

**PENGARUH PERENDAMAN DALAM LARUTAN NATRIUM
HIDROKSIDA (NaOH) DAN NATRIUM KLORIDA (NaCl) PADA
VARIASI KONSENTRASI TERHADAP SIFAT MEKANIK
CANGKANG KEMIRI (*Aleurites moluccana Willd*)**

SKRIPSI

Oleh:

AULIA FITRI HIDAYAH

NIM 155100201111082



**JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

**PENGARUH PERENDAMAN DALAM LARUTAN NATRIUM
HIDROKSIDA (NaOH) DAN NATRIUM KLORIDA (NaCl) PADA
VARIASI KONSENTRASI TERHADAP SIFAT MEKANIK
CANGKANG KEMIRI (*Aleurites moluccana Willd*)**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik**

Oleh:

AULIA FITRI HIDAYAH

NIM 155100201111082



**JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul TA : Pengaruh Perendaman dalam Larutan Natrium Hidroksida (NaOH) dan Natrium Klorida (NaCl) pada Variasi Konsentrasi Terhadap Sifat Mekanik Cangkang Kemiri (*Aleurites moluccana Willd*)

Nama : Aulia Fitri Hidayah
NIM : 155100201111082
Jurusan : Keteknikan Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian

Pembimbing Pertama,



Dr. Ir. Gunomo Djoyowasito, MS

NIP. 19550212 198103 1 004

Pembimbing Kedua,



Dr. Ir. Ary Mustofa, Ahmad MP

NIP. 19600306 198601 1 001

Tanggal Persetujuan:

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

Judul TA : Pengaruh Perendaman dalam Larutan Natrium Hidroksida (NaOH) dan Natrium Klorida (NaCl) pada Variasi Konsentrasi Terhadap Sifat Mekanik Cangkang Kemiri (*Aleurites moluccana Willd*)

Nama Mahasiswa: Aulia Fitri Hidayah
NIM : 155100201111082
Jurusan : Keteknikan Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian

Pembimbing Pertama,

Pembimbing Kedua,


Dr. Ir. Gunomo Djoyowasito, MS

NIP. 19550212 198103 1 004


Dr. Ir. Ary Mustofa, Ahmad MP

NIP. 19600306 198601 1 001

Penguji,


Ir. Ekoyanto Pudjiono, M. Eng. Sc

NIP. 19560116 198303 1 002

Ketua Jurusan,


La Choviya Hawa, STP, MP, Ph

NIP. 19780307 200012 2 001

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Aulia Fitri Hidayah lahir di kota santri Jombang pada tanggal 18 Januari 1997 dan merupakan anak ketiga dari Ayah yang bernama Sayudi dan Ibu Istiqomah. Penulis tinggal dan menetap di Desa Kuripan Kabupaten Jombang Jawa Timur.

Pendidikan formal pertama diawali dari TK At-Taqwa pada tahun 2003 dan dilanjutkan pendidikan sekolah dasar di MI At-Taqwa Desa Kendalsari hingga lulus pada tahun 2009. Kemudian melanjutkan sekolah menengah pertama di SMPN 2 Sumobito hingga lulus pada tahun 2012 dan menyelesaikan sekolah menengah atas di SMAN Kesamben dan lulus pada tahun 2015. Setelah menyelesaikan sekolah menengah atas, penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Brawijaya Malang dengan program studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian pada tahun 2015 – 2019.

Selama pendidikan di perguruan tinggi penulis aktif dalam kegiatan akademik maupun non akademik. Kegiatan akademik yang diikuti meliputi Asisten Praktikum Pengukuran Lingkungan (Elektronika dan Instrumentasi), Asisten Praktikum Sistem Kontrol, Asisten Praktikum Otomatisasi 2 dan Asisten Praktikum Energi dan Listrik Pertanian. Pada bidang non akademik penulis aktif dalam ACRO (Agricultural Robotika) sejak tahun 2015 hingga menjabat sebagai Bendahara Umum ACRO pada tahun 2017, Staff Divisi Transkoper OPJ 2016, HSD 2016, HSD 2017, PKK-FTP 2017, Staff Divisi DDM RUMJ (Rapat Umum Mahasiswa Jurusan) 2017.

Sesulit apapun jalannya,
jangan pernah berfikir untuk menyerah
Karena kamu tidak akan tahu
apa yang sedang menantimu
di ujung perjuangan nanti.

juang¹ » ber.ju.ang

✓ berusaha sekuat tenaga tentang sesuatu; berusaha penuh dengan kesukaran dan bahaya

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa: Aulia Fitri Hidayah
NIM : 155100201111082
Jurusan : Keteknikan Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian
Judul TA : Pengaruh Perendaman dalam Larutan Natrium Hidroksida (NaOH) dan Natrium Klorida (NaCl) pada Variasi Konsentrasi Terhadap Sifat Mekanik Cangkang Kemiri (*Aleurites moluccana Willd*)

Menyatakan bahwa,

Tugas akhir dengan judul diatas merupakan karya asli penulis tersebut diatas. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar saya bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 23 September 2019

Pembuat Pernyataan,



Aulia Fitri Hidayah

NIM. 155100201111082

AULIA FITRI HIDAYAH. 155100201111082. Pengaruh Perendaman dalam Larutan Natrium Hidroksida (NaOH) dan Natrium Klorida (NaCl) pada Variasi Konsentrasi terhadap Sifat Mekanik Cangkang Kemiri (*Aleurites moluccana Willd*). TA. Pembimbing: Dr. Ir. Gunomo Djoyowasito, MS. dan Dr. Ir. Ary Mustofa Ahmad, MP.

RINGKASAN

Luasnya lahan perkebunan kemiri di Indonesia akan diiringi dengan meningkatkan produktivitas kemiri. Namun dengan besarnya tingkat produktivitas kemiri tersebut tidak dibarengi dengan berkembangnya metode pemecahan kemiri. Petani cenderung memilih menggunakan metode sederhana dalam pemecahan biji kemiri dengan memukulkan kemiri pada batu dengan bantuan pegangan rotan. Hal ini akan meningkatkan persentase kemiri yang hancur atau tidak utuh. Biji kemiri dikategorikan sebagai buah batu karena memiliki kulit keras dan berlekuk dan memiliki kulit yang menyerupai tempurung. Tempurung kemiri memiliki tebal sekitar 3-5 mm, berwarna coklat atau kehitaman. Buah kemiri secara keseluruhan memiliki bagian kulit luar, daging buah, lapisan kayu, kulit biji (tempurung), dan daging biji.

Penelitian ini menggunakan Rancangan acak lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial. Faktor pertama adalah perendaman dengan NaOH (N1) dan perendaman dengan NaCl (N2). Faktor yang kedua adalah yang terdiri dari 4 variasi konsentrasi yaitu K1= 4%, K2= 5%, K3= 6% dan K4= 7%. Dalam percobaan ini perlakuan dibandingkan dengan kontrol. Secara keseluruhan kombinasi perlakuan diatas masing-masing diulang sebanyak 3 kali. Data dianalisis dengan analisis ragam

yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan antara taraf perlakuan.

Perendaman dengan menggunakan NaOH dan NaCl berpengaruh sangat nyata terhadap kekuatan tekan. Bahan perendam terbaik yaitu NaOH karena memiliki tingkat keutuhan kemiri yang lebih baik. Variasi konsentrasi berpengaruh sangat nyata terhadap kelengketan dan energi potensial. Konsentrasi terbaik adalah 7%. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka semakin banyak persentase kemiri yang utuh.

Kata Kunci: Kemiri (*Aleurites moluccana*), Natrium Hidroksida (NaOH), Natrium Klorida (NaCl), Perendaman

AULIA FITRI HIDAYAH. 155100201111082. The Soking Effect in the Solution of Sodium Hydroxide and Sodium Chloride on Variations in Concentration on the Mechanical Properties of candlenut Shells (*Aleurites moluccana Willd*). TA. Advisers: Dr. Ir. Gunomo Djoyowasito, MS. dan Dr. Ir. Ary Mustofa Ahmad, MP.

SUMMARY

The extent of candlenut plantations in Indonesia will be accompanied by increasing productivity of candlenut. However, the magnitude of the productivity of candlenut is not accompanied by the development of candlenut solution. Farmers tend to choose to use a simple method in cracking candlenut seeds by hitting candlenuts on rocks with the help of rattan handles. This will increase the percentage of candlenut that is destroyed or is not intact. Candlenut seeds are classified as stone fruit because they have hard skin that resembles a shell with a rough and curved outer surface. Candlenut shell has a thickness of about 3-5 mm, brown or blackish. A whole part of candlenut has the outer skin, flesh, wood layers, shell (shell), and seed meat.

This research uses a completely randomized design (CRD) which has arranged factorially. The first factor is soaking with NaOH (N1) and soaking with NaCl (N2). The second factor is consisting of 4 variations of concentration, namely K1 = 4%, K2 = 5%, K3 = 6% and K4 = 7%. In this experiment the treatment was compared with a control. Overall the combination of treatments above each repeated 3 times. Data were analyzed by analysis of variance which aims to find out the differences between treatment levels.

Soaking using NaOH and NaCl has a very significant effect on compressive strength. The best marinade is NaOH because it has a better level of hazelnut. Variation in concentration has a very significant effect on adhesiveness and potential energy. The best concentration is 7%. The higher the concentration used, the more percentage of intact candlenut.

Keywords: Candlenut (*Aleurites moluccana*), Soaking, Sodium Chloride (NaCl), Sodium Hydroxide (NaOH),

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Perendaman dalam Larutan Natrium Hidroksida (NaOH) dan Natrium Klorida (NaCl) pada Variasi Konsentrasi Terhadap Sifat Mekanik Cangkang Kemiri (*Aleurites moluccana*)”. Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Gunomo Djoyowasito, MS selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir
2. Dr. Ir. Ary Mustofa Ahmad, MP selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir
3. Ir. Ekoyanto Pudjiono, M. Eng. Sc selaku dosen penguji yang telah membagi ilmu dan saran
4. La Choviya Hawa, STP, MP, PhD selaku Ketua Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Malang
5. Orang Tua Bapak Sayudi dan Ibu Istiqomah serta kakak Vicky, Emy, Wanda, Feri dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan dukungan, semangat dan do'a agar Tugas Akhir ini cepat selesai
6. Teman-teman tim kemiri (Nesaputra Gilang, Akhmad Nuruddin dan Intan) yang telah mendukung berjalannya penelitian ini meskipun banyak sekali drama

7. Dwi Ari Ambar yang selalu ada disegala suasana hati
8. Laras dan Zhahrin dan 15 pejantan member predator (Firza, Yoga, Saka, Fido, Dendy, Firman, Taul, Anggi, Gayuh, Aziz, Wahyu, Ekwana, Lucky, Zaki,Jun) kesayangan dari jaman maba
9. Iva Indriya yang selalu menemani lembur meskipun by phone
10. Mardha, Kania dan member Griya Shanta B126 yang tidak pernah ngamuk kalau berisik saat lembur
11. Member Ghibah Squad (Tata, Sipak, Triza, Rika dan Mardha) yang mengisi masa skripsiku dengan kerecehan mereka
12. Acro team terimakasih atas kenangannya
13. Teman AELIMOLAS yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan baik. Semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 18 Januari 2019

Aulia Fitri Hidayah

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1Kemiri	3
2.2Komponen Tempurung Kemiri	5
2.3 Perlakuan Pendahuluan terhadap Biji Kemiri.....	7

2.4 Perendaman	9
2.5 Natrium Hidroksida (NaOH).....	9
2.6 NaCl.....	11
2.7 Pengeringan Oven	12
III. METODE PENELITIAN	12
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	12
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.3 Studi Pustaka	13
3.4 Metode penelitian.....	14
3.5 Identifikasi Sifat Fisik Kemiri.....	15
3.6 Pengukuran Intersep.....	16
3.7 Pengukuran Bentuk Kebulatan.....	16
3.8 Pengukuran Bentuk Kebundaran	17
3.9 Pengukuran Bentuk Elipsoidal.....	17
3.10 Uji Gaya Tekan	17
3.11 Uji MWD (<i>Mean, Weighted, Diameter</i>).....	18
3.12 Uji Energi yang dibutuhkan.....	18
3.13 Persentasi Massa Lengket	19
3.14 Prosedur Penelitian	19
3.16 Tahapan Persiapan	21
3.17 Tahap Perlakuan Sampel	21
3.18 Tahap Perendaman NaOH.....	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Perlakuan Awal Biji Kemiri	23
4.2 MWD (<i>Mean Weighted Diameter</i>).....	23

4.3 Kelengketan	25
4.4 Kekuatan Tekan	27
4.5 Energi Potensial	30
4.5 Persentase Pecah Kemiri	33
V. PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
Tabel 2.1	Komposisi kimia cangkang kemiri.....	5
Tabel 2.2	Sifat Fisik NaOH.....	10
Tabel 4.1	Hasil Analisis Varian (ANOVA) MWD	24
Tabel 4.2	Hasil Analisis Varian (ANOVA) Kelengketan.....	25
Tabel 4.3	Hasil Uji BNT Kekuatan Tekan	27
Tabel 4.4	Hasil Uji BNT Kekuatan Tekan untuk Interaksi	30
Tabel 4.5	Hasil Uji BNT Energi Potensial untuk Konsentrasi ..	31
Tabel 4.6	Persentase Pecah Kemiri	33
Tabel 4.7	Persentase Pecah Kontrol	35
Tabel 4.8	Persentase Biji Utuh Hasil Pemecahan Brazilian Test dan Uji Energi Potensial	37

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
Gambar 2.1	Buah Kemiri (a) dan Biji kemiri (b)	5
Gambar 2.2	Pemutusan Ikatan Lignin dan Selulosa	11
Gambar 3.2	Prosedur Penelitian	20
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Konsentrasi dengan Kelengketan	26
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Konsentrasi dengan Energi Potensial.....	32
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Bahan Perendam dan Konsentrasi terhadap Persentase Pecah Utuh	36
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Persentase Biji Utuh dengan Bahan Perendam dengan Metode Brazilian Test ..	39
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Persentase Biji Utuh dengan Bahan Perendam dengan Metode Energi Potensial	40

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
Lampiran 1.	Data Hasil Penelitian.....	47
Lampiran 2.	Analisis Variansi	64
Lampiran 3.	Logsheet Metode Penelitian.....	77
Lampiran 4.	Logsheet Hasil Penelitian	79

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan hasil buminya, salah satunya yaitu beragamnya hasil hutan. Hasil hutan tidak sepenuhnya berupa kayu namun ada juga hasil hutan non kayu yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Salah satu hasil hutan non kayu yang memiliki berbagai manfaat yaitu kemiri. Tanaman kemiri (*Aleurites moluccana*) tersebar merata di Nusantara yang ditandai dengan beragamnya nama daerah kemiri seperti kereh dan kemili (Sumatera), miri dan kemiri (Jawa), dan wiau dan lana (Sulawesi) (Barani, 2006).

