

**MEKANIKAL PROPERTIES PEMBUNGKUS MAKANAN
BERBAHAN DASAR JERAMI PADI**

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S1
pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun oleh:

**Nugroho Jati Pamungkas
3331180061**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

**CILEGON – BANTEN
2023**

No: 001/UN.43.3.1/PK.03.08.2023

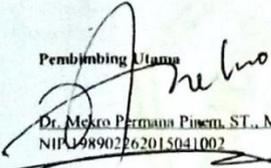
TUGAS AKHIR

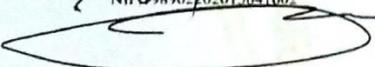
MEKANIKAL PROPERTIES PEMBUNGKUS MAKANAN BERBAHAN DASAR JERAMI PADI

Dipersiapkan dan disusun oleh:
Nugroho Jati Pamungkas
3331180061

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal. 05 Januari 2023

Pembimbing Utama

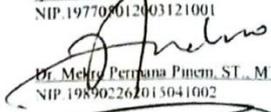

Dr. Melky Permiana Pinem, ST., MT.
NIP.198902262015041002


Yusvardi Yusuf, ST., MT.
NIP.197910302003121001

Anggota Dewan Penguji


Dhimas Satrio, ST., M.Eng.
NIP.198308102012121006


Irak Setiawan, ST., M.Eng.
NIP.197709012003121001


Dr. Melky Permiana Pinem, ST., MT.
NIP.198902262015041002


Yusvardi Yusuf, ST., MT.
NIP.197910302003121001

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 15 Januari 2023
Ketua Jurusan Teknik Mesin UIN Ar-Raniry


Dhimas Satrio, ST., M.Eng.
NIP.198308102012121006

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Nugroho Jati Pamungkas
NPM : 3331180061
Judul : *Mekanikal Propertis* Pembungkus Makanan Berbahan Dasar
Jerami Padi

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, 09 Januari 2023



Nugroho Jati Pamungkas
NPM. 3331180061

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “*MEKANIKAL PROPERTIS* PEMBUNGKUS MAKANAN BERBAHAN DASAR JERAMI PADI”. Tugas akhir ini merupakan salah satu tahapan kelulusan untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Terwujudnya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, untuk ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua dan saudari-saudari penulis yang selalu mendukung dan mendoakan penulis selama berkuliah di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa baik secara materil maupun moril.
2. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Bapak Dr. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing satu yang telah menyediakan waktu, pikiran, dan tenaga untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Yusvardi Yusuf, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing dua yang telah membantu penyusunan laporan tugas akhir.
5. Bapak Dr. Hamdan Akbar Notonegoro, S.Si., M.SI. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membantu dalam proses pembelajaran perkuliahan.
6. Ibu Miftahul Jannah, S.T., M.T selaku kordinator tugas akhir yang telah banyak membantu dalam melaksanakan tugas akhir.
7. Seluruh Dosen dan Civitas akademika Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas ilmu-ilmu, bantuan, dan bimibingan yang telah diberikan selama di bangku perkuliahan.
8. Teman-teman “Tim Jeram dan Rumkit” yang telah bahu-membahu berjuang bersama sejak awal hingga tugas akhir ini terselesaikan.

9. Dan Lia Sulistianah, S.Pd yang selalu menemani dan mensupport penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.

Seribu ucapan terimakasih tidak akan cukup untuk membalas segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan semua pihak hingga terselesaikannya tugas akhir ini dengan sebaik mungkin. Semoga Allah SWT menjadikan segala kebaikan yang kita lakukan sebagai amal ibadah yang menjadi pembelajaran kita di dunia dan bekal kita di akhirat kelak. *Aamiin ya robbal alamiin.*

Seperti pada hakikatnya yaitu kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT, penulis amat mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun guna menjadikan pembelajaran bagi penulis untuk bisa lebih baik lagi pada kesempatan lain yang akan datang.

Akhir kata penulis mengharapkan hasil penelitian tugas akhir ini bisa menjadi ilmu yang abadi dan memberikan kebermanfaatan yang tidak lekang oleh waktu dan bisa berguna untuk banyak pihak.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Cilegon, Februari 2023

