehingga pada waktu proses pembuatan rendemen menjadi tidak optimal.

Pengaruh Lama Perendaman

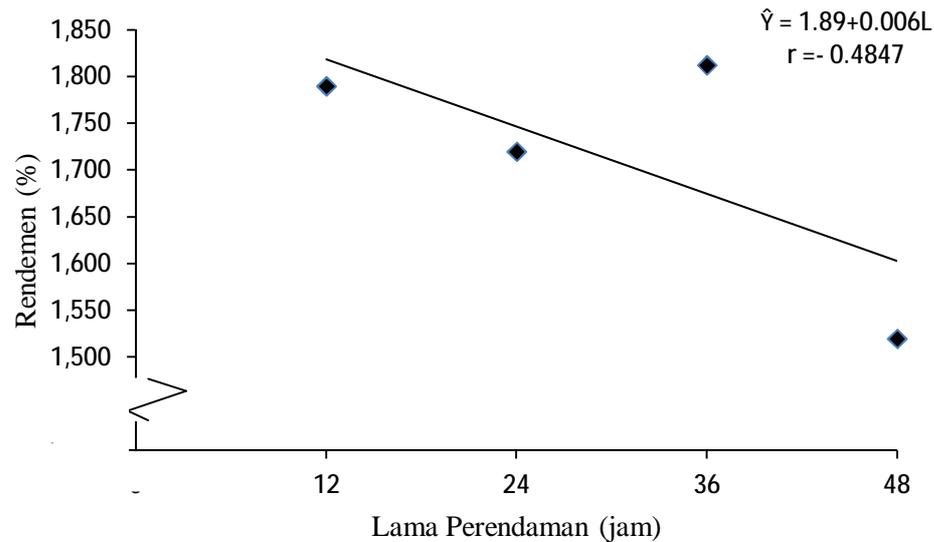
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 5) dapat dilihat bahwa lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap rendemen. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Perendaman Terhadap Rendemen

Lama Perendaman	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
L1 = 12 jam	1.790	-	-	-	ab	AB
L2 = 24 jam	1.720	2	0.027	0.038	c	C
L3 = 36 jam	1.813	3	0.029	0.039	a	A
L4 = 48 jam	1.520	4	0.029	0.040	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 15 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 $L_3 = 1,813$ % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $L_4 = 1,520$ %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Hubungan Lama Perendaman terhadap Rendemen

Pada Gambar 12 dapat dilihat bahwa semakin lama perendaman maka rendemen akan semakin menurun. Nilai rendemen tertinggi terdapat pada perlakuan L_3 yaitu 1,813% dan nilai rendemen terendah terdapat pada perlakuan L_4 yaitu 1,520%. Hal ini diduga disebabkan karena proses perendaman yang semakin lama, semakin lama perendaman senyawa garam KCl 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 Konsentrasi KCl dan Lama Perendaman Terhadap Rendemen

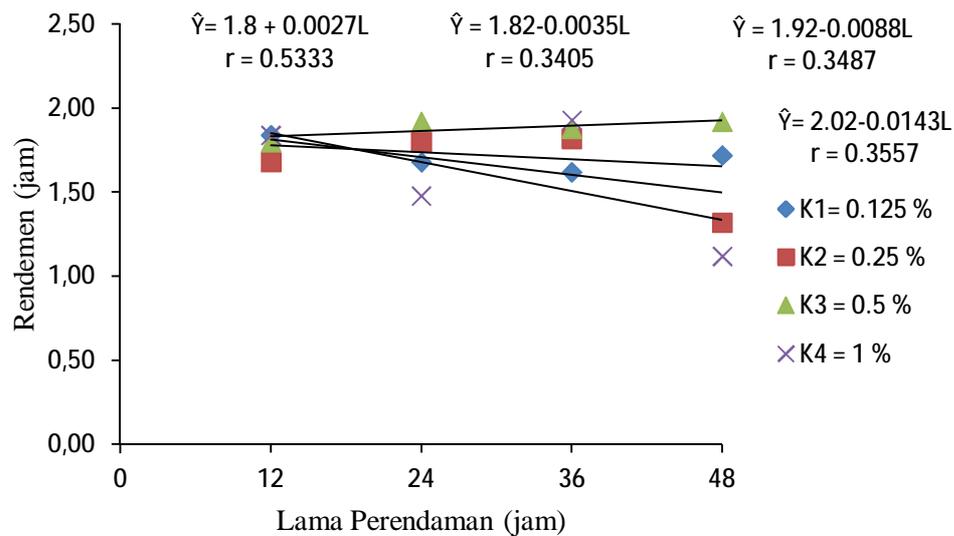
Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi lama perendaman dan KCl memberikan pengaruh berbeda nyata ($p < 0.01$) terhadap rendemen yang dihasilkan. Hasil uji LSR pengaruhinteraksi lama perendaman dan kalium klorida terhadap rendemen terlihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Interaksi Konsentrasi KCl dan Lama Perendaman terhadap Rendemen