Tanaman kemiri tidak menuntut banyak hal untuk tumbuh dengan baik. Tanaman kemiri tumbuh dengan baik pada tanah kapur hingga tanah berpasir di pantai dan juga dapat tumbuh pada tanah kurang subur. Pemanfaatan tanaman kemiri selain kayu yaitu biji yang memiliki beragam kegunaan, seperti bumbu masakan, dan pemanfaatan minyak kemiri dibidang industri seperti pembuatan pernis, sabun, kosmetika dan obat-obatan.

Berdasarkan data statistik pertanian luas areal perkebunan kemiri pada tahun 2016 mencapai 1123 Ha dengan produksi kemiri sebesar 6 ton (Anonymous, 2017). Hal ini tentunya akan sangat menguntungkan apabila dapat dikelola dengan baik namun sejauh ini tahap produksi biji kemiri memiliki banyak kendala. Salah satu kendala paling umum yang dihadapi yaitu dalam tahap pemecahan kemiri. Petani umumnya masih menggunakan metode pemecahan sederhana salah satunya dengan memukulkan kemiri pada batu dengan bantuan pemegang rotan. Dalam hal ini dapat menimbulkan banyaknya kemiri yang pecah atau tidak utuh, dengan pecahnya kemiri akan

menurunkan harga jual kemiri tersebut. Persentase kemiri yang utuh dengan metode pemecahan sederhana hanya 40 - 60% (Darmawan dan Kurniadi, 2007), tentunya hal ini perlu diperhatikan secara mendalam tahap pemecahan kemiri agar menghasilkan biji kemiri yang utuh.

Buah kemiri secara keseluruhan memiliki bagian kulit luar, daging buah, lapisan kayu, kulit biji (tempurung), dan daging biji. Bagian kulit kemiri (tempurung) memiliki kulit yang keras sehingga diperlukan metode khusus untuk memecahkannya. Selain diperlukan usaha untuk memecahkan tempurung kemiri tersebut hal lain yang perlu diperhatikan yaitu keutuhan biji kemiri setelah pemecahan karena inti biji kemiri yang menempel pada tempurung. Menempelnya biji kemiri pada tempurung akan mengakibatkan bertambah besar kemungkinan biji kemiri terpecah tidak utuh bahkan menempel pada tempurung.

Penelitian ini bertujuan untuk memisahkan tempurung kemiri dengan inti biji kemiri. Proses awal adalah merendam kemiri dengan larutan Natrium Hidroksida (NaOH) dan Natrium Klorida (NaCl) dengan konsentrasi 4%, 5%, 6% dan 7%. Berikutnya dilakukan proses pengovenan kemiri dengan suhu 70°C dengan waktu 24 jam. Selanjutnya dilakukan uji gaya tekan dengan Brazilian test mendapatkan data uji parameter tekan dan pengujian energi untuk dengan dijatuhkan dari ketinggian.

Penelitian ini ditekankan pada proses perendaman kemiri dengan larutan Natrium Hidroksida (NaOH) dan Natrium Klorida (NaCl) dengan konsentrasi 4%, 5%, 6% dan 7%. Tujuan dari perendaman dengan NaOH dan NaCl yaitu untuk memudahkan pemecahan cangkang kemiri dan mempertahankan inti biji kemiri tetap utuh.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh perendaman kemiri dengan larutan NaOH dan NaCl terhadap sifat mekanik tempurung kemiri?
2. Bagaimana pengaruh perendaman kemiri dengan larutan NaOH dan NaCl terhadap keutuhan biji kemiri?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh perendaman kemiri dengan larutan NaOH dan NaCl terhadap sifat mekanik tempurung kemiri.
2. Mengetahui pengaruh perendaman kemiri dengan larutan NaOH dan NaCl terhadap keutuhan biji kemiri.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi tentang penerapan metode perendaman dengan NaOH dan NaCl dengan menggunakan variasi konsentrasi 4%, 5%, 6% dan 7% terhadap inti biji kemiri sehingga didapatkan hasil biji kemiri dapat terpecah dengan mudah dan inti kemiri terpisah dengan cangkang kemiri dengan sempurna. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkecil resiko terbuangnya inti biji kemiri yang pecah dan didapatkan inti biji kemiri yang utuh dengan nilai jual yang tinggi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bahan kemiri yang dipergunakan dalam penelitian ini dianggap berasal dari pohon yang sama
2. Umur panen biji kemiri dianggap sama

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kemiri

Tanaman kemiri (*Aleurites molucana*) berasal dari Malaysia dan tersebar di daerah tropis dan sub tropis dari sebelah timur Asia hingga Fiji di kepulauan Pasifik. Kemiri juga tersebar merata di Nusantara yang ditandai dengan beragamnya nama daerah dari kemiri. Di Sumatera kemiri disebut kereh, kemili, kembiri, tanoan, kemiling; di Jawa kemiri disebut midi, pidekan, miri, kemiri atau muncang (sunda); sedangkan di Sulawesi disebut wiau, lana, boyau, bontalo dudulaa atau saketa (Barani, 2006).

Klasifikasi tanaman kemiri:

Kingdom: Plantae

Divisi: Spermatophyta

Sub divisi: Angiospermae

Class: Dicotyledoneae

Ordo: Archichlamydae

Familia: Euphorbiaceae

Genus: *Aleurites*

Spesies: *Aleurites molucana Willd*

Tanaman kemiri (*Aleurites molucana Willd*) dapat tumbuh pada daratan rendah hingga daerah pegunungan dengan ketinggian 0-1200 meter di atas permukaan laut. Tanaman kemiri tidak terlalu memilih jenis tanah, namun untuk memperoleh hasil yang baik tanaman ini dibudidayakan pada ketinggian 0-800 meter di atas permukaan laut dengan suhu 21°C - 26°C dengan kelembaban rata-rata 75%. Tanaman kemiri dapat tumbuh dengan baik pada tanah berkapur, tanah berpasir di pantai, dan juga dapat tumbuh pada tanah yang kurang subur (Dali dan Ginting, 1981).

Biji kemiri memiliki kulit keras yang menyerupai tempurung dan memiliki permukaan kulit yang kasar dan berlekuk

sehingga biji kemiri dapat dikategorikan sebagai buah batu. Tempurung kemiri memiliki tebal sekitar 3-5 mm, berwarna coklat atau kehitaman. Bentuk biji kemiri yaitu membulat atau limas, agak gepeng, dimana pada salah satu ujungnya meruncing. Biji kemiri memiliki diameter sekitar 1,5-2 cm dan berwarna putih. Buah kemiri secara keseluruhan memiliki bagian kulit luar, daging buah, lapisan kayu, kulit biji (tempurung), dan daging biji. Pada **Gambar 2.1** dapat dilihat bentuk buah kemiri dan biji kemiri (Barani, 2006).



(a)



(b)

Gambar 2.1 Buah Kemiri (a) dan Biji kemiri (b)

2.2 Komponen Tempurung Kemiri

Menurut Salindeho *et al* (2017), cangkang kemiri (*Aleurites mollucana Willd*) merupakan hasil samping dari pengolahan biji kemiri. Berikut komposisi kimia cangkang kemiri yang terdapat pada **Tabel 2.1**

Tabel 2.1 Komposisi kimia cangkang kemiri

Komponen	Hasil Analisa (%)
Hemiselulosa	48,47 ± 1,29

Selulosa	27,14 ± 4,12
Lignin	13,79 ± 1,19
Serat kasar	41,07 ± 1,90
Abu	5,34 ± 0,39

Komposisi cangkang kemiri terdiri dari hemiselulosa 48,47 %, selulosa 27,14 %, lignin 13,79 %, serat kasar 41,07 % dan abu 5,34 %. Dengan demikian cangkang kemiri dapat dikategorikan sebagai kayu keras karena memiliki kadar hemiselulosa dan kadar lignin yang tinggi.

2.2.1 Hemiselulosa

Hemiselulosa dikategorikan sebagai heteropolisakarida yang memiliki berbagai gula terutama pentose. Pentose yang terkandung pada hemiselulosa terdiri dari berbagai jenis pentose. Salah satu komponen penyusun polimer hemiselulosa adalah asam uronat sehingga memiliki sifat asam. Hemiselulosa memiliki derajat polimerisasi yang lebih rendah, lebih mudah dibandingkan selulosa dan tidak berbentuk serat-serat yang panjang (Pertiwi, 2016).

Hemiselulosa merupakan kelompok polisakarida heterogen, dengan jumlah 15-30 % dari berat kering bahan lignoselulosa. Hemiselulosa memiliki sifat yang mudah dihidrolisis dengan asam menjadi monomer yang mengandung glukosa, mannanosa, galaktosa, xilosa dan arabinosa. Hemiselulosa meningkatkan stabilitas dinding sel karena hemiselulosa akan cenderung mengikat lembaran serta selulosa membentuk mikrofibril yang juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat (Suparjo, 2008).

2.2.2 Selulosa

Sebagian besar komponen penyusun dinding sel tanaman adalah selulosa. Dinding sel pada tanaman tingkat tinggi memiliki kandungan selulosa sebesar 35-50% dari berat kering tanaman (Lynd et al, 2002). Selulosa merupakan salah satu zat penyusun pada tanaman yang terdapat pada struktur sel. Kadar selulosa dan hemiselulosa pada tanaman pakan yang muda mencapai 40 % dari bahan kering. Apabila hijauan semakin tua maka proporsi selulosa dan hemiselulosa semakin bertambah (Tilman dkk, 1989).

2.2.3 Lignin

Salah satu komponen penyusun tumbuhan yaitu lignin, lignin akan terakumulasi pada batang tumbuhan berbentuk pohon dan semak. Fungsi lignin pada tanaman yaitu sebagai pengikat komponen lainnya sehingga pohon dapat berdiri tegak. Lignin merupakan gabungan beberapa senyawa dan mengandung karbon, hidrogen dan oksigen namun proporsi karbonnya lebih tinggi dibandingkan senyawa karbohidrat (Tilman dkk, 1989).

Lignin merupakan produk alami yang dihasilkan oleh semua tumbuhan berkayu dan merupakan ciri dari jaringan tumbuhan tingkat tinggi. Pada kayu terdapat lignin sebesar 15-40% dari berat kering kayu dengan variasi dalam kandungan lignin yang disebabkan oleh jenis spesies, kondisi pertumbuhan, dan sebagainya. Dalam perkembangan sel, lignin dimasukkan sebagai komponen terakhir di dalam dinding sel, menembus di antara fibril dan berfungsi sebagai penguat dinding sel (Pizzi, 1994).

2.3 Perlakuan Pendahuluan terhadap Biji Kemiri

Perlakuan pendahuluan merupakan tindakan awal yang berfungsi untuk mempermudah tahapan selanjutnya, dengan

adanya pelakuan pendahuluan maka akan mempersingkat waktu dan proses pemecahan kemiri sesuai dengan apa yang diharapkan. Perlakuan pendahuluan secara kimiawi yang dapat dilakukan untuk mempermudah pemecahan kemiri yaitu dengan perlakuan asam, alkali dan reagen pelarut selulosa. Dengan penggunaan larutan basa atau alkali *pretreatment* seperti penggunaan NaOH dan NaCl dapat digunakan untuk memisahkan lignin dari serat selulosa. Alkali *pretreatment* dapat meningkatkan kandungan selulosa dan efektif untuk menghilangkan lignin (Kurniaty dkk, 2017).

NaOH dan NaCl termasuk kedalam golongan alkali sehingga dapat digunakan sebagai *pretreatment* pada pemecahan kemiri. NaOH dipilih karena larutan ini cukup efektif dalam meningkatkan hasil hidrolisis dan relatif lebih murah dibandingkan dengan reagen kimia lainnya. Pengaruh alkali terhadap penghilangan lignin terutama disebabkan oleh labilnya ikatan ester antara selulosa dan kompleks lignin. NaOH dapat memutus ikatan antara selulosa dengan hemiselulosa dan lignin dan juga dapat memutuskan ikatan pada masing-masing komponen seperti ikatan hidrogen dan ikatan kovalen. Hal ini terbukti dengan perubahan kadar senyawa seperti persentase selulosa yang meningkat, sedangkan persentase hemiselulosa dan lignin menurun (Gunam dkk, 2011).

Perubahan komposisi kimia terjadi akibat dari larutan alkali yang melarutkan unsur-unsur seperti lignin, hemiselulosa dan zat ekstraktif lainnya serta meningkatkan persentase selulosa. Namun perendaman dengan larutan alkali lebih dari 2 jam tidak terlalu efektif karena semakin ulet patahan yang terjadi menyebabkan semakin rendah kekuatan serat tersebut. Peningkatan kekakuan serat dikarenakan terjadinya hidrolisis dari komponen amorf dalam serat sehingga persentase selulosa

meningkat. Hal ini dibuktikan dengan penelitian pada serat mendong yaitu dengan adanya peningkatan konsentrasi alkali dan lama perendaman yang berlebihan akan menyebabkan kekuatan serat mendong menurun karena terjadi proses delignifikasi dan penetrasi selulosa yang berlebihan sehingga menyebabkan kelemahan atau kerusakan pada serat (Witono dkk, 2013).

NaOH dapat merusak struktur lignin pada bagian amorf dan kristalin. NaOH dapat mengekstraksi hemiselulosa dengan cara memecah struktur amorf pada hemiselulosa. Sehingga penggunaan NaOH dapat sekaligus mengekstraksi selulosa dan hemiselulosa. Kadar lignin menurun dengan adanya penambahan konsentrasi NaOH. Hal ini disebabkan oleh NaOH akan mempermudah pemutusan ikatan senyawa lignin. Partikel NaOH akan masuk ke dalam bahan dan memecah struktur lignin sehingga lignin lebih mudah larut yang dapat mengakibatkan terjadinya penurunan kadar lignin (Permatasari dkk, 2014).