Penulis

ABSTRAK
MEKANIKAL PROPERTIS PEMBUNGKUS MAKANAN BERBAHAN
DASAR JERAMI PADI

Disusun Oleh:
Nugroho Jati Pamungkas
3331180061

Negara Indonesia merupakan negara yang memiliki lahan pertanian yang begitu luas. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2016, untuk lahan sawah di Indonesia mencapai 8,19 juta hektar. Data sensus penduduk menunjukkan jumlah penduduk pedesaan 50,21 %. Jerami padi adalah suatu material yang kaya akan serat dan merupakan limbah pertanian yang cukup besar jumlahnya dan belum banyak dimanfaatkan. Jerami padi mengandung serat berlignoselulosik, artinya suatu bahan yang mengandung serat dan lignin. Jerami padi sebagai bio massa lignoselulosa terdiri atas campuran polimerkarbonhidrat yaitu selulosa dan hemiselulosa. Dimana penelitian ini diperoleh nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 86,067 mpa dengan komposisi serat jerami padi 80% dan pati jagung 20%, waktu pemasakan selama 120 menit menggunakan mesh ukuran 18, dan ditambah dengan 30% pva, 0,5% mg stearat dan 1,5 gliserol, penambahan 20% pati jagung dan 30% pva dapat meningkatkan daya rekat pada serat. Diperoleh nilai terendah pada material ini sebesar 16,9 mpa dengan nilai sudut kontak 87 derajat, dan nilai tertinggi yaitu 86,067 mpa, nilai tersebut mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan material styrofoam dimana nilai kekuatan tariknya sebesar 2,2 mpa.

kata kunci : jerami padi, limbah, plastik, sampah

ABSTRACT
**MECHANICAL PROPERTIES OF FOOD WRAPPING BASED ON RICE
STRAW**

Arranged by:
Nugroho Jati Pamungkas
3331180061

Indonesia is a country that has vast agricultural land. Based on data from the Central Statistics Agency for 2016, rice fields in Indonesia reached 8.19 million hectares. Population census data shows the number of rural residents is 50.21%. Rice straw is a material that is rich in fiber and is a large amount of agricultural waste and has not been widely used. Rice straw contains lignocellulosic fiber, meaning a material containing fiber and lignin. Rice straw as a lignocellulosic bio-mass consists of a mixture of polymer-carbon hydrates, namely cellulose and hemicellulose. where this study obtained the highest tensile strength value of 86.067 MPa with a composition of 80% rice straw fiber and 20% corn starch, cooking time of 120 minutes using a mesh size of 18, and added with 30% PVA, 0.5% mg steart and 1, 5 glycerol, the addition of 20% corn starch and 30% PVA can increase the adhesion of the fiber. the lowest value obtained for this material is 16.9 mpa with a contact angle value of 87 degrees, and the highest value is 86.067 mpa, this value has increased compared to styrofoam material where the tensile strength value is 2.2 mpa.

keywords: rice straw, waste, plastic, trash

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Jerami Padi	4
2.2 <i>Organosolv method</i>	5
2.3 Pati jagung.....	5
2.4 Komposit	6
2.5 Ketahanan Air	7
2.6 <i>Contak Angel</i>	9
2.7 Aquades.....	11
2.7.1 Manfaat dan kegunaan aquades	12
2.7.2 Macam-macam aquades.....	12
2.6 Uji Tarik.....	13
2.6.1 Tegangan dan Regangan	14
2.6.2 Ketahanan Tarik.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	15
3.2 Metode Penelitian	17
3.3 Alat dan Bahan.....	18
3.4 Prosedur Penelitian	24

3.4.1 Preparasi Jerami	24
3.4.2 Perendamana Jerami	24
3.4.3 Penepungan Jerami	25
3.4.4 Pemasakan Tepung Jerami.....	25
3.4.5 Pencampuran.....	26
3.4.6 Pengujian.....	26
3.5 Material Propetris Styrofoam	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Spesimen Uji Perbandingan Kadar Jerami Dan Pati Jagung	27
4.2 Pengaruh Ukuran Mesh Terhadap Tensile Strength Material Berbahan Dasar Jerami Padi	28
4.3 Analisa Hasil Uji Tarik	29
4.4 Surface Tension Permukaan Material Bebahan Dasar Jerami Padi Dengan Metode Contact Angle Analysis	30
4.4.1 Rumus yang digunakan mencari rata-rata atau mean.....	30
4.4.2 Rumus mencari simpangan baku	30
4.4.3 Tegangan permukaan padat	30
4.4.4 Hasil Pengukuran	31
4.5 Analisa Hasil Pengujian <i>Contak Angel</i>	33
4.6 Analisa Hasil Penelitian	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
Lampiran A. Perhitungan	40
Lampiran B. Hasil Percobaan	59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Jerami Padi.....	4
Gambar 2.2 Pati Jagung.....	5
Gambar 2.3 Hasil contact angel.....	6
Gambar 2.4 Efek daun talas.....	8
Gambar 2.5 <i>Coantact angle</i>	9
Gambar 2.6 Sudut kontak	10
Gambar 2.7 Pengukuran sudut kontak.....	10
Gambar 2.8 Aquadest	11
Gambar 2.9 Alat Uji Tarik.....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 3.2 Mesin pencacah jerami	18
Gambar 3.3 Mesin penepung jerami.....	18
Gambar 3.4 Alat pengayak	18
Gambar 3.5 Kompor listrik.....	19
Gambar 3.6 Oven.....	19
Gambar 3.7 Cetakan	19
Gambar 3.8 pH meter	20
Gambar 3.9 Labu ukur.....	20
Gambar 3.10 Gelas beaker.....	20
Gambar 3.11 Naraca digital.....	21
Gambar 3.12 Spatula laboratorium.....	21
Gambar 3.13 Jerami padi.....	21
Gambar 3.14 Aquades	22
Gambar 3.15 NaOH.....	22
Gambar 3.16 Pati jagung	22
Gambar 3.17 PVA	23
Gambar 3.18 Magnesium stearate	23
Gambar 3.19 Gliserol	23