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
K1L1	1.840	-	-	-	de	BCDE
K1L2	1.680	2	0.0546	0.0752	jkl	JKL
K1L3	1.620	3	0.0573	0.0790	klm	KLM
K1L4	1.720	4	0.0588	0.0810	j	IJ
K2L1	1.680	5	0.0601	0.0826	jk	JK
K2L2	1.800	6	0.0608	0.0837	efgh	DEFGH
K2L3	1.820	7	0.0613	0.0850	defg	DEFG
K2L4	1.320	8	0.0617	0.0859	o	O
K3L1	1.800	9	0.0621	0.0866	efghi	DEFGHI
K3L2	1.920	10	0.0624	0.0872	ab	AB
K3L3	1.880	11	0.0624	0.0877	abcd	ABCD
K3L4	1.920	12	0.0626	0.0881	abc	ABC
K4L1	1.840	13	0.0626	0.0885	def	CDEF
K4L2	1.480	14	0.0628	0.0888	n	N
K4L3	1.930	15	0.0628	0.0892	a	A
K4L4	1.120	16	0.0630	0.0894	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 rataan tertinggi yaitu pada perlakuan K_4L_3 yaitu 1,930 % dan nilai rataan terendah yaitu pada perlakuan K_4L_4 yaitu 1,120%. Hubungan interaksi lama perendaman dan KCl terhadap kadar HCN yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 12. Pengaruh Interaksi KCl dan Lama Perendaman terhadap Rendemen

Dari gambar 12 dapat dilihat bahwa interaksi antara lama perendaman dan KCl terhadap kadar HCN mengalami penurunan. Pada gambar hubungan interaksi lama perendaman dan konsentrasi kalium klorida terhadap rendemen cenderung menurun. Hal ini diduga dapat disebabkan bahwa biji karet yang sudah mengalami pengecilan ukuran menyerap lebih banyak air atau higroskopis. Moehyi (1992) 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. 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 studi pembuatan tepung biji karet (*hevea brasiliensis* muell) : pengaruh konsentrasi dan lama perendaman di dalam KCl dapat disimpulkan sebagai berikut :

Kesimpulan

1. Lama Perendaman memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$ terhadap kadar protein, kadar air, dan rendemen.
2. KCl memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$ terhadap kadar HCN, karbohidrat, kadar air, dan rendemen.
3. Interaksi lama perendaman dan KCl memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kadar HCN, protein, dan rendemen.
4. Hasil penelitian terbaik adalah K_4L_1 dengan kadar HCN 80,450%, K_1L_4 dengan karbohidrat 80,500%, K_1L_1 dengan protein 18,100%, K_4L_3 dengan kadar air 22,250%, dan K_4L_3 dengan rendemen 1,930%.

Saran

1. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa terdapat kandungan minyak yang tinggi sehingga perlu dilakukan pengurangan kadar minyak.
2. KCl yang digunakan dalam penelitian ini dapat diganti dengan garam biasa seperti NaCl.
3. Dilakukan parameter pengujian kadar lemak pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agra, I.B., dkk. 1973. *Hidrolisis Ketela Rambut Pada Suhu Lebih dari 100°C*, Forum Teknik Jilid 3. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- A.O.A.C. 1986. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
- Bakhrin, Zulhida R., dan Seno D. *Studi Pembuatan Tempe Dari Biji Karet*. Agrrium, Oktober 2013 Volume 18 No 2.
- Bastian, F. 2011. *Teknologi Pati dan Gula*. Jurusan Teknologi Pangan. Fakultas Pertanian. Universitas Hasanudin. Makassar.
- Cereda, M.P. dan Mattos, M.C.Y. 1996. *Linamarin - The Toxic Compound of Cassava*. Journal of Venomous Animals and Toxins, vol 2, pp. 6-12.
- Dwidjoseputro, D. 1990. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Gramedia.
- Erman S., Herawaty R., dan Ningrat R. W. S. *Effect of Substitution of Leaves and Seeds of Rubber (Hevea brasiliensis) Fermentation with Soybean Meal on the Performance of Broilers*. Pakistan Journal of Nutrition 13 (7):422-426, 2014 ISSN 1680-5194.
- Fatimah, Susi S., Aulia R., 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.
- Groggins, P. H. 1958. *Unit Processes in Organic Synthesis*. 5th ed. Pp. 775-777. New York: McGraw Hill Book Company.
- 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.
- Hotimah H. 2013. *Evaluasi Tepung Bungkil Biji Karet (Hevea brasiliensis) yang Difermentasi Cairan Rumen Domba sebagai Pengganti Bungkil Kedelai dalam Pakan Ikan Lele (Clarias sp.)*. Departemen Budidaya Perairan Institut Pertanian Bogor.
- Lehninger, A.L. 1976. *Biochemistry*. New York: Work Publisher, Inc.
- Lufina I., Susilo B., dan Rini Y. 2013. *Studi Pemanfaatan Minyak Karet (Hevea brasiliensis) sebagai Bahan Bakar pada Kompor Rumah Tangga*. Jurnal

- Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem Vol. 1 No. 1, Februari 2013, 60-68.
- Masturi, E., Dwi A. S. 2010. *Pengaruh Variasi Temperatur dan Konsentrasi Katalis pada Kinetika Reaksi Hidrolisis Tepung Kulit Ketela Pohon*. Jurnal Ekuilibrium Vol. 9 No. 1 Halaman: 23-27.
- Moehyi, 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.
- Ningsih, S. W., Lily R., dan Agna A. V., 2010. *Studi Metode Penurunan Kadar HCN Pada Biji Karet (Hevea brasiliensis) Sebagai Bahan Pangan Alternatif*. Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Riau.
- Oyewusi P. A., Akintayo E. T., Olaofe O. 2007. *The Proximate And Amino Acid Composition Of Defatted Rubber Seed Meal*. International Journal of Food, Agriculture, and Environment 5: 115–118.
- Parker, R. 2003. *Introduction to Food Science*. Delmar Thompson Learning, United States.
- Purwanta, J. H., Kiswantodan Slameto. 2008. *Teknologi Budidaya Karet*. Balai Besar Pengkajiandan Pengembangan Teknologi Pertanian, Bogor.
- Puspitasari, C., D. Rachmawanti dan Siswanti. 2014. *Pengaruh Kombinasi Media dan Konsentrasi Iodium Pada Dua Jenis Garam (NaCl Dan KCl) Terhadap Kadar Iodium dan Kualitas Sensoris Telur Asin*. Jurnal Teknosains Pangan, 3 (4): 1-7.
- Setiawan H.D., dan Andoko Agus. 2005. *Petunjuk Lengkap Budidaya Karet*. Jakarta : Agro Media Pustaka.
- Setyamidjaja, D. 1993. *Karet Budidaya dan Pengolahan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Setyawardhani Dwi A., Siti H. F., dan Fadhilah U. R. *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.
- Soemargono dan Edy M. 2011. *Proses Produksi Biodiesel Berbasis Biji Karet*. Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 5, No. 2, 2011.

- Soeparno. 1994. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sudarmadji. 1996. *Prosedur Analisis Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta : Liberty.
- Sugiyarto, L. 2003. *Kimia Anorganik II*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sumardjo, Damin. 2008. *Pengantar Kimia Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Sunardi. 2006. *Unsur Kimia Deskripsi Dan Pemanfaatannya*. Bandung: Yrama Wijaya.
- Suroto, Sakiman, & Sriningsih, E. 1995. *Pemanfaatan Gadung Untuk Berbagai Produk Bahan Pangan*. Laporan penelitian. Banjarbaru: Balai Penelitian dan Pengembangan Industri.
- Tejasari. 2005. *Nilai-nilai Gizi Pangan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Utomo T. O., Hasanudin U., dan Suroso E. 2012. *Agroindustri Karet Indonesia*. Bandung: Sarana Tutorial Burani Sejahtera.
- Winarno, F.G. 1980. *Kimia Pangan*. Bogor :Pusbangtepa IPB.
- Yulianti, R. dan E. Ginting. 2012. *Perbedaan Karakteristik Fisik Edible Film dari Umbi-Umbian yang dibuat dengan Penambahan Plasticizer*. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan.