2.4 Perendaman

Perlakuan perendaman akan melunakkan lapisan kulit ari yang terdapat diantara daging dan tempurung kemiri. Pelunakan kulit ari akan menyebabkan terlepasnya daging biji dari tempurungnya. Terlepasnya daging kemiri dengan tempurung akan diharapkan meningkatnya persentase biji kemiri utuh (Rahmadiono dkk, 1991).

2.5 Natrium Hidroksida (NaOH)

NaOH merupakan salah satu bahan kimia yang bersifat basa kuat yang paling banyak digunakan dalam industri kimia. Natrium hidroksida (NaOH) memiliki warna putih, tidak berbau, berbentuk kristal padat pada suhu kamar. NaOH merupakan zat

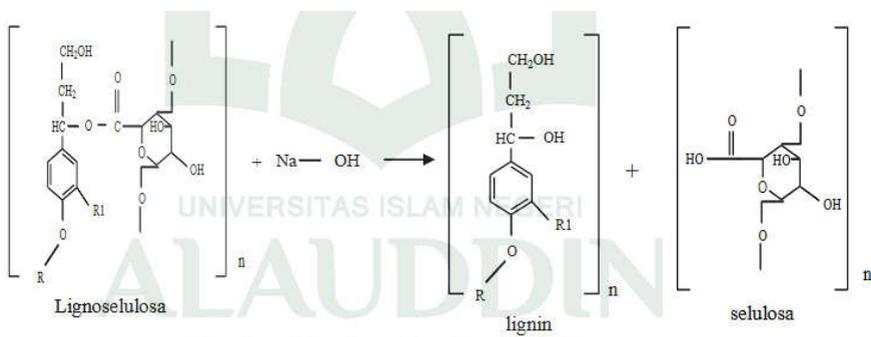
yang sangat korosif dan beracun sehingga disebut soda kaustik atau alkali (Sese, 2018). Sifat fisik NaOH terdapat pada **Tabel 2.2**

Tabel 2.2 Sifat Fisik NaOH

Sifat Fisik	
Rumus molekul	NaOH
Berat molekul	40 gr/mol
Titik didih	1390° C
Titik leleh/lebur	318° C
Bentuk	Kristal padat pada suhu kamar
Warna	Putih
Densitas	2,1 gr/cm ³
Komposisi	Na (57,5 %), O (40 %), dan H (2,5 %)

Natrium hidroksida (NaOH) dapat digunakan untuk mengontrol pH dan menetralkan asam dalam proses kimia. NaOH berfungsi untuk memisahkan serat dengan melarutkan lignin penghubung (Myers, 2007). Perlakuan perendaman NaOH pada serat alami akan meningkatkan kandungan selulosa melalui penghilangan hemiselulosa dan lignin. Hal ini ditunjukkan dengan penelitian serat mendong menurut Witono *et al*, (2013) dengan menggunakan perlakuan NaOH 2,5%, 5% dan 7% dengan waktu 2, 4, dan 6 jam. Serat mendong dengan perlakuan NaOH terjadi perubahan bentuk patahan dengan perlakuan NaOH 5% dan 2 jam perendaman menunjukkan kekuatan serat optimum, dan dengan 6 jam perendaman menunjukkan kekuatan serat terendah. Peningkatan kekuatan tarik serat mendong setelah mengalami perlakuan NaOH terjadi karena adanya peningkatan kekakuan serat yang dikarenakan terjadinya peningkatan kandungan selulosa dan berkurangnya kandungan hemiselulosa dan lignin.

Menurut Winarsih, (2016) digunakan NaOH untuk pengujian terhadap tongkol jagung dan hasil pengujian menunjukkan dengan penambahan NaOH dapat menaikkan kadar selulosa tongkol jagung dari 28,77 % menjadi 72,64 % dengan konsentrasi 1,5% NaOH. Dan juga terjadi penurunan kadar hemiselulosa mencapai 54,78 % dengan konsentrasi NaOH 1,5 % dan terjadinya penurunan kadar lignin pada tongkol jagung dari 28,97 % menjadi 4,12 % dengan menggunakan konsentrasi 1,5 %. Proses pemutusan lignin dan selulosa dengan menggunakan NaOH dapat terlihat pada **Gambar 2.2** berikut ini.



Gambar 2.2 Pemutusan Ikatan Lignin dan Selulosa

2.6 NaCl

Garam (NaCl) berbentuk kristal kubik berwarna putih dan dapat diperoleh dari bahan baku berupa air laut, batuan garam dan lautan garam alamiah. NaCl dapat diklasifikasikan berdasarkan manfaatnya, yaitu garam proanalisis, garam industri dan garam konsumsi. Garam proanalisis merupakan garam dengan pemurnian tinggi (>99%) yang digunakan sebagai reagen dalam analisis di laboratorium dan industri farmasi. Garam konsumsi dapat digunakan untuk konsumsi rumah tangga sebagai bahan peningkat rasa makanan, sebagai pengawet, penguat

warna, bahan pembentuk tekstur dan sebagai bahan pengontrol fermentasi. Garam industri digunakan dalam industri perminyakan, metalurgi, tekstil, penyamakan kulit, dan pengolahan air (Martina dan Witono, 2014).

2.7 Pengeringan Oven

Pengeringan dengan menggunakan alat mekanis (pengeringan buatan) yang menggunakan tambahan panas dan memberikan keuntungan berupa tidak bergantung pada cuaca, kapasitas pengeringan dapat disesuaikan, dan kondisi pengeringan dapat disesuaikan. Salah satu pengeringan buatan yaitu dengan menggunakan oven. Oven adalah alat untuk memanaskan, memanggang dan mengeringkan. Penggunaan oven dapat dilakukan apabila dengan kombinasi pemanas dengan *humidity* rendah dan sirkulasi udara yang cukup. Penggunaan oven hanya untuk skala kecil. Oven yang umum digunakan yaitu oven elektrik yang terdiri dari beberapa tray didalamnya dan memiliki sirkulasi udara didalamnya. Pengeringan dengan oven dapat berjalan lebih cepat dibandingkan dengan pengeringan matahari, namun kecepatan pengeringan bergantung dengan tebal bahan yang dikeringkan (Rifiani, 2017).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Daya Dan Mesin Pertanian, Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2018 sampai dengan Mei 2019.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan untuk perlakuan pengujian yaitu :

1. Oven UN 230 : Sebagai mesin pengering
2. Jangka Sorong: Sebagai alat pengukur
3. Baskom: Sebagai tempat merendam bahan
4. Sendok: Sebagai alat pengaduk
5. Penjepit: Sebagai alat untuk mengambil bahan
6. Timbangan digital: Sebagai pengukur massa bahan
7. Brasillian Test: Sebagai alat uji tekan bahan
8. MWD: Sebagai alat uji rata-rata diameter terboboti

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Biji Kemiri : Sebagai bahan perlakuan
2. NaOH: Sebagai larutan kimia (Basa)
3. NaCl: Sebagai larutan kimia
4. Air: Sebagai Pelarut

3.3 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan proses pemecahan biji kemiri sehingga hasil dari pemecahan biji kemiri didapatkan inti biji yang utuh dengan proses perendaman NaOH dan NaCl. Pustaka yang

dijadikan rujukan dalam hal ini dapat berupa jurnal ilmiah, *text book*, *e-book*, dan informasi berupa artikel yang tertera pada internet maupun surat kabar.

3.4 Metode penelitian

Penelitian yang dilaksanakan yaitu penelitian tentang proses pemecahan biji inti kemiri dengan cangkang kemiri sehingga didapatkan biji kemiri yang utuh dan terpisah antara inti kemiri dengan cangkangnya. Parameter uji yang dilakukan adalah melakukan pengukuran intersep A, B, dan C, dimana Intersep A (Panjang), Intersep B (Lebar), Intersep C (Tebal), Kebulatan, kebundaran, elipsoidal, Gaya Tekan, Kadar Air.

Pada penelitian ini menggunakan RA lengkap faktorial (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama (I) adalah bahan yang dipergunakan dalam perendaman yang terdiri dari dua jenis yaitu NaOH dan NaCl. Faktor kedua (II) adalah konsentrasi dari masing-masing bahan yang terdiri dari 4 level, masing adalah 4%, 5%, 6%, 7%. Sehingga dari faktor diatas didapatkan 8 kombinasi perlakuan yang masing masing, perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Dapat dilihat dibawah ini pada Tabel 3.1 Kombinasi dari Perlakuan pada penelitian

Tabel 3.1 Kombinasi Perlakuan

Konsentrasi Larutan Perendam	K1=	K2=	K3=	K4=
	konsentrasi 4%	konsentrasi 5%	konsentrasi 6%	konsentrasi 7%
N1 = NaOH	N1K1	N1K2	N1K3	N1K4
N2 = NaCl	N2K1	N2K2	N2K3	N2K4

Dimana :

N1K1 : perendaman dengan NaOH pada konsentrasi 4%

N1K2 : perendaman dengan NaOH pada konsentrasi 5%

N1K3 : perendaman dengan NaOH pada konsentrasi 6%

N1K4 : perendaman dengan NaOH pada konsentrasi 7%

N2K1 : perendaman dengan NaCl pada konsentrasi 4%

N2K2 : perendaman dengan NaCl pada konsentrasi 5%

N2K3 : perendaman dengan NaCl pada konsentrasi 6%

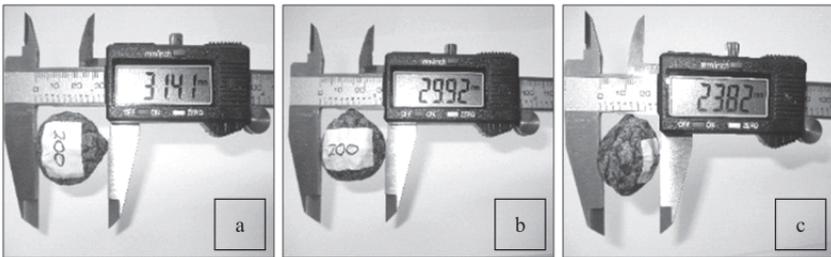
N2K4 : perendaman dengan NaCl pada konsentrasi 7%

3.5 Identifikasi Sifat Fisik Kemiri

Menurut Kashaninejad (2006), ada dua jenis kemiri yaitu kemiri jantan dan betina dengan bentuk serta dimensi yang berbeda, dimana kemiri jantan berbentuk lebih bulat dan memiliki dimensi lebih besar daripada kemiri betina yang berbentuk bulat pipih dan lebih kecil. Kemiri memiliki bentuk membulat hingga berbentuk limas dan agak gepeng dengan salah satu ujungnya meruncing. Untuk keseragaman bahan maka diambil kemiri jantan dengan yang homogen. Tempurung biji memiliki tebal sekitar 3-4 mm, berwarna coklat atau kehitaman.

3.6 Pengukuran Intersep

Menurut Delprete dan Sesana (2014) mengatakan pengukuran kemiri diukur dengan tiga dimensi utama biji kemiri yang mencakup: intersep A (panjang) adalah jarak yang diukur dari ujung pangkal (kelopak) sampai pada ujung tepi biji kemiri yang meruncing (Gambar a), intersep B (lebar) adalah diameter maksimum biji kemiri yang tegak lurus intersep A (Gambar b), dan intersep C (tebal) adalah diameter biji kemiri yang tegak lurus dengan intersep B (Gambar c). Dapat dilihat pada Gambar 3.1 cara pengukuran intersep menggunakan jangka sorong digital:



Gambar 3.1 Intersep A(a), B(b), C(c)

3.7 Pengukuran Bentuk Kebulatan

Menurut Mohsenin (1986) mengatakan bentuk bahan selalu dinyatakan dalam istilah kebulatan (*sphericity*) dan kebulatan (*roundness*). Konsep kebulatan didasarkan pada sifat isoperimetrik suatu bola, yaitu perbandingan volume bahan padat dengan volume lingkaran bola yang memiliki diameter yang sama dengan diameter bahan. Menurut Carcel *et al* (2012) kebulatan adalah perbandingan diameter rata-rata geometri dengan diameter terpanjang yang dituliskan pada persamaan 1:

$$\text{Kebulatan} = \frac{\text{diameter rata - rata geometri}}{\text{diameter terpanjang}}$$

atau

$$\text{Kebulatan} = \left[\frac{(A \times B \times C)^{\frac{1}{3}}}{A} \right] \dots\dots\dots 1)$$

Keterangan :

A = Intersep A bahan (cm)

B = Intersep B bahan (cm)

C = Intersep C bahan (cm)

3.8 Pengukuran Bentuk Kebundaran

Menurut Mohsenin (1986) kebulatan adalah ukuran ketajaman sudut suatu bahan padat. Nilai kebulatan suatu bahan berkisar antara 0 sampai 1. Jika nilai semakin mendekati 1 maka bentuk bahan akan semakin mendekati bentuk bundar. Beberapa metode telah diajukan untuk melakukan estimasi nilai kebulatan yang dapat dicari dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$\text{Kebundaran} = \left[\frac{(\text{Luas bidang dengan intersep terkecil})}{(\text{Luas bidang dengan intersep terbesar})} \right] \dots\dots 2)$$

3.9 Pengukuran Bentuk Elipsoidal

Menurut Delprete dan Sesana (2014), volume kemiri yang berbentuk elipsoidal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3:

$$V = \frac{2}{9} \pi \times A \times B \times C \dots\dots\dots 3$$

3.10 Uji Gaya Tekan

Menurut Setiowati (2014), pada uji kekuatan mekanik dapat dilakukan dengan menggunakan *Brasilliant Test*. Alat tersebut berfungsi untuk mengetahui kekuatan briket dalam menahan beban dengan tekanan tertentu.kekuatan mekanik briket dapat dihitung dengan persamaan 4:

$$Kt = \frac{P}{L} \dots\dots\dots 4)$$

Dimana $L = \sqrt[3]{36\pi x V^2} \dots\dots\dots 5)$

Keterangan:

Kt = kekuatan tekan (N/cm²)

P = beban penekan (N)

L = luas penampang (cm²)

V = volume elipsoidal (cm³)

3.11 Uji MWD (*Mean Weighted Diameter*)

Uji MWD merupakan pengujian terhadap suatu ukuran bahan yang diamati sehingga mendapatkan hasil pengukuran yang terdapat dalam bahan dengan berbagai ragam ukuran dan dari pengukuran tersebut dapat ditentukan penilaian dan penggolongan sesuai dengan bentuknya.