Gambar 3.20 Diagram alir preparasi jerami	24
Gambar 3.21 Diagram alir perendaman	24
Gambar 3.22 Diagram alir penepungan.....	25
Gambar 3.23 Diagram alir pemasakan	25
Gambar 3.24 Diagram alir pengempaan.....	26
Gambar 3.25 Diagram alir Pengujian	26
Gambar 4.1 Grafik perbandingan 80% : 20%	28
Gambar 4.2 Grafik perbandingan 50% : 50%	28
Gambar 4.3 Grafik perbandingan 20% : 80%	29
Gambar 4.4 Grafik hasil pengujian CA komposisi 80% : 20%.....	31
Gambar 4.5 Grafik hasil pengujian CA komposisi 50% : 50%.....	32
Gambar 4.6 Grafik hasil pengujian CA komposisi 20% : 80%.....	32
Gambar 4.7 Grafik Main Effects Plot For Means.....	32
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Parameter Terhadap Sudut Kontak.....	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kadar serat pada tanaman jerami padi	5
Tabel 3.1 Mekanikal Propertis Styrofoam.....	26
Tabel 4.1 Sampel Uji.....	27

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan negara yang memiliki lahan pertanian yang begitu luas. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2016, untuk lahan sawah di Indonesia mencapai 8,19 juta Hektar. Data sensus penduduk menunjukkan jumlah penduduk pedesaan 50,21 % (BPS, 2010). Pengertian pertanian menurut Undang-Undang No. 16 Tahun 2006 Tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Perikanan, dan Kehutanan adalah seluruh kegiatan yang meliputi usaha hulu, usaha tani, agroindustri, pemasaran, dan jasa penunjang pengelolaan sumber daya alam hayati dalam agroekosistem yang sesuai dan berkelanjutan, dengan bantuan teknologi, modal, tenaga kerja, dan manajemen untuk mendapatkan manfaat sebesar-besarnya bagi kesejahteraan masyarakat.

Dalam kaitannya dengan pertanian, penduduk pedesaan sebagian besar menggantungkan hidupnya melalui pertanian. Dengan potensi yang besar di bidang pertanian, tentunya hal ini perlu dukungan sumber daya penyuluh pertanian yang unggul untuk mendukung program pemerintah dibidang pertanian serta mampu mendorong dan membantu petani agar merubah kehidupan petani menjadi sejahtera.

Jerami padi adalah suatu material yang kaya akan serat dan merupakan limbah pertanian yang cukup besar jumlahnya dan belum banyak dimanfaatkan. Setelah selesai panen sebagian besar jerami di Indonesia dibakar menjadi abu dan sebagian lagi dijadikan makanan ternak. Jerami padi mengandung serat berligno selulosik, artinya sutau bahan yang mengandung serat dan lignin. Jerami padi sebagai bio massa lignoselulosa terdiri atas campuran polimerkarbonhidrat yaitu selulosa dan hemiselulosa.

Pembungkus makanan adalah suatu cara dalam penambahan usia dalam penyimpanan makanan agar terjaga dari kontaminasi dari luar. Salah satu jenis pembungkus makanan berbahan dasar alam seperti daun daunan yang memiliki lebar dan kelenturan yang baik. Pemanfaatan bahan alami sebagai

pembungkus makanan akan memberikan dampak positif bagi lingkungan dan konsumen karena bahan alami tidak mengandung bahan kimia berbahaya atau beracun.