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

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	UI	UII		
K1L1	115.7	114.6	230.300	115.150
K1L2	112.3	111.5	223.800	111.900
K1L3	110	109.6	219.600	109.800
K1L4	109	108	217.000	108.500
K2L1	80.4	80.5	160.900	80.450
K2L2	85.5	84.5	170.000	85.000
K2L3	98.7	96.3	195.000	97.500
K2L4	126.4	125.5	251.900	125.950
K3L1	117.6	116.5	234.100	117.050
K3L2	115.6	114.4	230.000	115.000
K3L3	112.7	111.3	224.000	112.000
K3L4	97.8	96.9	194.700	97.350
K4L1	103.8	102.6	206.400	103.200
K4L2	101.2	100.4	201.600	100.800
K4L3	96.4	95.5	191.900	95.950
K4L4	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	**	2.35 3.41
K	3	1732.891	577.630	919.153	**	3.24 5.29
K Lin	1	498.083	498.083	792.574	**	4.49 8.53
K kuad	1	2.153	2.153	3.426	tn	4.49 8.53
K Kub	1	1232.655	1232.655	1961.460	**	4.49 8.53
L	3	4.223	1.408	2.240	tn	3.24 5.29
L Lin	1	1.243	1.243	1.977	tn	4.49 8.53
L Kuad	1	20460.803	20460.803	32558.214	**	4.49 8.53
L Kub	1	-20457.822	-20457.822	-32553.471	tn	4.49 8.53
KxL	9	3638.575	404.286	643.320	**	2.54 3.78
Galat	16	10.055	0.628			
Total	31	5385.745				

Keterangan :

FK : 342,978.33

KK : 0,77 %

** : berbeda sangat nyata

tn : tidak nyata

Lampiran 2. Tabel Data Hasil Pengamatan Kadar Karbohidrat (mg/kg)

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	UI	UII		
K1L1	15	14	29.000	14.500
K1L2	14.4	16.7	31.100	15.550
K1L3	14.6	16.8	31.400	15.700
K1L4	16.1	16.2	32.300	16.150
K2L1	12.5	12.4	24.900	12.450
K2L2	12.6	13.8	26.400	13.200
K2L3	13.7	14.6	28.300	14.150
K2L4	15.2	15.3	30.500	15.250
K3L1	15.3	15.4	30.700	15.350
K3L2	13.4	13.5	26.900	13.450
K3L3	13.6	14.7	28.300	14.150
K3L4	13.1	13.2	26.300	13.150
K4L1	14.7	14.8	29.500	14.750
K4L2	12.5	15.6	28.100	14.050
K4L3	12.4	15.5	27.900	13.950
K4L4	14.1	13.3	27.400	13.700
Total			459.000	
Rataan				14.344

Tabel Analisis Sidik Ragam Kadar Karbohidrat

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	32.859	2.191	2.031	tn	2.35	3.41
K	3	14.181	4.727	4.382	*	3.24	5.29
K Lin	1	5.852	5.852	5.425	**	4.49	8.53
K kuad	1	6.480	6.480	6.007	**	4.49	8.53
K Kub	1	1.849	1.849	1.714	tn	4.49	8.53
L	3	1.234	0.411	0.381	tn	3.24	5.29
L Lin	1	0.702	0.702	0.651	tn	4.49	8.53
L Kuad	1	309.833	309.833	287.215	**	4.49	8.53
L Kub	1	-309.301	-309.301	-286.722	tn	4.49	8.53
KxL	9	17.444	1.938	1.797	tn	2.54	3.78
Galat	16	17.260	1.079				
Total	31	50.119					

Keterangan :

FK : 6,583.78

KK : 7.241%

** : sangat nyata

tn : tidak nyata

Lampiran 3. Tabel Data Hasil Pengamatan Kadar Protein (mg/kg)

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	UI	UII		
K1L1	17.6	17.5	35.100	17.550
K1L2	16.3	17.4	33.700	16.850
K1L3	16.7	16.8	33.500	16.750
K1L4	15.4	15.3	30.700	15.350
K2L1	17.6	17.4	35.000	17.500
K2L2	14.4	15.5	29.850	14.925
K2L3	13.3	15.4	28.650	14.325
K2L4	18.0	18.2	36.200	18.100
K3L1	17.5	17.8	35.300	17.650
K3L2	15.0	16.1	31.100	15.550
K3L3	14.0	14.1	28.100	14.050
K3L4	17.0	17.2	34.200	17.100
K4L1	16.9	15.0	31.900	15.950
K4L2	15.2	15.3	30.450	15.225
K4L3	15.0	13.1	28.100	14.050
K4L4	17.4	16.3	33.700	16.850
Total			515.550	
Rataan				16.111