Fraksi	>40	40-20	20-10	10-5	5-2,5	<2,5
%ww	A	B	C	D	E	F

$$MWD = \frac{A x 60 + B x 30 + C x 15 + D x 7^{0.5} + E x \frac{33}{4} + F x 1^{0.25}}{100} \dots\dots\dots 6)$$

3.12 Uji Energi yang dibutuhkan

Uji Energi merupakan pengujian terhadap nilai suatu energi yang dibutuhkan untuk melakukan usaha sehingga dapat menentukan besaran energi yang harus dilakukan dan dapat menyeimbangkan antara kebutuhan energi dalam melakukan suatu usaha tersebut. Uji energi dapat dilihat pada persamaan 7:

$$E = m.g.h \dots\dots\dots 7)$$

Keterangan:

E = energi potensial (J)

m = massa bahan (kg)

g = gravitasi (m/s²)

h = ketinggian (m)

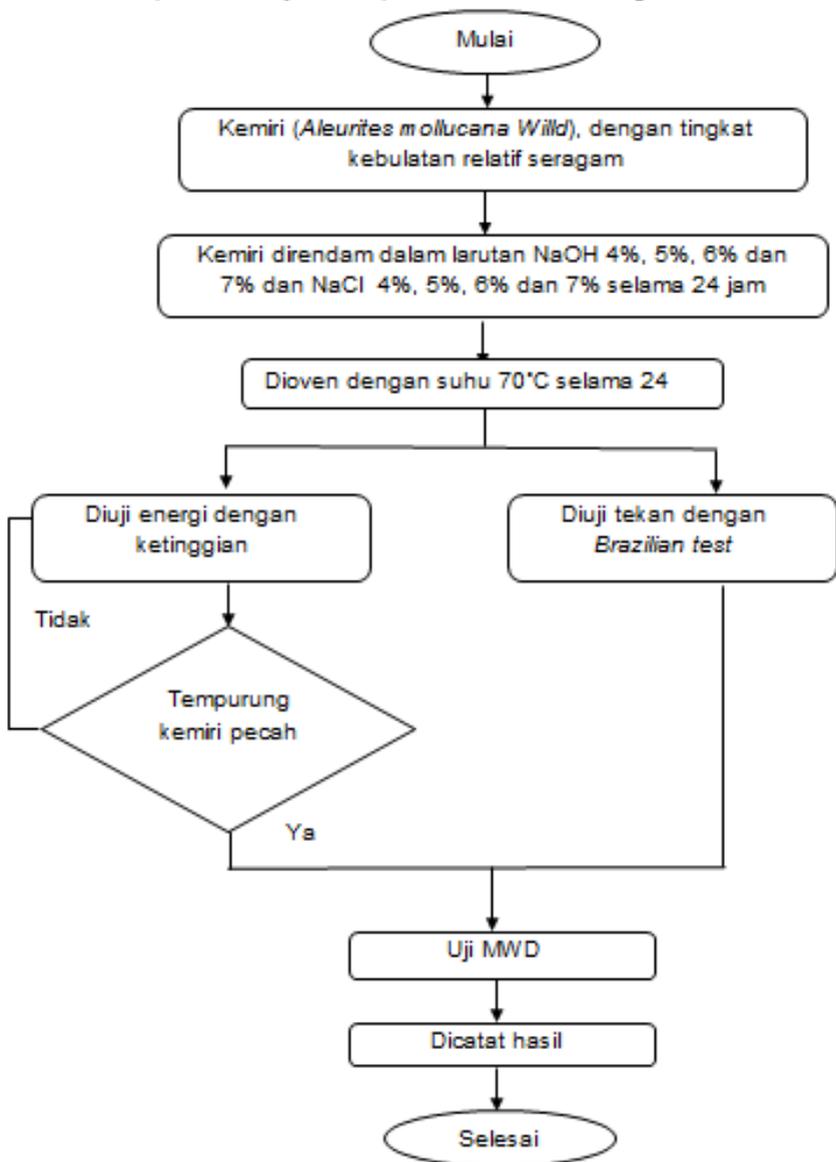
3.13 Persentasi Massa Lengket

Kemiri terdiri dari kulit atau cangkang dan daging biji, dimana kulit biji tersebut mempunyai sifat yang keras dan daging buah yang lunak serta cenderung melekat pada kulitnya sehingga sulit dikupas (Hidayat dan Mulyono, 1996). Persentase kelengketan daging biji kemiri dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kelengketan Kemiri} = \frac{\text{Massa kemiri lengket (gram)}}{\text{Massa kemiri total (gram)}} \times 100\% \text{ 9)}$$

3.14 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dijelaskan pada Gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan menyiapkan bahan penelitian yaitu kemiri (*Aleurites mollucana Willd*) dengan tingkat kebulatan seragam dan digunakan sebanyak 30 kemiri untuk setiap perlakuan. Kemudian kemiri direndam dengan menggunakan larutan NaOH dan NaCl dengan konsentrasi 4%, 5%, 6% dan 7%. Kemiri dioven dengan suhu 70°C selama 24 jam. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian yang terdiri dari dua pengujian yaitu pengujian energi dan pengujian tekan. 30 kemiri akan dibagi menjadi dua untuk melakukan pengujian yaitu sebanyak 15 kemiri diuji dengan menggunakan pengujian energi dan 15 kemiri diuji dengan menggunakan brazilian test. Pengujian energi dilakukan dengan ketinggian, kemiri akan dijatuhkan dari ketinggian 3m hingga kemiri tersebut pecah. Apabila kemiri tersebut tidak pecah maka dilakukan pegulangan untuk pengujian energi hingga kemiri tersebut pecah. Pengujian yang kedua yaitu pengujian tekan dengan menggunakan brazilian test. Hasil dari kedua pengujian tersebut kemudian dilanjutkan dengan pengujian MWD atau diameter massa terboboti. Pengujian ini dilakukan dengan 8 perlakuan dan dengan 3 kali perulangan.

3.16 Tahapan Persiapan

Pada tahapan ini dilakukan persiapan alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian dan dilakukan pengukuran biji kemiri untuk mendapatkan nilai kebulatan dan diambil biji kemiri yang nilai kebulatannya seragam sebagai bahan sampel uji.

3.17 Tahap Perlakuan Sampel

Pada tahap ini sampel uji biji kemiri diukur kebulatannya dengan mengukur intersep A, B, dan C, dimana Intersep A (Panjang), Intersep B (Lebar), Intersep C (Tebal) hal ini dilakukan

untuk mendapatkan keseragaman ukuran dari biji kemiri yang akan digunakan sebagai sampel bahan.

3.18 Tahap Perendaman NaOH

Tahap ini dilakukan untuk memberikan efek terhadap biji kemiri dengan variasi konsentrasi NaOH 4%, 5%, 6% dan 7% dan konsentrasi NaCl 4%, 5%, 6% dan 7% kemudian dicampurkan dengan air selanjutnya biji kemiri direndam selama 24 jam dan dilakukan proses pengovenan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perlakuan Awal Biji Kemiri

Kemiri (*Aleurites moluccana willd*) didapatkan dari kebun petani yang berasal dari Pasuruan yang bertempat pada kaki Gunung Arjuno di Desa Sumberejo Sengon Kecamatan Purwosari Kabupaten Pasuruan. Adapun persyaratan kemiri yang digunakan yaitu kemiri yang telah terlepas dari daging buah dan lapisan kayu kemiri sehingga hanya tersisa kemiri beserta cangkangnya. Kemiri yang didapatkan akan dibersihkan dari adanya kotoran baik berupa sisa lapisan kayu maupun tanah yang menempel. Kemudian akan dilakukan pengukuran intersep pada kemiri untuk mendapatkan nilai kebulatan dan kebundaran. Pengukuran intersep terdiri menjadi tiga yaitu intersep A, intersep B dan intersep C. Sehingga didapatkan nilai kebulatan 1,7-2,3.

4.2 MWD (*Mean Weighted Diameter*)

MWD (*Mean Weighted Diameter*) merupakan diameter rata-rata yang terboboti atau pengujian rata-rata diameter bahan. MWD didapatkan dari hasil pengukuran pada kemiri yang telah dipecahkan. Prinsip dari MWD hampir sama dengan prinsip ayakan, dimana bahan akan tersangkut apabila memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan besar lubang ayakan yang dipakai. Berikut ini merupakan hasil pengukuran MWD. Hasil analisis anova pada MWD dapat dilihat pada **Tabel 4.1** berikut.

Tabel 4.1 Hasil Analisis Varian (ANOVA) MWD

Sumber Varians	JK	DB	Rata-rata Kuadrat	F hitung	F tabel (0,05)	F tabel (0,01)
Bahan	1,33E-06	1	1,3333E-06	0,0000373	4,08	7,31
Konsentrasi	0,0187	3	0,0062	0,174	2,84	4,31
Interaksi	0,054	3	0,018	0,506	2,84	4,31
Error	1,429	40	0,036			
Total	1,592	5				

Berdasarkan hasil pada perlakuan bahan perendam $F_{hitung} < F_{0,05}$ ($0,00003 < 4,08$) dan $F_{hitung} < F_{0,01}$ ($0,00003 < 7,31$) menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh antara penggunaan bahan perendam dengan MWD. Berdasarkan hasil pada perlakuan bahan $F_{hitung} < F_{0,05}$ ($0,174 < 4,08$) dan $F_{hitung} < F_{0,01}$ ($0,174 < 7,31$) menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh antara perlakuan konsentrasi dengan MWD. Berdasarkan hasil pada interaksi $F_{hitung} < F_{0,05}$ ($0,506 < 2,84$) dan $F_{hitung} < F_{0,01}$ ($0,506 < 4,31$) menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh antara perlakuan perendaman bahan dan konsentrasi dengan MWD. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan perendam, variasi konsentrasi perendam dan interaksi antara bahan perendam dan konsentrasi tidak memiliki pengaruh dengan MWD yang dihasilkan.

MWD terbagi menjadi beberapa ukuran yang dipakai dalam penelitian ini yaitu 20 mm, 10 mm dan 5 mm. Besar MWD dipengaruhi oleh beberapa hal seperti besarnya ukuran kemiri yang telah pecah. Karena apabila kemiri yang tersangkut pada

mesh 20 mm semakin banyak maka nilai MWD akan semakin besar dan begitu pula sebaliknya apabila kemiri pecah dengan keadaan hancur baik cangkang maupun biji kemiri akan berukuran kurang dari 5 mm yang akan membuat nilai MWD semakin kecil.

4.3 Kelengketan

Kelengketan pada penelitian ini didefinisikan sebagai massa biji kemiri yang masih lengket pada cangkang kemiri. Pengukuran kelengketan kemiri dilakukan dengan memisahkan biji kemiri yang masih menempel pada cangkang kemudian dilakukan penimbangan. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan data menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf signifikan 0,05 dan 0,01 dapat diketahui hasil kelengketan pada **Lampiran 2**. Berdasarkan hasil pada perlakuan bahan $F_{hitung} > F_{0,05}$ ($7,0705 > 2,84$) dan $F_{hitung} > F_{0,01}$ ($7,0705 > 4,31$) menunjukkan bahwa adanya pengaruh antara penggunaan perlakuan variasi konsentrasi dengan kelengketan. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian BNT seperti pada **Tabel 4.2** berikut ini.

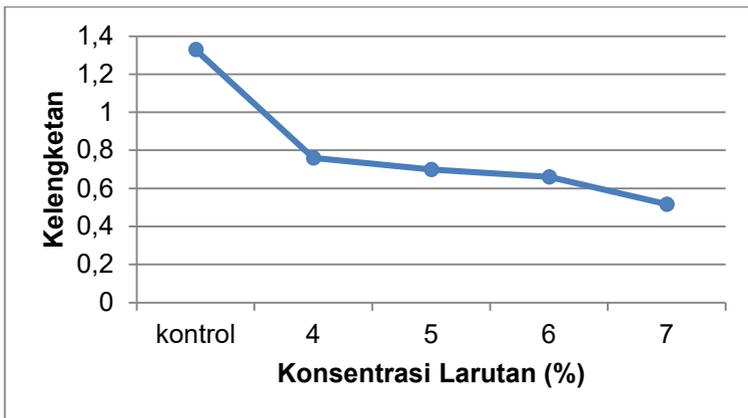
Tabel 4.2 Hasil Analisis Varian (ANOVA) Kelengketan

Konsentrasi	Total	Rata-rata	Notasi
7%	14,122	0,517	a
6%	8,383	0,660	a
5%	7,924	0,699	a
4%	6,201	1,177	b
Nilai BNT 0,4358			

Berdasarkan **Tabel 4.2** didapatkan hasil bahwa kelengketan terkecil pada konsentrasi 7% dengan nilai rata-rata sebesar 0,517 sedangkan untuk kelengketan terbesar pada konsentrasi 4% nilai rata-rata gaya tekan sebesar 1,177. Nilai rata-rata kelengketan pada konsentrasi 6% sebesar 0,660. Nilai rata-

rata kelengketan pada konsentrasi 5% sebesar 0,699. Nilai rata-rata kelengketan pada konsentrasi 7% berbeda signifikan dengan kelengketan pada konsentrasi lainnya karena memiliki notasi yang berbeda. Hal ini berarti bahwa variasi konsentrasi memiliki pengaruh terhadap kelengketan kemiri. Perlakuan konsentrasi perendam dapat membuat cangkang kemiri terpisah dari biji kemiri, sehingga didapatkan biji kemiri yang terpisah dari cangkangnya. Pada uji BNT pada **Tabel 4.2** didapatkan hasil bahwa perlakuan perendaman dengan menggunakan konsentrasi 7% merupakan perlakuan terbaik untuk kelengketan.

Hasil kelengketan yang diperoleh dengan perlakuan bahan perendam dapat dilihat pada **Gambar 4.1** berikut ini.