Menggunakan bahan dasar alami sebagai pembungkus makanan adalah salah satu upaya dalam mengurangi sampah atau limbah plastik yang susah diurai oleh alam. Karena waktu yang dibutuhkan alam untuk mengurai sampah plastik perlu bertahun-tahun dalam penguraiannya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan dan mendokumentasikan pengetahuan kepada produsen-produsen makanan yang masih membungkus produknya dengan plastik yang dapat merusak lingkungan. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menyelamatkan lingkungan dari sampah plastik yang membahayakan bagi setiap makhluk bumi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dirumuskan, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sifat mekanik produk berbahan dasar jerami?
2. Bagaimana memanfaatkan sampah jerami menjadi pembungkus makanan?
3. Bagaimana kerentanan Produk berbahan dasar jerami terhadap air?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan-tujuan yang diharapkan dapat tercapai dalam penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui sifat pembungkus makanan berbahan dasar jerami.
2. Meningkatkan mekanikal propertis pembungkus makanan berbahan dasar jerami.
3. Meningkatkan ketahanan air pembungkus makanan berbahan dasar jerami

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat menjawab masalah-masalah yang telah dijelaskan di latar belakang diatas, yaitu:

1. Dapat mengurangi penggunaan plastik sebagai bahan pembungkus (*packaging*).
2. Dapat mengurangi efek rumah kaca, karna pengolahan yang ada hanya di bakar.
3. Dapat membuat nilai ekonomis dari jerami padi ini meningkat,
4. Menghadirkan material pengganti plastik yang lebih ramah lingkungan dalam pembungkusan makanan.

1.5 Batasan Masalah

Untuk membatasi penelitian ini agar tidak melebar ke lingkup lain, maka dibuat batasan-batasan sebagai berikut:

1. Bahan baku yang akan digunakan hanya berasal dari batang padi (Jerami), tidak mengguakan daunnya.
2. Zat pelarut yang digunakan adalah air aquades.
3. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tekanan, temperature dan waktu pengempaan.
4. Penelitian ini tidak memperhatikan aspek biologis, lingkungan dan kesehatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jerami Padi

Jerami merupakan limbah pertanian yang masih dalam jumlah banyak dan belum banyak dimanfaatkan karena dianggap tidak memiliki nilai ekonomis karena dibuang begitu saja setelah panen. Jerami, bagian dari batang tanpa akar yang dibuang setelah buahnya dipanen, merupakan limbah pertanian terbesar, terhitung sekitar 20 juta ton per tahun. Sebagian besar jerami tidak digunakan karena selalu dibakar setelah panen. Pada umumnya di bidang peternakan, jerami digunakan sebagai pakan ternak sementara dikala musim kemarau, sedangkan di bidang konstruksi genteng dibuat di atas gubuk, dan di bidang pengemasan makanan hanya sebagai wadah telur. Penggunaan jerami sebagai bahan baku kemasan makanan merupakan salah satu cara untuk memanfaatkan limbah jerami karna banyak mengandung selulosa, dan juga dapat menggantikan plastik sebagai bahan baku pembuatan pembungkus makanan. Salain itu ketersediaannya melimpah hamper setiap tahun pasti ada, hasil dari jerami padi ini hanya menjadi limbah pertanian.(Humaidi 2016)



Gambar 2.1 Jerami Padi

Jerami yang dimaksud adalah batang jerami. Pada batang padi terdapat bulir – bulir padi melekat yang disebut malai. Daun padi terdiri atas upih daun yang membalut batang dan helai daun yang diantaranya terdapat beberapa sambungan berupa sendi. Serat-serat pada batang padi berfungsi sebagai penguat dan penegak batang.

Table 2.1 Kadar Serat Tanaman Padi

No	Bagian	Berat serat rata-rata (%)	Panjang serat rata-rata (mm)
1	Batang	72,83	0,98
2	Malai	60,27	1,03
3	Upih daun	63,78	1,55
4	Helai daun	39,64	1,10

Sumber: Buletin Litbang Industri No.1 Vol.20 Tahun 2000

2.2 Organosolv method

Organosolv Method atau metode organosolv merupakan proses pemisahan serat dengan menggunakan bahan kimia organik seperti metanol, etanol, aseton, asam asetat, dan bahan kimia lainnya. (Ainun Mardhiah dan Misbahul Jannah:2016). Kelebihan dari proses ini diantaranya adalah sangat ramah lingkungan, proses ini tidak menimbulkan pencemaran seperti gas-gas berbau yang disebabkan oleh belerang seperti pada proses kraft, serta cairan pemasaknya lebih mudah untuk dimurnikan kembali.(Humaidi 2016). Proses ini telah terbukti memberikan dampak yang baik bagi lingkungan, dan efisien dalam pemanfaatan sumber daya hutan. Faktor yang mempengaruhi proses ini diantaranya suhu, tekanan, dan konsentrasi larutan. (Muis 2013).