Tabel Analisis Sidik Ragam Kadar Protein

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	55.200	3.680	7.177	**	2.35	3.41
K	3	5.006	1.669	3.255	tn	3.24	5.29
K Lin	1	4.744	4.744	9.252	**	4.49	8.53
K kuad	1	0.049	0.049	0.095	tn	4.49	8.53
K Kub	1	0.214	0.214	0.417	tn	4.49	8.53
L	3	28.889	9.630	18.781	**	3.24	5.29
L Lin	1	1.269	1.269	2.475	tn	4.49	8.53
L Kuad	1	461.695	461.695	900.456	**	4.49	8.53
L Kub	1	-434.075	-434.075	-846.589	tn	4.49	8.53
KxL	9	21.304	2.367	4.617	**	2.54	3.78
Galat	16	8.204	0.513				
Total	31	63.404					

Keterangan :

FK : 8,305.99

KK : 4.445%

** : sangat nyata

tn : tidak nyata

Lampiran 4. Tabel Data Hasil Pengamatan Kadar Air (mg/kg)

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	UI	UII		
K1L1	1.24	1.26	2.500	1.250
K1L2	1.44	1.43	2.870	1.435
K1L3	1.96	1.97	3.930	1.965
K1L4	2.90	2.92	5.820	2.910
K2L1	2.93	2.94	5.870	2.935
K2L2	2.96	2.96	5.920	2.960
K2L3	2.44	3.29	5.730	2.865
K2L4	3.77	2.76	6.530	3.265
K3L1	3.93	3.96	7.890	3.945
K3L2	3.95	3.94	7.890	3.945
K3L3	4.40	4.57	8.970	4.485
K3L4	3.50	4.77	8.270	4.135
K4L1	4.86	3.79	8.650	4.325
K4L2	4.88	4.87	9.750	4.875
K4L3	5.92	4.91	10.830	5.415
K4L4	6.32	5.35	11.670	5.835
Total			113.090	
Rataan				3.534

Tabel Analisis Sidik Ragam Kadar Air

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	53.084	3.539	17.443	**	2.35	3.41
K	3	46.601	15.534	76.562	**	3.24	5.29
K Lin	1	46.559	46.559	229.478	**	4.49	8.53
K kuad	1	0.034	0.034	0.170	tn	4.49	8.53
K Kub	1	0.008	0.008	0.039	tn	4.49	8.53
L	3	4.031	1.344	6.623	**	3.24	5.29
L Lin	1	3.960	3.960	19.516	**	4.49	8.53
L Kuad	1	1.603	1.603	7.899	**	4.49	8.53
L Kub	1	-1.531	-1.531	-7.545	tn	4.49	8.53
KxL	9	2.451	0.272	1.342	tn	2.54	3.78
Galat	16	3.246	0.203				
Total	31	56.330					

Keterangan :

FK : 399.67

KK : 12.745 %

** : sangat nyata

tn : tidak nyata

Lampiran 5. Tabel Data Hasil Pengamatan Rendemen (mg/kg)

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	UI	UII		
K1L1	1.86	1.82	3.680	1.840
K1L2	1.70	1.66	3.360	1.680
K1L3	1.62	1.62	3.240	1.620
K1L4	1.74	1.70	3.440	1.720
K2L1	1.70	1.66	3.360	1.680
K2L2	1.82	1.78	3.600	1.800
K2L3	1.82	1.82	3.640	1.820
K2L4	1.30	1.34	2.640	1.320
K3L1	1.78	1.82	3.600	1.800
K3L2	1.94	1.90	3.840	1.920
K3L3	1.90	1.86	3.760	1.880
K3L4	1.94	1.90	3.840	1.920
K4L1	1.86	1.82	3.680	1.840
K4L2	1.46	1.50	2.960	1.480
K4L3	1.92	1.94	3.860	1.930
K4L4	1.10	1.14	2.240	1.120
Total			54.740	
Rataan				1.711

Tabel Analisis Sidik Ragam Rendemen

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	1.581	0.105	159.133	**	2.35	3.41
K	3	0.366	0.122	184.170	**	3.24	5.29
K Lin	1	0.008	0.008	12.260	**	4.49	8.53
K kuad	1	0.104	0.104	156.245	**	4.49	8.53
K Kub	1	0.254	0.254	384.004	**	4.49	8.53
L	3	0.425	0.142	213.755	**	3.24	5.29
L Lin	1	0.206	0.206	310.826	**	4.49	8.53
L Kuad	1	-9.319	-9.319	-14066.717	tn	4.49	8.53
L Kub	1	9.538	9.538	14397.155	**	4.49	8.53
KxL	9	0.791	0.088	132.581	**	2.54	3.78
Galat	16	0.011	0.001				
Total	31	1.592					

Keterangan :

FK : 93.64

KK : 1.505%

** : berbeda sangat nyata

tn : tidak nyata