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Konsentrasi dengan Kelengketan

Berdasarkan **Gambar 4.1** dapat terlihat bahwa kelengketan pada kemiri kontrol merupakan titik tertinggi sebesar 1,329 kemudian mengalami penurunan yang signifikan dengan perlakuan konsentrasi. Kelengketan pada perlakuan konsentrasi 4% sebesar 0,760. Kelengketan pada perlakuan konsentrasi 5% sebesar 0,699. Kelengketan pada perlakuan konsentrasi 6% sebesar 0,660. Kelengketan pada perlakuan konsentrasi 7%

sebesar 0,517. Pada konsentrasi 7% merupakan konsentrasi dengan nilai kelengketan terendah. Berdasarkan **Gambar 4.1** dapat terlihat bahwa kelengketan terus menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi yang digunakan dalam perendaman kemiri. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penggunaan variasi konsentrasi dapat menurunkan tingkat kelengketan kemiri. Hal ini dikarenakan Natrium pada NaOH dan NaCl memiliki sifat mendispersi atau merusak komponen yang mengikat cangkang dengan biji kemiri. Pada cangkang kemiri terdapat berbagai komponen salah satunya lignin yang berfungsi untuk mengikat komponen lain seperti selulosa dan hemiselulosa. Menurut Permatasari (2014) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi alkali yang digunakan maka semakin tinggi juga kadar lignin yang terurai yang diakibatkan oleh ikatan lignin yang terurai dengan perlakuan alkali tersebut.

4.4 Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan digunakan untuk melihat kapasitas bahan dalam menahan beban. Dalam penelitian ini digunakan *brazilian test* untuk pengukuran kekuatan tekan kemiri. Pengukuran kekuatan tekan dilakukan hingga kemiri tersebut pecah. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan data menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf signifikan 0,05 dan 0,01 dapat diketahui hasil kelengketan pada **Lampiran 2**. Berdasarkan hasil pada perlakuan bahan $F_{hitung} > F_{0,05}$ ($13,94 > 4,49$) dan $F_{hitung} > F_{0,01}$ ($13,94 > 8,53$) menunjukkan bahwa adanya pengaruh antara penggunaan bahan perendam dengan kekuatan tekan. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian BNT seperti pada **Tabel 4.3** berikut ini.

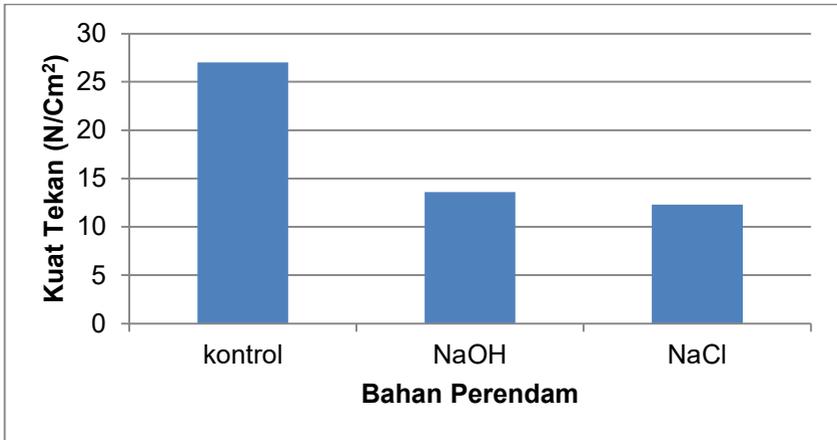
Tabel 4.3 Hasil Uji BNT Kekuatan Tekan

Bahan	Total	Rata-rata	Notasi
NaCl	147,66	12,305	a
NaOH	163,305	13,609	b
Nilai BNT 0,05 = 1,007			

*Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata

Berdasarkan **Tabel 4.3** didapatkan hasil bahwa kekuatan tekan terkecil pada bahan perendam NaCl dengan nilai rata-rata kekuatan teka sebesar 12,305 sedangkan untuk bahan perendam NaOH nilai rata-rata gaya tekan sebesar 13,609. Nilai rata-rata kekuatan tekan pada NaCl berbeda signifikan dengan kekuatan tekan pada NaOH karena memiliki notasi yang berbeda. Hal ini berarti bahwa bahan perendam memiliki pengaruh terhadap besar gaya tekan kemiri. Perlakuan bahan perendaman dapat membuat cangkang kemiri menjadi lebih mudah dipecahkan, sehingga nilai kekuatan tekan yang didapatkan lebih kecil. Pada uji BNT pada **Tabel 4.3** didapatkan hasil bahwa perlakuan perendaman dengan NaCl merupakan perlakuan terbaik untuk nilai gaya tekan.

Nilai rata-rata gaya tekan dengan perlakuan bahan perendam dapat dilihat pada **Gambar 4.2** berikut ini.



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Bahan Perendam dan Kekuatan Tekan Tekan

Berdasarkan pada **Gambar 4.2** nilai rata-rata kekuatan tekan pada kemiri kontrol sebesar 27,006 N/cm². Nilai rata-rata kekuatan tekan pada kemiri dengan perlakuan perendaman dengan larutan NaOH memiliki nilai rata-rata kekuatan tekan sebesar 13,609 N/cm². Nilai rata-rata pada kemiri dengan perlakuan perendaman dengan larutan NaCl memiliki nilai rata-rata kekuatan tekan sebesar 12,305 N/cm² merupakan nilai rata-rata kekuatan tekan terendah. Dengan demikian perlakuan bahan perendam memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai kekuatan tekan. Menurut Rakhmadiono (1991) perlakuan perendaman kemiri akan melunakan lapisan kulit ari pada lapisan antara cangkang kemiri dan inti kemiri. Hal ini akan menyebabkan terlepasnya daging biji dari tempurung kemiri, dengan terlepasnya daging kemiri maka nilai gaya tekan akan turun.

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan data menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf signifikan 0,05 dan 0,01 dapat diketahui hasil kekuatan tekan pada **Lampiran 2**. Berdasarkan hasil pada perlakuan bahan

$F_{hitung} > F_{0,05} (9,13 > 3,24)$ dan $F_{hitung} > F_{0,01} (9,13 > 5,29)$. Hal ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh interaksi antara perlakuan bahan perendam dan perlakuan variasi konsentrasi dengan besarnya kekuatan tekan. Kemudian dilanjutkan dengan uji BNT seperti **Tabel 4.4** berikut ini.

Tabel 4.4 Hasil Uji BNT Kekuatan Tekan untuk Interaksi

Kombinasi	Total	Rata-rata	Notasi
NaCl 4%	33,812	11,271	a
NaCl 6%	39,01	13,0033	b
NaOH 7%	39,107	13,036	b
NaCl 7%	39,204	13,068	b
NaOH 6%	39,713	13,238	b
NaCl 5%	40,634	13,545	b
NaOH 5%	42,235	14,078	c
NaOH 4%	42,250	14,083	c
Nilai BNT 1,007			

*Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata

Berdasarkan **Tabel 4.4** besar kekuatan tekan terkecil pada kombinasi NaCl 4% sebesar 11,271. Dan untuk kekuatan tekan terbesar pada kombinasi NaOH 4%. Dengan terjadinya notasi yang berbeda maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan kombinasi antara bahan perendam dan variasi konsentrasi memberikan pengaruh terhadap besar kekuatan tekan kemiri. Hal ini sesuai dengan pernyataan Permatasari (2014) yang menyatakan bahwa dengan penggunaan NaOH sebagai delignifikator dan dengan bertambahnya konsentrasi maka lignin yang terurai akan semakin besar. Hal ini akan menyebabkan kemiri semakin mudah untuk pecah.

4.5 Energi Potensial

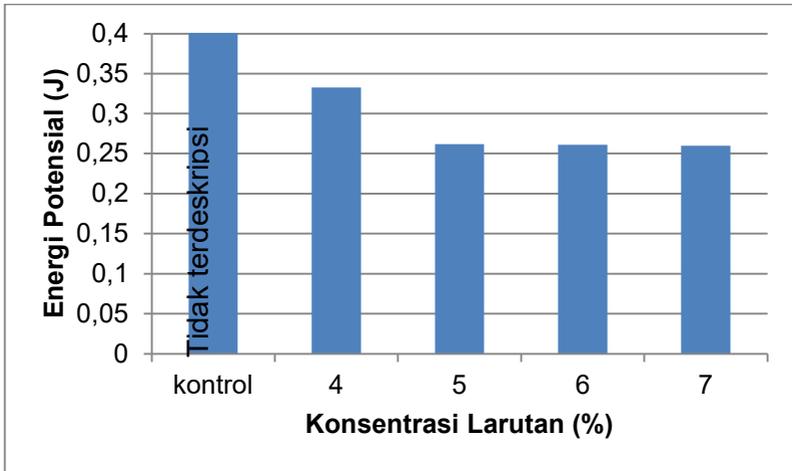
Energi Potensial merupakan energi yang mempengaruhi benda karena adanya ketinggian benda tersebut. Pada penelitian ini digunakan ketinggian 3 meter untuk memecahkan kemiri. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan data menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf signifikan 0,05 dan 0,01 dapat diketahui hasil kelengketan pada **Lampiran 2**. Berdasarkan hasil pada perlakuan bahan $F_{hitung} > F_{0,05}$ (10,3 > 3,24) dan $F_{hitung} > F_{0,01}$ (10,3 > 5,29). Hal ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh antara perlakuan variasi konsentrasi dengan besarnya energi potensial. Kemudian dilanjutkan dengan uji BNT seperti **Tabel 4.5** berikut ini.

Tabel 4.5 Hasil Uji BNT Energi Potensial untuk Konsentrasi

Konsentrasi	Total	Rata-rata	Notasi
7 %	1,559	0,260	a
6 %	1,566	0,261	a
5 %	1,572	0,262	a
4 %	1,996	0,332	b
Nilai BNT 0,065			

Berdasarkan pada **Tabel 4.5** rata-rata energi potensial terkecil pada konsentrasi 7% yaitu sebesar 0,260 J. Rata-rata energi potensial terbesar pada konsentrasi 4% yaitu sebesar 0,332 J. Untuk konsentrasi 6% rata-rata energi potensial sebesar 0,261 J. Untuk konsentrasi 5% rata-rata energi potensial sebesar 0,332 J. Pada konsentrasi 4% berbeda nyata dengan variasi konsentrasi lainnya karena memiliki notasi yang berbeda.

Nilai rata-rata energi potensial terhadap perlakuan variasi konsentrasi dapat dilihat pada **Gambar 4.3** berikut ini.



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Konsentrasi dengan Energi Potensial

Berdasarkan pada **Gambar 4.3** nilai rata-rata pada kemiri kontrol tidak dapat dideskripsi karena pada kemiri kontrol pada saat pengujian energi tidak dapat pecah. Pada konsentrasi 4% energi potensial sebesar 0,333 J. Pada konsentrasi 5% energi potensial sebesar 0,262 J. Pada konsentrasi 6% eenergi potensial sebesar 0,261 J. Pada konsentrasi 7% eenergi potensial sebesar 0,259 J. Dapat terlihat pada **Gambar 4.3** bahwa terjadi penurunan pada setiap perlakuan, namun pada perlakuan konsentrasi 5% hingga 7% penurunan terjadi tidak signifikan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh massa kemiri yang digunakan. Energi potensial pada perlakuan perendaman NaOH dan NaCl didapatkan dengan perhitungan menggunakan massa akhir. Namun pada kemiri kontrol tidak memiliki massa akhir karena tidak melewati proses pengeringan sehingga pada kemiri kontrol akan memiliki nilai energi potensial yang lebih tinggi dibandingkan dengan kemiri yang telah melalui proses pengeringan. Apabila massa kemiri tidak memiliki perbedaan yang signifikan maka energi potensial yang dihasilkan juga tidak jauh berbeda karena ketinggian dan

besar gravitasi yang digunakan adalah sama. Hal ini sesuai dengan pendapat Hidayati (2013) yang menyatakan bahwa energi potensial dipengaruhi oleh massa benda, apabila massa bendasemakin besar maka energi potensial juga semakin besar. Namun pada kemiri kontrol telah dilakukan pemecahan dengan uji energi secara berulang namun tidak menunjukkan adanya perpecahan pada kemiri sehingga nilai energi potensial pada kemiri kontrol tidak bisa terdeskripsi.

4.5 Persentase Pecah Kemiri

4.5.1 Perbandingan Hasil Pecah Kemiri

Pada penelitian ini mutu hasil pecah kemiri dikategorikan menjadi 5 golongan yaitu pecah utuh, pecah dua, pecah lengket, pecah hancur dan tidak pecah. Berikut merupakan persentase kemiri yang dapat dilihat pada **Tabel 4.6**

Tabel 4.6 Persentase Pecah Kemiri

Bahan	Kondisi	Konsentrasi			
		4%	5%	6%	7%
NaOH	Pecah utuh	17%	20%	21%	26%
	Pecah dua	30%	36%	29%	36%
	Pecah lengket	30%	30%	38%	17%
	Pecah hancur	23%	14%	12%	21%
	Tidak pecah	0%	0%	0%	0%
NaCl	Pecah utuh	17%	18%	18%	21%
	Pecah dua	26%	33%	38%	37%

Pecah lengket	38%	43%	24%	30%
Pecah hancur	19%	6%	21%	12%
Tidak pecah	0%	0%	0%	0%

Berdasarkan **Tabel 4.6** persentase pecah utuh tertinggi terdapat pada perlakuan NaOH 7% dengan persentase utuh 26%. Untuk persentase pecah utuh terendah pada perlakuan NaOH 4% yang memiliki persentase utuh sebesar 17%. Pada perlakuan bahan perendam dengan menggunakan NaCl memiliki persentase utuh tertinggi pada konsentrasi 7% sebesar 21% dan persentase utuh terendah pada konsentrasi 4% sebesar 17%.

Persentase pecah dua tertinggi terdapat pada perlakuan NaCl 6% dengan persentase pecah dua sebesar 38%. Untuk persentase pecah dua terendah pada perlakuan NaCl 4% yang memiliki persentase pecah dua sebesar 26%. Pada perlakuan bahan perendam dengan menggunakan NaOH memiliki persentase pecah dua tertinggi pada konsentrasi 5% dan 7% sebesar 36% dan persentase pecah dua terendah pada konsentrasi 6% sebesar 29%. Pada perlakuan bahan perendam dengan menggunakan NaCl memiliki persentase pecah dua tertinggi pada konsentrasi 6% sebesar 38% dan persentase pecah dua terendah pada konsentrasi 4% sebesar 26%.