2.3 Pati Jagung



Gambar 2.2 Pati Jagung

Sumber: www.netirecipes.com

Pati merupakan polimer alami yang terkandung pada sebuah tanaman atau batang yang mengandung karbohidrat seperti contoh singkong, sagu, jagung, gandum, dan ubi jalar. Pati juga dapat diperoleh dari ekstraksi biji buah-buahan seperti biji nangka dan biji durian. Ekstaksi pati merupakan proses untuk mendapatkan pati dari suatu tanaman dengan cara memisahkan pati dari komponen lainnya yang terkandung pada tanaman tersebut. (Maflahah 2010)

Pati merupakan karbohidrat cadangan yang terdapat pada batang dan biji suatu tanaman. Kegunaan pati dari berbagai tanaman berfungsi sebagai eksipien farmasi, pati tersedia secara luas dan berguna dalam produksi tablet karena sifatnya yang inert, murah dan penggunaannya sebagai pengisi, pengikat dan glidan.

Salah satu tanaman penghasil pati adalah jagung. Jagung mempunyai beragam jenis amilum, mulai dari amilosa yang tinggi. Pati merupakan komponen utama dalam biji jagung, sekitar 72-73% dari total berat. Setelah dipanen biji jagung kemudian melewati proses seperti pembersihan, pengeringan dan penyimpanan. (Sakinah and Kurniawansyah 2013)

2.4 Komposit

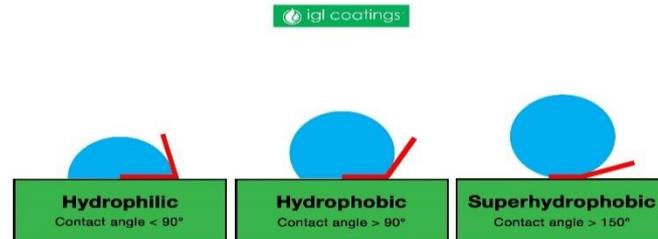
Komposit adalah material hasil paduan dua atau lebih material yang memiliki sifat berbeda dan masing masing sifat tersebut tetap berbeda didalam paduan. Dalam komposit ada matrik sebagai pengikat dan ada filler sebagai pengisi. Untuk meningkatkan kekuatan komposit maka ditambahkan reinforcement. Reinforcement merupakan material tambahan yang berfungsi sebagai penguat bahan komposit. Kombinasi sifat pada komposit akan membentuk sifat baru.

Menurut Gibson (2016) Penempatan arah serat yang tepat akan mempengaruhi dalam menahan beban. Berdasarkan arah serat komposit dapat dibedakan menjadi 4 macam yaitu:

1. Continuous fiber composite memiliki komposit yang serat lurus dan panjang, membentuk lamina diantara matriks dan mempunyai kekurangan pemisahan antar lapisan.
2. Woven fiber composite adalah komposit yang menggunakan anyaman, karena komposisi seratnya saling mengikat antar lapisan.

3. Hybrid fiber composite adalah komposit yang menggunakan paduan antara serat acak dengan serat lurus.
4. Chopped fiber composite adalah komposit yang menggunakan serat pendek yang disusun secara acak.

2.5 Ketahanan air (*Hidro phobic*)



Gambar. 2.3 Hasil *contact angel*

Sumber: www.mdpi.com

Hydrophobic merupakan salah satu fenomena fisika yang bersifat anti air. Suatu permukaan yang datar apabila ditetesi dengan air dan membentuk sudut lebih dari 90° disebut *hydrophobic*, sudutnya kurang dari 90° disebut *hydrophilic*, dan jika sudutnya lebih dari 150° disebut *superhydrophobic*. Permukaan *hydrophobic* tidak akan basah bila terkena air dan terlihat selalu bersih, hal itu dapat diketahui dengan mengukur besarnya water contact angle. (Dahlan and S. Pravita 2013)

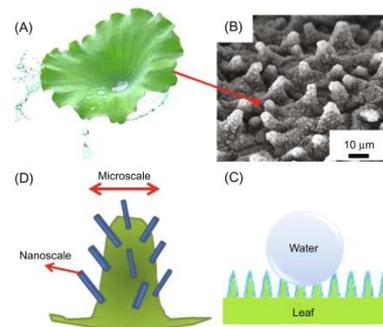
Permukaan hidrofobik adalah permukaan yang memiliki kemampuan untuk menolak air. Kata hidrofobitas berasal dari dua kata Yunani, hydro (artinya air) dan phobos (artinya ketakutan); dengan demikian, permukaan hidrofobik dapat didefinisikan sebagai bahan yang cenderung menolak air.

Secara umum, hidrofobitas suatu permukaan dapat diukur dengan sudut kontak antara tetesan air dan permukaan itu sendiri. Tetesan air pada permukaan hidrofobik akan mengalir dengan mudah dan tetap bulat dengan sudut kontak lebih dari 90 derajat, sedangkan bahan superhidrofobik memiliki sudut kontak lebih dari 150 derajat dan sulit untuk dibasahi, seperti yang ditunjukkan pada gambar. Sebaliknya, untuk permukaan hidrofilik, tetesan air tersebar berjauhan dan sudut kontaknya sangat kecil, kurang dari 90 derajat. Di permukaan ini, tetesan air tidak menggelinding melainkan meluncur.

Perilaku tetesan air di permukaan dapat dihubungkan oleh dua faktor: energi permukaan dan keterbasahan. Biasanya, ketika beberapa bahan

memiliki keadaan energi yang lebih tinggi pada suatu permukaan, permukaan tersebut bersifat hidrofilik sehingga menghasilkan sudut kontak yang lebih kecil. Sedangkan ketika energi permukaan bahan rendah, molekul-molekul dalam tetesan air lebih tertarik satu sama lain dibandingkan dengan permukaan sehingga menghasilkan sudut kontak yang lebih tinggi yang bersifat hidrofobik. Selain itu, keterbasahan, yang merupakan perilaku cairan pada substrat padat, juga merupakan fenomena penting dalam aplikasi teknis sifat hidrofobik. Keterbasahan sering dibahas dalam hal sudut kontak di mana tetesan cairan memenuhi antarmuka padat. (Bambang et al. 2019)

Di alam, permukaan hidrofobik dapat dilihat pada daun teratai atau nama ilmiahnya *Nelumbo nucifera*. Pada tahun 1992, daun teratai diperkenalkan sebagai "efek teratai" yang kemudian menjadi ikon untuk sifat superhidrofobitas dan pembersihan diri. Teratai adalah tanaman semiakuatik yang memiliki kelopak besar berdiameter hingga 30 cm dan menunjukkan sifat anti air yang signifikan. Permukaan daun memberikan demonstrasi sifat hidrofobik yang mengesankan yang memungkinkan air menggelinding di permukaan bukannya meluncur. Daun teratai memiliki lilin yang menutupi permukaan dan banyak papila berukuran mikro yang menyebabkan kekasaran permukaan seperti yang ditunjukkan pada gambar. Kedua fitur permukaan ini bergabung untuk memungkinkan daun teratai melakukan fitur hidrofobik dan memfasilitasi bergulirnya tetesan air yang mengumpulkan kotoran saat bergerak. (Cindrawati et al. 2021)



Gambar 2.4 Efek daun teratai
Sumber: www.sainsmania.com

Banyak peneliti menegaskan bahwa kombinasi kekasaran permukaan dengan energi permukaan yang rendah dapat menghasilkan permukaan hidrofobitas yang lebih tinggi yang berkontribusi untuk aplikasi pembersihan sendiri. Struktur yang berbeda dapat menimbulkan permukaan dengan sudut kontak yang tinggi selama mereka memperkenalkan kekasaran tertentu bersama-sama dengan energi permukaan yang rendah.

Untuk meniru perilaku bunga teratai, berbagai jenis bahan telah digunakan untuk menyiapkan bahan pelapis, termasuk bahan organik dan anorganik. Untuk bahan polimer yang umumnya hidrofobik, fabrikasi kekasaran permukaan menjadi fokus utama. Untuk bahan organik yang umumnya bersifat hidrofilik, perlakuan hidrofobik permukaan harus dilakukan setelah struktur permukaan terbentuk. Di antara bahan organik, bahan berbasis karbon adalah salah satu bahan yang bernilai komersial. Faktanya, desain bahan dan pelapis hidrofobik telah menjadi jalan ilmu material modern dan berkembang pesat. Tidak hanya itu, bahan hidrofobik juga telah menarik perhatian luas di industri dan berbagai bidang akademik. Hal ini terlihat dari semakin banyaknya publikasi penelitian tentang karakterisasi spesifik dari pembasahan permukaan superhidrofobik, desain dan persiapan permukaan bertekstur, kondisi dan komposisi permukaan yang dapat menyesuaikan keterbasahan. (Samsurizal, Putera, and Christiono 2018)