Persentase pecah lengket tertinggi terdapat pada perlakuan NaCl 5% dengan persentase pecah lengket sebesar 43%. Untuk persentase pecah lengket terendah pada perlakuan NaOH 7% yang memiliki persentase pecah lengket sebesar 17%. Pada perlakuan bahan perendam dengan menggunakan NaOH memiliki persentase pecah

lengket tertinggi pada konsentrasi 6% sebesar 38% dan persentase pecah lengket terendah pada konsentrasi 7% sebesar 17%. Pada perlakuan bahan perendam dengan menggunakan NaCl memiliki persentase pecah lengket tertinggi pada konsentrasi 5% sebesar 43% dan persentase pecah lengket terendah pada konsentrasi 6% sebesar 24%.

Persentase pecah hancur tertinggi terdapat pada perlakuan NaOH 4% dengan persentase pecah hancur sebesar 23%. Untuk persentase pecah hancur terendah pada perlakuan NaCl 5% yang memiliki persentase pecah lengket sebesar 6%. Pada perlakuan bahan perendam dengan menggunakan NaOH memiliki persentase pecah hancur tertinggi pada konsentrasi 4% sebesar 23% dan persentase pecah hancur terendah pada konsentrasi 6% sebesar 12%. Pada perlakuan bahan perendam dengan menggunakan NaCl memiliki persentase pecah hancur tertinggi pada konsentrasi 6% sebesar 20% dan persentase pecah hancur terendah pada konsentrasi 5% sebesar 6%. Dan untuk kategori tidak pecah semua perlakuan 0% yang berarti tidak ada kemiri yang tidak pecah.

Hasil yang telah didapatkan dibandingkan dengan kontrol yang tidak diberikan perlakuan bahan perendam dan konsentrasi. Persentase kontrol dapat dilihat pada **Tabel 4.7** dibawah ini.

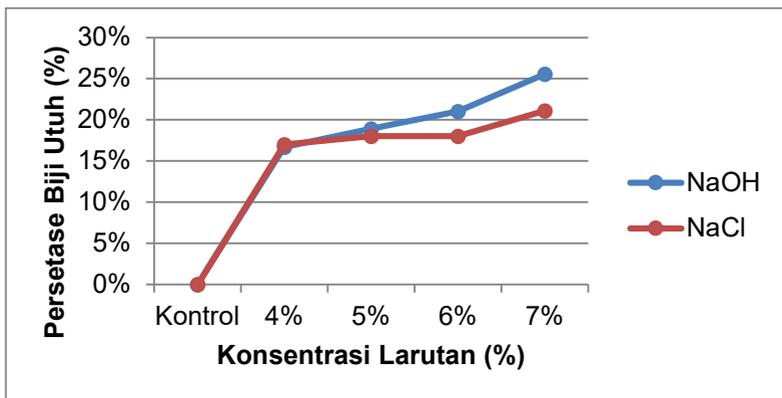
Tabel 4.7 Persentase Pecah Kontrol

Kondisi	Jumlah	Persentase
Pecah utuh	0	0%
Pecah dua	0	0%
Pecah lengket	24	27%
Pecah hancur	21	23%

Tidak pecah	45	50%
-------------	----	-----

Berdasarkan **Tabel 4.7** nilai persentase tertinggi pada kondisi tidak pecah sebesar 50%. Untuk pecah lengket sebesar 27%, pecah hancur sebesar 23% dan untuk pecah utuh dan pecah dua mempunyai nilai persentase 0% yang berarti tidak ada kemiri yang pecah utuh maupun pecah dua. Dapat disimpulkan bahwa kemiri yang tidak diberikan perlakuan bahan perendam dan konsentrasi tidak ada yang dapat dikategorikan sebagai pecah utuh.

Hasil persentase hasil pecah dengan perlakuan bahan perendam dan konsentrasi dapat dilihat pada **Gambar 4.4** dibawah ini.



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Bahan Perendam dan Konsentrasi terhadap Persentase Pecah Utuh

Nilai persentase utuh didapatkan dari rata-rata 6 perulangan disetiap perlakuan kombinasi bahan perendam dengan konsentrasi. Sehingga didapatkan grafik hubungan bahan perendam dan konsentrasi terhadap persentase pecah utuh pada **Gambar 4.4**. Berdasarkan **Gambar 4.4** didapatkan hasil bahwa persentase pecah utuh tertinggi terdapat pada perlakuan NaOH 7% dengan persentase utuh 26%. Untuk

persentase pecah utuh terendah pada perlakuan NaOH 4% yang memiliki persentase utuh sebesar 17%. Pada perlakuan bahan perendam dengan menggunakan NaOH memiliki persentase utuh tertinggi pada konsentrasi 7% sebesar 26% dan persentase utuh terendah pada konsentrasi 4% sebesar 17%. Pada perlakuan bahan perendam dengan menggunakan NaCl memiliki persentase utuh tertinggi pada konsentrasi 7% sebesar 21% dan persentase utuh terendah pada konsentrasi 4% sebesar 17%.

Berdasarkan **Gambar 4.4** dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar konsentrasi yang digunakan akan menghasilkan mutu kemiri terbaik yaitu pecah utuh. Dalam penelitian ini persentase utuh tertinggi pada bahan perendam NaOH dengan konsentrasi 7%.

4.5.2 Perbandingan Pecah Utuh Uji *Brazilian Test* dan Uji Energi Potensial

Pemecahan pada penelitian ini dilakukan dengan 2 metode yaitu dengan uji tekan menggunakan *Brazilian Test* dan dengan uji energi potensial dengan penjatuhan dengan ketinggian 3 meter. Perbandingan persentase pecah utuh dapat dilihat pada **Tabel 4.8** dibawah ini.

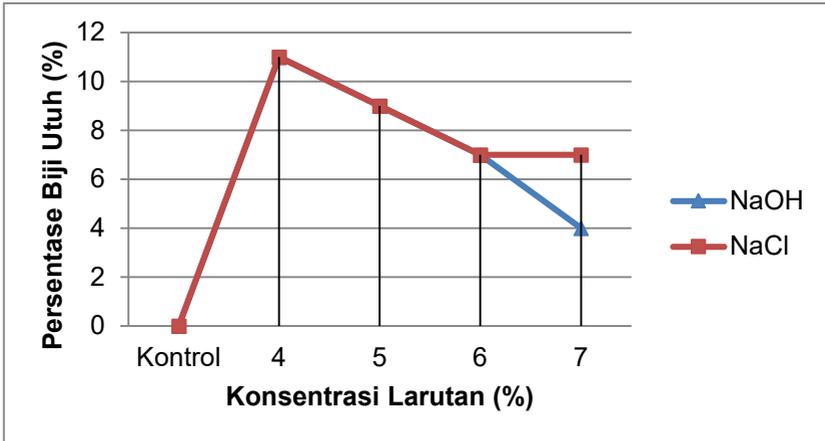
Tabel 4.8 Persentase Biji Utuh Hasil Pemecahan *Brazilian Test* dan Uji Energi Potensial

Perlakuan	<i>Brazilian Test</i>	Energi Potensial
Kontrol	0%	0%
NaOH 4%	11%	33%
NaOH 5%	9%	29%
NaOH 6%	7%	36%
NaOH 7%	4%	47%
NaCl 4%	11%	22%

NaCl 5%	9%	27%
NaCl 6%	7%	27%
NaCl 7%	7%	36%

Berdasarkan **Tabel 4.8** jumlah kemiri pecah utuh tertinggi pada brazilian test pada NaOH 4% dan NaCl 4% sebesar 11%. Sedangkan jumlah kemiri pecah utuh terendah pada brazilian test pada perlakuan NaOH 7% sebesar 4%. Dan untuk jumlah kemiri utuh pada energi potensial tertinggi pada perlakuan NaOH 7% sebesar 47% dan persentase kemiri utuh terendah pada perlakuan NaCl 4% sebesar 22%. Dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode pemecahan dengan uji energi potensial (penjatuhan) memiliki tingkat keutuhan yang lebih baik dibandingkan dengan *brazilian test*. Tujuan utama digunakannya *brazilian test* sebagai uji pemecahan untuk mengetahui kemampuan kemiri dalam menahan tekanan yang dibebankan. Sehingga dengan menggunakan *brazilian test* memungkinkan terjadinya persentase kemiri utuh yang rendah. Sedangkan tujuan utama dari penggunaan uji energi potensial dengan penjatuhan yaitu untuk melihat keutuhan dari kemiri tersebut. Karena dengan penjatuhan maka kemiri akan berbenturan dengan alas, alas yang digunakan pada penelitian ini adalah lantai semen. Namun dengan metode energi potensial tidak menutup kemungkinan terjadinya pecah dua, pecah lengket maupun pecah hancur yang biasanya disebabkan oleh tingkat kadar air pada kemiri karena apabila kadar air kemiri tinggi maka akan meningkatkan kemungkinan kemiri lengket. Dan apabila kadar air kemiri terlalu rendah akan meningkatkan kemungkinan kemiri akan hancur.

Hasil Persentase biji utuh dengan menggunakan metode brazilian test dapat dilihat pada **Gambar 4.5** dibawah ini.

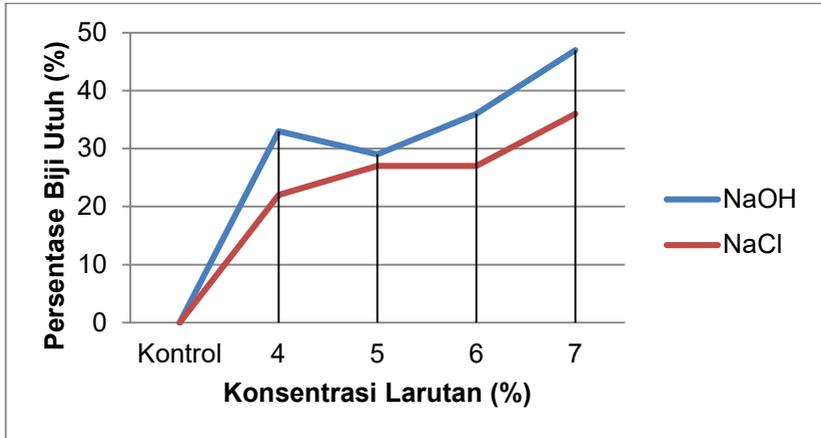


Gambar 4.5 Grafik Hubungan Persentase Biji Utuh dengan Bahan Perendam dengan Metode Brazilian Test

Berdasarkan **Gambar 4.5** dapat terlihat bahwa pada kemiri kontrol besar persentase biji utuh 0% yang berarti bahwa tidak ada kemiri yang pecah secara utuh. Selanjutnya grafik mengalami peningkatan dengan perendaman NaOH 4% sebesar 11%. Grafik menunjukkan penurunan hingga penggunaan bahan perendam NaCl 7%. Namun dapat terlihat bahwa persentase biji utuh terbanyak pada bahan perendam NaCl 4% dan NaOH 4%. Hal ini dapat terjadi karena pada saat pemecahan kemiri dengan perendam NaCl 4% dan NaOH 4% dilakukan sesaat setelah kemiri dikeluarkan dari oven. Dalam artian bahwa kemiri dipecahkan dalam keadaan suhu tinggi sehingga mudah pecah, berbeda dengan pemecahan kemiri pada bahan perendam NaOH 7% dan NaCl 7% keadaan kemiri sudah menyesuaikan dengan suhu lingkungan sehingga dapat meningkatkan kemungkinan

kemiri yang lengket yang berarti bahwa kemiri tidak pecah utuh.

Hasil Persentase biji utuh dengan menggunakan metode energi potensial dengan dijatuhkan dari ketinggian dapat dilihat pada **Gambar 4.6** dibawah ini.



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Persentase Biji Utuh dengan Bahan Perendam dengan Metode Energi Potensial

Berdasarkan **Gambar 4.6** dapat terlihat bahwa pada kemiri kontrol besar persentase biji utuh 0% yang berarti bahwa tidak ada kemiri yang pecah secara utuh. Selanjutnya grafik mengalami peningkatan dengan perendaman NaCl 4% sebesar 22%. Grafik menunjukkan peningkatan hingga penggunaan bahan perendam NaOH 7%%. Namun dapat terlihat bahwa persentase biji utuh terbanyak pada bahan perendam NaCl 7% sebesar 36% dan NaOH 7% sebesar 47%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan bahan perendam NaOH memiliki persentase biji utuh lebih baik dari pada NaCl. Dan dengan menggunakan konsentrasi larutan yang tinggi dapat meningkatkan persentase biji utuh kemiri.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data dan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perendaman dengan menggunakan NaOH dan NaCl berpengaruh sangat nyata terhadap kekuatan tekan. Namun dengan perendaman kemiri menggunakan NaOH dan NaCl memiliki pengaruh terhadap MWD, kelengketan dan energi potensial yang ditunjukkan pada grafik dengan perbandingan kemiri kontrol. Variasi konsentrasi berpengaruh sangat nyata terhadap kelengketan dan energi potensial. Kombinasi penggunaan bahan perendam NaOH dan NaCl dengan variasi konsentrasi berpengaruh nyata pada kekuatan tekan.
2. Persentase keutuhan kemiri tertinggi dengan perendaman NaOH 7% sebesar 26% dan NaCl 7% sebesar 21%. Keutuhan kemiri tertinggi dengan metode pemecahan brazilian pada NaOH 4% sebesar 11% dan pada NaCl 4% sebesar 11%. Keutuhan kemiri tertinggi dengan metode pemecahan penjatuhan dengan ketinggian pada NaOH 7% sebesar 47% dan NaCl 7% sebesar 36%. Dengan demikian perlakuan perendaman NaOH memiliki persentase keutuhan yang lebih tinggi dan metode penjatuhan ketinggian memiliki persentase keutuhan yang lebih tinggi.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penggunaan NaOH dalam perendaman kemiri untuk keamanan pangan
2. Bisa diperbesar konsentrasi larutan yang digunakan dalam perendaman
3. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai acuan untuk desain perancangan mesin pemecah kemiri