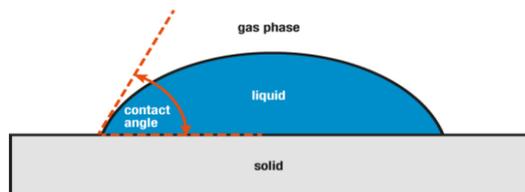
Bahan hidrofobik banyak digunakan di berbagai sektor dan aplikasi. Misalnya, bahan hidrofobik telah diterapkan sebagai genteng dan jendela di industri arsitektur. Waterproofing tekstil juga menjadi aplikasi potensial utama untuk bahan hidrofobik. Hal ini karena struktur serat tekstil dapat dipertahankan sekaligus menjaga substrat tetap bernapas dan nyaman untuk digunakan. Pada kendaraan laut, lambung kapal yang terendam air seringkali rentan terhadap masalah biofouling bawah air yang biaya operasi dan perawatannya mahal. Penggunaan bahan hidrofobik dalam pembuatan lambung kapal dapat mengurangi masalah ini karena pengurangan area basah dapat mengurangi kemungkinan organisme biologis menghuni permukaan. (Fitrianda 2013)

2.6 Coantact angle

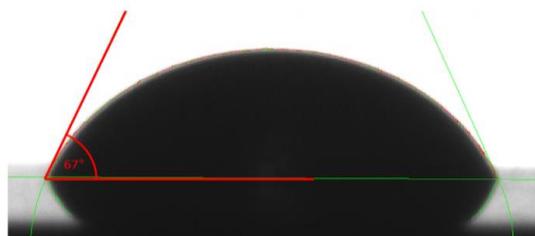


Gambar 2.5 *Coantact angle*
Sumber: www.instrumentstrade.com

Sudut kontak adalah ukuran kemampuan cairan untuk membasahi permukaan padat. Bentuk yang jatuh pada permukaan tergantung pada tegangan permukaan cairan dan sifat permukaan. Pada batas antara tetesan dan lingkungan gas, tegangan permukaan menyebabkan kontur melengkung pada permukaan yang ditetesi cairan. Ditepi drop, dimana kontur menyatu dengan permukaan bantalan, sudut kontak antara antarmuka cair/padat dan garis singgungan antarmuka cair/gas terbentuk. (Wardhana, Saepulloh, and Biantoro 2018)



Gambar 2.6 Sudut kontak
Sumber: www.linseis.com



Gambar 2.7 Pengukuran sudut kontak
Sumber: www.linseis.com

Arti dari sudut jika cairan mengalir secara merata pada permukaan padat, pembasahan total terjadi dengan sudut kontak 0° . Jika sudutnya antara 0° dan

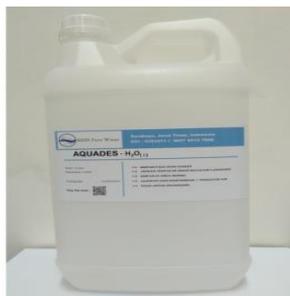
90°, permukaannya yang dibasahi. Permukaannya disebut hidrofilik. Sudut antara 90° dan 180° berarti permukaan tidak dapat dibasahi. Ini adalah hidrofobik. Jika sudutnya jelas mendekati nilai 180°, itu adalah permukaan superhidrofobik yang benar-benar anti cairan. Properti ini digunakan sebagai efek lotus.(Pinem et al. 2022)

- Sudut antara 0° dan 90° = permukaan yang dapat dibasahi hidrofilik
- Sudut antara 90° dan 180° = permukaan tidak dapat dibasahi, hidrofobik
- Sudut mendekati 180° = permukaan superhidrofobik, atau benar-benar anti air, (efek lotus)

Pengetahuan tentang sudut kontak adalah dasar untuk menilai kesesuaian cat, pernis dan pendingin yang harus membasahi bahan sebaik mungkin. Sebaliknya, dalam penyempurnaan tekstil tertentu dan fasad bangunan anti air, pembasahan serendah mungkin harus dicapai. Pengukuran sudut kontak memungkinkan pengembangan metode optimal yang dirancang di bidang ini. Pengukuran sudut kontak berlangsung dalam lingkup analisis kontur jatuh, dimana bayangan dari tetesan dievaluasi secara optik. Selain itu, ketergantungan suhu dari sudut kontak dapat ditentukan secara tepat dengan camera.

Pengujian ini dilakukan untuk mempelajari kemampuan zat cair untuk dapat melekat pada permukaan padat. Hal ini menjadi parameter penting dimana adhesi cair atau penolakan diperlukan dalam proses pelapisan untuk mencapai pelapisan yang seragam.