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2017. **Statistik Pertanian 2017 Agricultural Statistics**. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Jakarta. Hal 209
- Barani, A. M. 2006. **Pedoman Budidaya Kemiri (Aleurites moluccana Willd)**. Direktorat Jenderal Perkebunan Pertanian. Jakarta. Hal 1-6
- Carcel, L. M., J. Bon, L. Acuna, I. Nevares, M. Alamo, R. Crespo. 2012. **Moisture dependence on mechanical properties of pine nuts from pinus pinea L**. Journal of Food Engineering. 110: 294- 297
- Darmawan, S., R. Kurniadi. 2007. **Studi Pengusahaan Kemiri di Flores NTT dan Lombok NTB**. Info Sosial Ekonomi Vol.7 (2) Juni 2007: 117-129
- Dali, J dan Ginting, A. N. 1981. **Cara Penanaman Kemiri**. Laporan Lembaga Penelitian Bogor. Bogor
- Delprete, C., R. Sesana. 2014. **Mechanical characterization of kernel and shell of hazelnut: Proposal of an experimental procedure**. Journal of Food Engineering. 124: 28-34
- Esse, Indo. 2018. **Pemanfaatan Lignin Hasil Delignifikasi Ampas Tebu Sebagai Perekat Lignin Resornisol Formaldehida (LRF)**. Makassar : UIN Alauddin Makassar
- Gunam, B. W. I., Wartini, N. M., Anggraeni, A. A. M. D., Suparyana, P. M. 2011. **Delignifikasi Ampas Tebu dengan Larutan Natrium Hidroksida Sebelum Proses**

Sakaraifikasi Secara Enzimatis Menggunakan Enzim Selulase Kasar dari *Aspergillus Niger* FNU 6018. Denpasar. Universitas Udayana. Jurnal Teknologi Indonesia Vol 34, Edisi Khusus 2011

Hidayat, T., E. Mulyono. 1996. **Teknologi Pengolahan Kemiri dan Peluang Pengembangan-nya di Sumatera Barat . Pros. Seminar dan Temu lapang Teknologi Konservasi Air Berwawasan Agribisnis pada Ekosistim: Sumatera Barat**

Hidayati, T. 2013. **Pengembangan Tes Diagnostik untuk Mengidentifikasi Keterampilan Proses Sains dengan Tema Energi pada Pembelajaran IPA Terpadu.** Universitas Negeri Semarang. Semarang

Kashaninejad, M., A. Mortazavi, A. Safekordi, L.G. Tabil. 2006. **Some physical properties of pistachio (*Pistacia vera* L.) nut and its kernel.** Journal of Food Engineering. 72: 30-38

Martina, A dan Witono, JR. 2014. **Pemurnian Garam dengan Metode Hidroekstraksi Batch.** Universitas Katolik Parahyangan. Bandung. Hal 4

Mohsenin, N. N. 1986. **Physical properties of plant and animal materials.** Structure, physical characteristics and mechanical properties. 2nd Revised and Updated Ed. Gordon and Breach Science Publishers. New York

Myers, R. L. (2007). **The 100 Most Important Chemical Compounds.** London: Greenwood Press

Permatasari, H. R., Gulo, F., Lesmini. B. 2014. **Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ dan NaOH terhadap Delignifikasi**

- Serbuk Bambu (*Gigantochloa apus*).** Palembang. Universitas Sriwijaya. Hal 138-139
- Pertiwi, N. 2016. **Kandungan Lignin, Selulosa, Hemiselulosa dan Tanin Limbah Kulit Kopi yang Difermentasi Menggunakan Jamur *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride*.** Universitas Hasanuddin. Makassar. Hal 21
- Pizzi, A. 1994. ***Advance Wood Adhesives Technology.*** Marcel Dekker, Inc. New York
- Rachmawan, O. 2001. **Pengeringan, Pendinginan dan Pengemasan Komoditas Pertanian.** Departemen Pendidikan Nasional. Bandung. Hal 1
- Rahmadiono, S. I. 1991. **Pengembangan Model Mesin Pengupas Buah Kemiri (*Aleurites moluccana Willd*).** Universitas Brawijaya. Malang
- Rifiani, A. H. 2017. **Pengaruh Suhu dan Ketebalan terhadap Kadar Air dan Laju Pengeringan Labu Kuning (*Cucurbita moschata*) dengan pengering Oven Elektrik.** Universitas Diponegoro. Semarang. Hal 4-5
- Salindeho, N. 2017. **Asap Cair Hasil Pirolisis Cangkang Pala dan Cangkang Kemiri.** Unstrat Press. Manado. Hal 53
- Sese, N. M. 2018. **Pengaruh Konsetrasi Aktivator NaOH pada Proses Aktivasi Kimia terhadap Kualitas Karbon Aktif dari Kulit Singkong.** *Politeknik Negeri Samarinda. Samarinda. Hal 9-10*
- Setiowati. R. M.Triono. 2014. **Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan dan Komposisi Bahan Terhadap Sifat**

- Fisis Briket Arang.** Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maliki Malang. Jurnal Neutrino Vol. 7, No. 1
- Sinaga, R. D. Wulandari. 2016. **Karakteristik Fisik dan Mekanik Kemiri (*Aleurites moluccana Wild.*).** Institut Pertanian Bogor. Bogor. Vol. 4, No 1
- Suparjo. 2008. **Degradasi Komponen Lignoselulosa oleh Kapang Pelapuk Putih. Jajo 66.** Wordpress.com. 2000. Analisis Secara Kimiawi. Fakultas Peternakan. Jambi
- Suprpti, 2003. **Teknologi Pengolahan Pangan.** Kanisius. Yogyakarta
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksahadiprodjo, S. Prawirokusumo dan S. Lebdosoekojo.. 1989. **Ilmu Makanan Ternak Dasar.** Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Winarsih, S. 2016. **Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Lama Pemaparan Microwave terhadap Kandungan Selulosa, Hemiselulosa dan Lignin Tongkol Jagung.** Universitas Muhammadiyah Malang. Malang
- Witono, Kris *et al.* 2013. **Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) terhadap Morfoologi dan Kekuatan Tarik Serat Mendong.** Universitas Brawijaya. Malang. Jurnal Rekayasa Mesin Vol 4 .

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Penelitian

1. Data Hasil Pemecahan dengan Brazilian dan Energi

NaOH 4% Brazilian

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm ³)	Luas (cm ²)	Brazilian test (kgf)	Kekuatan tekan (N/cm ²)
1	9.98	8.973	2.999	2.639	2.241	1.972	0.749	12.391	25.87	39.933	15.182
2	10.047	8.88	3.031	2.664	2.216	1.969	0.732	12.517	26.03	35.133	13.262
3	10.247	8.933	2.996	2.676	2.237	1.998	0.748	12.556	26.08	36.733	13.791
Rata	10.091	8.929	3.009	2.66	2.231	1.98	0.743	12.488	25.99	37.266	14.078

NaOH 4% Energi

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm ³)	Luas (cm ²)	Brazilian test (kgf)
1	10.033	8.800	3.031	2.666	2.224	1.979	0.734	12.576	26.116	0.335
2	10.567	9.240	3.042	2.707	2.277	2.057	0.749	13.159	26.892	0.372
3	10.507	9.473	3.087	2.718	2.299	2.083	0.747	13.462	27.341	0.279
Rata	10.369	9.171	3.054	2.697	2.267	2.040	0.743	13.065	26.783	0.329

NaOH 5% Brazilian

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm ³)	Luas (cm ²)	Brazilian test (kgf)	Kekuatan tekan (N/cm ²)
1	9.440	8.487	2.874	2.590	2.164	1.868	0.754	11.269	24.269	31.800	12.930
2	9.673	8.700	2.941	2.609	2.152	1.873	0.733	11.535	24.662	32.267	12.849
3	9.373	8.380	2.891	2.616	2.212	1.929	0.767	11.692	24.883	33.733	13.328
Rata	9.496	8.522	2.902	2.605	2.176	1.890	0.751	11.499	24.604	32.600	13.035

NaOH 5% Energi

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm ³)	Luas (cm ³)	Uji energi (J)
1	9.133	8.187	2.852	2.624	2.148	1.880	0.754	11.224	24.226	0.241
2	10.160	9.107	2.986	2.657	2.275	2.016	0.764	12.627	26.180	0.268
3	10.507	9.473	3.087	2.718	2.299	2.083	0.747	13.462	27.341	0.279
Rata	9.933	8.922	2.975	2.666	2.241	1.993	0.755	12.437	25.916	0.262

NaOH 6% Brazilian

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm ³)	Luas (cm ²)	Brazilian test (kgf)	Kekuatan tekan (N/cm ²)
1	9.573	8.313	2.829	2.550	2.113	1.795	0.749	10.637	23.367	35.067	14.746
2	9.987	8.727	2.952	2.524	2.137	1.798	0.725	11.130	24.076	34.000	13.881
3	10.093	9.033	2.974	2.596	2.174	1.883	0.732	11.745	24.947	34.333	13.623
Rata	9.884	8.691	2.918	2.557	2.141	1.825	0.736	11.171	24.130	34.467	14.083

NaOH 6% Energi

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm ³)	Luas (cm ³)	Uji energi (J)
1	9.600	8.673	2.929	2.599	2.171	1.880	0.742	11.542	24.671	0.255
2	9.647	8.720	2.938	2.618	2.157	1.883	0.735	11.595	24.745	0.256
3	10.046	8.977	2.998	2.667	2.236	1.989	0.747	12.515	26.021	0.287
Rata	9.764	8.790	2.955	2.628	2.188	1.918	0.742	11.884	25.145	0.266

NaOH 7% Brazilian

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm ³)	Luas (cm ³)	Uji energi (J)
1	9.907	8.891	2.975	2.653	2.220	1.965	0.748	12.261	25.670	0.271
2	9.855	8.860	2.966	2.648	2.215	1.956	0.748	12.172	25.546	0.265
3	9.855	8.860	2.966	2.648	2.215	1.956	0.748	12.172	25.546	0.265
Rata	9.872	8.870	2.969	2.650	2.217	1.959	0.748	12.201	25.587	0.267

NaOH 7% Energi

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm ³)	Luas (cm ²)	Brazilian test (kgf)	Kekuatan tekan (N/cm ²)
1	9.420	8.167	2.829	2.550	2.113	1.795	0.749	10.637	23.367	32.400	13.560
2	10.093	8.760	2.952	2.524	2.137	1.798	0.725	11.130	24.076	31.600	12.920
3	10.340	9.007	2.974	2.596	2.174	1.883	0.732	11.745	24.947	33.533	13.233
Rata	9.951	8.644	2.918	2.557	2.141	1.825	0.736	11.171	24.130	32.511	13.238

NaCl 4% Brazilian

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm ³)	Luas (cm ²)	Brazilian test (kgf)	Kekuatan tekan (N/cm ²)
1	10.653	9.200	3.095	2.699	2.312	2.080	0.748	13.494	27.379	30.533	11.010
2	9.913	8.873	3.002	2.626	2.230	1.954	0.744	12.285	25.722	28.267	10.776
3	10.447	9.353	3.058	2.716	2.268	2.055	0.743	13.188	26.945	33.067	12.026
Rata	10.338	9.142	3.052	2.680	2.270	2.030	0.745	12.989	26.682	30.622	11.271

NaCl 4% Energi

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm ³)	Luas (cm ²)	Energi (J)
1	10.393	9.253	3.077	2.746	2.257	2.066	0.735	13.327	27.147	0.373
2	10.060	9.000	3.007	2.681	2.230	1.994	0.744	12.591	26.121	0.373
3	10.367	9.280	3.031	2.721	2.220	2.016	0.734	12.818	26.444	0.373
Rata	10.273	9.178	3.039	2.716	2.236	2.025	0.738	12.912	26.570	0.373

NaCl 5% Brazilian

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm3)	Luas (cm2)	Brazilian test (kgf)	Kekuatan tekan (N/cm2)
1	10.213	9.200	2.956	2.551	2.138	1.824	0.724	11.357	24.339	33.933	13.689
2	10.460	9.407	2.940	2.570	2.133	1.830	0.726	11.294	24.288	33.733	13.689
3	10.660	9.447	2.952	2.582	2.215	1.912	0.750	11.878	25.092	33.467	13.256
Rata	10.444	9.351	2.949	2.568	2.162	1.855	0.733	11.509	24.573	33.711	13.545

NaCl 5% Energi

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm3)	Luas (cm2)	Energi (J)
1	10.180	9.180	2.899	2.579	2.172	1.870	0.751	11.426	24.447	0.373
2	10.087	8.907	2.911	2.514	2.130	1.789	0.734	10.957	23.772	0.373
3	10.213	9.160	2.915	2.565	2.157	1.849	0.741	11.324	24.319	0.373
Rata	10.160	9.082	2.908	2.553	2.153	1.836	0.742	11.235	24.179	0.373

NaCl 6% Brazilian

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm ³)	Luas (cm ²)	Brazilian test (kgf)	Kekuatan tekan (N/cm ²)
1	9.887	8.993	3.010	2.687	2.239	2.006	0.745	12.673	26.239	35.000	13.176
2	10.513	9.553	3.082	2.718	2.320	2.105	0.754	13.597	27.505	35.333	12.570
3	10.027	9.160	3.041	2.684	2.280	2.041	0.751	13.006	26.718	36.200	13.264
Rata	10.142	9.236	3.045	2.696	2.280	2.050	0.750	13.092	26.821	35.511	13.003

NaCl 6% Energi

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm ³)	Luas (cm ²)	Energi (J)
1	10.217	9.130	2.973	2.634	2.195	1.931	0.740	12.074	25.375	0.373
2	10.217	9.130	2.973	2.634	2.195	1.931	0.740	12.074	25.375	0.373
3	10.197	9.116	2.962	2.622	2.188	1.916	0.740	11.935	25.178	0.373
Rata	10.210	9.125	2.970	2.630	2.192	1.926	0.740	12.027	25.309	0.373

NaCl 7% Brazilian

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm ³)	Luas (cm ²)	Brazilian test (kgf)	Kekuatan tekan (N/cm ²)
1	10.120	9.193	3.054	2.654	2.217	1.963	0.727	12.579	26.109	36.600	13.888
2	9.940	9.140	2.984	2.664	2.247	1.996	0.753	12.502	26.007	32.400	12.413
3	9.740	8.713	2.919	2.646	2.242	1.978	0.771	12.095	25.444	33.400	12.903
Rata	9.933	9.016	2.985	2.654	2.235	1.979	0.751	12.392	25.853	34.133	13.068

NaCl 7% Energi

Ulangan	M Awal (gr)	M Akhir (gr)	Intersep A (cm)	Intersep B (cm)	Intersep C (cm)	Kebulatan	kebundaran	Volume (cm ³)	Luas (cm ²)	Energi (J)
1	10.313	9.353	3.072	2.652	2.229	1.972	0.726	12.713	26.300	0.373
2	9.487	8.873	2.891	2.648	2.205	1.949	0.764	11.801	25.032	0.373
3	9.127	8.533	3.031	2.821	2.339	2.225	0.772	14.355	28.266	0.373
Rata	9.642	8.920	2.998	2.707	2.258	2.049	0.754	12.956	26.533	0.373

2. MWD

NaOH 4% Brazilian

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
1	0.277	1.864	7.075	0.197	0.483
2	0.873	2.006	6.842	0.301	0.507
3	0.986	1.589	7.219	0.455	0.467
Rata	0.712	1.820	7.046	0.318	0.486

NaOH 4% Energi

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
1	0.523	4.281	4.827	0.135	0.781
2	0.909	5.044	4.229	0.213	0.886
3	0.715	4.830	4.893	0.127	0.864
Rata	0.716	4.718	4.650	0.159	0.844

NaOH 5% Brazilian

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
1	0.769	1.721	6.298	0.265	0.447
2	0.705	2.411	6.063	0.305	0.547
3	0.752	1.883	6.529	0.261	0.477
Rata	0.742	2.005	6.296	0.277	0.490

NaOH 5% Energi

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
1	1.165	3.528	4.317	0.095	0.651
2	0.371	5.107	4.056	0.033	0.876
3	0.430	3.970	4.941	0.121	0.829
Rata	0.655	4.202	4.438	0.083	0.785

NaOH 6% Brazilian

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
1	0.881	1.341	6.701	0.496	0.419
2	1.399	2.705	5.791	0.641	0.612
3	1.219	2.134	6.662	0.459	0.534
Rata	1.166	2.060	6.385	0.532	0.522

NaOH6% Energi

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
1	0.864	6.265	3.305	0.205	1.044
2	0.300	4.735	4.371	0.105	0.835
3	0.231	7.041	2.182	0.221	1.132
Rata	0.465	6.014	3.286	0.177	1.004

NaOH 7% Brazilian

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
----------------	--------------------	----------------	----------------	---------------	------------

1	0.772	1.302	6.605	0.504	0.412
2	0.627	0.930	7.159	0.643	0.382
3	0.683	1.266	7.424	0.453	0.424
Rata	0.694	1.166	7.063	0.534	0.406

NaOH 7% Energi

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
1	0.251	4.335	3.993	0.407	0.789
2	0.372	5.486	3.026	0.347	0.932
3	0.315	5.497	3.581	0.272	0.942
Rata	0.312	5.106	3.533	0.342	0.888

NaCl 4% Brazilian

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
1	1.201	1.729	7.142	0.429	0.484

2	0.924	1.835	6.643	0.380	0.482
3	0.807	2.212	6.870	0.486	0.554
Rata	0.977	1.926	6.885	0.432	0.507

NaCl 4% Energi

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
1	0.679	4.936	4.116667	0.326667	0.876
2	0.481	4.195	4.842	0.153	0.770
3	0.747	4.197	4.849	0.381	0.789
Rata	0.636	4.443	4.602	0.287	0.812

NaCl 5% Brazilian

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
1	0.246	1.729	7.213	0.265	0.472

2	0.949	1.737	7.427	0.360	0.487
3	0.963	3.339	5.792	0.469	0.693
Rata	0.720	2.268	6.811	0.364	0.550

NaCl 5% Energi

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
1	0.645	4.165	4.675	0.545	0.793
2	0.997	3.945	4.628	0.441	0.751
3	0.391	3.425	5.274	0.501	0.695
Rata	0.678	3.845	4.859	0.496	0.746

NaOH 6% Brazilian

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
1	0.797	2.220	6.999	0.295	0.543

2	1.327	2.717	6.625	0.385	0.615
3	0.324	1.746	7.322	0.275	0.478
Rata	0.816	2.228	6.982	0.318	0.545

NaCl 6% Energi

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
1	0.108	4.102	4.701	0.120	0.750
2	0.229	3.672	5.305	0.226	0.710
3	0.245	4.223	5.091	0.087	0.775
Rata	0.194	3.999	5.032	0.144	0.745

NaCl 7% Brazilian

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
---------	-------------	---------	---------	--------	-----

1	0.405	1.427	7.688	0.249	0.438
2	0.722	2.109	6.662	0.446	0.529
3	0.605	2.578	5.765	0.473	0.578
Rata	0.577	2.038	6.705	0.390	0.515

NaCl 7% Energi

Ulangan	Kelengketan	Mesh 20	Mesh 10	Mesh 5	MWD
1	0.567	4.391	4.650	0.260	0.803
2	0.547	4.041	4.857	0.183	0.750
3	0.335	4.607	4.139	0.146	0.813
Rata	0.483	4.346	4.549	0.196	0.788

3. Kontrol

Kontrol Brazilian

Ulangan	M awal	Intersep A	Intersep B	Intersep C	Tekanan	Kebulatan	Kebundaran	Volume	MWD	Kekuatan Tekan	Lengket
1	8.631	2.779	2.497	2.171	62.733	1.806	0.782	10.501	0.982	26.546	1.275
2	8.359	2.837	2.483	2.182	63.200	1.807	0.770	10.734	0.995	26.334	1.424
3	8.861	2.843	2.475	2.163	67.067	1.786	0.761	10.621	1.049	28.137	1.289
Rata	8.617	2.820	2.485	2.172	64.333	1.800	0.771	10.619	1.008	27.006	1.329

Kontrol Energi

Ulangan	M awal	Intersep A	Intersep B	Intersep C	Kebulatan	Kebundaran	Volume	MWD	Kekuatan Tekan
1	8.685	2.839	2.491	2.175	1.806	0.765	10.727	1.737	0.255
2	8.709	2.840	2.487	2.183	1.807	0.771	10.755	1.742	0.256
3	8.749	2.769	2.477	2.154	1.778	0.783	10.300	1.750	0.257
Rata	8.715	2.816	2.485	2.171	1.797	0.773	10.594	1.743	0.256

Lampiran 2. Analisis Variansi

1. MWD

Larutan	Konsentrasi			
	4%	5%	6%	7%
NaOH	0,483	0,447	0,419	0,412
	0,507	0,547	0,612	0,382
	0,467	0,477	0,534	0,424
	0,781	0,651	1,044	0,789
	0,886	0,876	0,835	0,932
	0,864	0,829	1,132	0,942
Rata	0,665	0,638	0,763	0,647
NaCl	0,484	0,472	0,543	0,438

	0,682	0,784	0,615	0,529
	0,554	0,693	0,478	0,578
	0,876	0,793	0,75	0,803
	0,77	0,751	0,71	0,75
	0,789	0,695	0,775	0,813
Rata	0,693	0,698	0,645	0,652

$$\begin{aligned}
 \text{JKT} &= \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k \sum_{k=1}^n X_{ijk}^2 - \frac{T^2}{bkn} \\
 &= 0,483^2 + 0,477^2 + \dots + 0,813^2 - \frac{32,397^2}{48} \\
 &= 1,592
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JKB} &= \frac{\sum_{i=1}^b T_i^2}{kn} - \frac{T^2}{bkn} \\
 &= \frac{16,272^2 + 16,125^2}{24} - \frac{32,397^2}{48}
 \end{aligned}$$

$$= 0,00000133$$

$$JKK = \frac{\sum_{j=1}^b T_j^2}{bn} - \frac{T^2}{bkn}$$

$$= \frac{8,143^2 + 8,015^2 + 8,447^2 + 7,792^2}{12} - \frac{32,397^2}{48}$$

$$= 0,018695396$$

$$JK(BK) = \frac{\sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k T_{ij}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^b T_i^2}{kn} - \frac{\sum_{j=1}^b T_j^2}{bn} + \frac{T^2}{bkn}$$

$$= \frac{3,99^2 + \dots + 3,91^2}{6} - \frac{16,272^2 + 16,125^2}{24} - \frac{8,143^2 + 8,015^2 + 8,447^2 + 7,792^2}{12} - \frac{32,397^2}{48}$$

$$= 0,054227729$$

$$JKE = JKT - JKB - JKK - JK(BK)$$

$$= 1,592 - 0,00000133 - 0,018695396 - 0,054227729$$

$$= 1,519$$

$$S_1^2 = \frac{JKB}{db} = \frac{0,00000133}{1} = 0,00000133$$

$$S_2^2 = \frac{JKK}{db} = \frac{0,018695396}{3} = 0,006231799$$

$$S_3^2 = \frac{JK(BK)}{db} = \frac{0,054227729}{3} = 0,01807591$$

$$S_4^2 = \frac{JKE}{db} = \frac{1,519}{40} = 0,035741617$$

$$f_1 = \frac{S_1^2}{S_4^2} = \frac{0,00000133}{0,035741617} = 0,0000373$$

$$f_2 = \frac{S_2^2}{S_4^2} = \frac{0,006231799}{0,035741617} = 0,174$$

$$f_3 = \frac{S_3^2}{S_4^2} = \frac{0,01807591}{0,035741617} = 0,506$$

Sumber Varians	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rata-rata Kuadrat	F hitung	F tabel (0,05)	F tabel (0,01)
Bahan	1,3333E-06	1	1,3333E-06	0,0000373	4,08	7,31
Konsentrasi	0,018695396	3	0,006231799	0,174	2,84	4,31

Interaksi	0,054227729	3	0,01808	0,506	2,84	4,31
Error	1,429664667	40	0,03574161 7			
Total	1,592	5				

2. Kelengkapan

Larutan	Konsentrasi			
	4%	5%	6%	7%
NaOH	1,277	0,769	0,881	0,772
	0,873	0,705	1,399	0,627
	0,986	0,752	1,219	0,683
	0,523	1,165	0,864	0,251

	1,909	0,371	0,3	0,372
	0,715	0,43	0,231	0,315
Rata	1,047	0,699	0,816	0,503
NaCl	1,201	0,246	0,797	0,405
	0,924	0,949	1,327	0,722
	1,807	0,963	0,324	0,605
	1,679	0,645	0,108	0,567
	1,481	0,997	0,229	0,547
	0,747	0,391	0,245	0,335
Rata	1,307	0,699	0,505	0,530

Sumber Varians	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rata-rata Kuadrat	F hitung	F tabel (0.05)	F tabel (0,01)
Bahan	0,0005	1	0,0005	0,0033	4,08	7,31
Konsentrasi	2,9590	3	0,9863	7,0705	2,84*	4,31**
Interaksi	0,4930	3	0,1643	1,1780	2,84	4,31
Error	5,5801	40	0,1395			
Total	5	5				

Konsentrasi	Total	Rata-rata	Notasi
7%	14,122	0,517	a
6%	8,383	0,660	a

5%	7,924	0,699	a
4%	6,201	1,177	b
Nilai BNT 0,4358			

3. Kekuatan Tekan

Larutan	Konsentrasi			
	4%	5%	6%	7%
NaOH	15,182	12,93	14,746	13,56
	13,262	12,849	13,881	12,92
	13,791	13,328	13,623	13,233
Rata	14,083	14,078	13,238	13,036
NaCl	11,01	13,689	13,176	13,888

	10,776	13,689	12,57	12,413
	12,026	13,256	13,264	12,903
Rata	11,271	11,878	13,003	13,068

Sumber Varians	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rata-rata Kuadrat	F hitung	F tabel (0.05)	F tabel (0.01)
Bahan	4,721501	1	4,721501042	13,94	4,49*	8,53**
Konsentrasi	2,397245458	3	0,799081819	2,36	3,24	5,29
Interaksi	9,284388792	3	3,094796264	9,13	3,24*	5,29**
Error	5,417667	16	0,338604167			
Total	32.61171263	2				

Bahan	Total	Rata-rata	Notasi
NaCl	147,66	12,305	a
NaOH	163,305	13,609	b
Nilai BNT 0,05 = 1,007			

Kombinasi	Total	Rata-rata	Notasi
N2K1	33,812	11,271	a
N2K3	39,01	13,0033	b
N1K4	39,107	13,036	b
N2K4	39,204	13,068	b
N1K3	39,713	13,238	b
N2K2	40,634	13,545	b
N1K2	42,235	14,078	c
N1K1	42,250	14,083	c
Nilai BNT 1,007			

4. Energi

Larutan	Konsentrasi			
	4%	5%	6%	7%
NaOH	0,335	0,241	0,255	0,251
	0,372	0,268	0,256	0,255
	0,279	0,262	0,257	0,266
Rata	0,329	0,257	0,256	0,257
NaCl	0,272	0,27	0,258	0,275
	0,365	0,262	0,267	0,261
	0,373	0,269	0,273	0,251
Rata	0,267	0,266	0,262	0,267

Sumber Varians	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rata-rata Kuadrat	F hitung	F tabel (0.05)	F tabel (0.01)
Bahan	0,000408	1	0,000408	0,5	4,49	8,53
Konsentrasi	0,023162	3	0,007720667	10,3	3,24*	5,29**
Interaksi	0,000025	3	0,00001	0	3,24	5,29
Error	0,012	16	0,00075			
Total	0,035	2				

Konsentrasi	Total	Rata-rata	Notasi
7 %	1,559	0,260	a
6 %	1,566	0,261	a
5 %	1,572	0,262	a
4 %	1,996	0,332	b
Nilai BNT 0,065			

Lampiran 3. Logsheets Metode Penelitian

<p>1. Proses perendaman kemiri dengan NaOH dan NaCl</p>	
<p>3. Proses pengovenan kemiri didalam oven selama 24 jam</p>	
<p>4. Proses penimbangan kemiri setelah dioven</p>	

5. Proses pemecahan kemiri menggunakan brasiliant test



Lampiran 4. Logsheets Hasil Penelitian

1. Kemiri Pecah Utuh	
2. Kemiri Pecah Dua	
3. Kemiri Pecah Lengket	

4. Kemiri Pecah Hancur



5. Kemiri tidak pecah