2.7 Aquades



Gambar 2.8 Aquades

Aquades adalah air mineral yang telah diproses dengan cara destilasi (disuling) sehingga diperoleh air murni (H₂O) yang bebas mineral. Kalau ditinjau dari namanya, aquades terdiri dari dua kata yaitu (*aqua dan destila*). **Aqua** artinya air, **destila** artinya penyulingan. Jadi air ini adalah air mineral hasil penyulingan. Adapun cara untuk mendapatkan aquades menggunakan metode destilasi (disuling) dengan cara ini menunjukkan proses pemisahan suatu campuran kimia menjadi komponen-komponen penyusunnya dengan cara dipanaskan hingga mencapai titik didihnya, kemudian uapnya didinginkan hingga menjadi zat cair kembali. Aquades memiliki 3 macam aquades, yaitu : Aquadest (Aqua Destilata), Aquabidest (Aqua Bidestilata), Aquademin (Aqua Demineralisata). (Moeksin and Ronald 2009)

Penyulingan disini bertujuan untuk menghilangkan kandungan mineral dalam air, sehingga diperoleh air yang murni. Aquadest merupakan air dari hasil penyulingan atau biasa disebut dengan air murni. Air aquadest merupakan air dari hasil penyulingan atau biasa disebut dengan proses destilasi. Aquadest yang biasanya dinamakan dengan aquadest ini bukanlah suatu air yang mudah ditemui, karena harga yang diberikan mahal dan hanya dipergunakan pada suatu atau bahkan beberapa hal khusus pada khususnya kegiatan praktikum kimia, maka dari itu, aquadest tak mudah dan tidak sembarangan untuk bisa didapatkan. (Kosasih et al. 2019)

2.7.1 Manfaat dan kegunaan aquades

Adapun manfaat yang dapat digunakan dari aquades tersebut sebagai berikut:

1. Sebagai bahan pencuci alat-alat laboratorium

Aquades di laboratorium digunakan untuk mencuci alat-alat gelas di laboratorium bekas praktikum/penelitian. Air aquades menjadi cairan pembersih dari berbagai macam alat laboratorium yang digunakan untuk penelitian dan praktikum. Hal ini tentu sudah tidak asing lagi jika aquades menjadi cairan yang sering kali disambungkan dengan peralatan kimia.

2. Sebagai pelarut

Selain digunakan untuk mencuci peralatan kimia, aquades juga digunakan sebagai cairan pelarut bahan kimia yang berbentuk padat/serbuk agar dapat dilarutkan menjadi cairan/larutan. Hal ini aquades merupakan pelarut yang umum digunakan dan kebanyakan bahan kimia padat/serbuk larut dalam air sehingga sangatlah cocok dengan aquades.

3. Digunakan dalam industri

Aquades juga memiliki manfaat untuk pendingin mesin pada industri, dimana mesin yang beroperasi pastinya membutuhkan air sebagai pendinginnya.

2.7.2 Macam-macam Aquades :

1. Aquades (*Aqua Destilata*)

Merupakan air yang didapatkan dari hasil 1 kali proses destilasi atau penyulingan, sering disebut juga air murni.

2. Aquabides (*Aqua Bidetilata*)

Merupakan air yang dihasilkan melalui proses distilasi atau penyulingan secara bertingkat, biasanya didapatkan dengan proses ke 2 kali penyulingan.

3. Aquademin (*Aqua Demineralitas*)

Merupakan air bebas mineral, baik ion positif yang berasal dari magnesium, kalsium, maupun ion negative yang berasal dari gas, udara dan belerang.

2.8 Pengujian Tarik



Gambar 2.9 Alat Uji Tarik (UTM)

Salah satu pengujian untuk mengetahui sifat mekanik dalam suatu material adalah uji Tarik, hasil dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan dari suatu material. Dalam pelaksanaan pengujian tarik, diperoleh data beban dan perpanjangan yang terjadi pada material selama proses pengujian. Untuk menganalisis kekuatan material dari data hasil pengujian umumnya dilakukan dengan menggunakan alat hitung, sehingga terjadi banyak pengulangan kalkulasi untuk memperoleh kekuatan material. (Salindeho, Soukota, and Poeng 2018)

Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material. Tegangan tarik yang digunakan adalah tegangan aktual eksternal atau perpanjangan sumbu benda uji. Uji tarik dilakukan dengan cara penarikan uji dengan gaya tarik secara terus menerus, sehingga bahan (perpajangannya) terus menerus meningkat dan teratur sampai putus, dengan tujuan menentukan nilai tarik. Untuk mengetahui kekuatan tarik suatu bahan dalam pembebanan tarik, garis gaya harus berhimpit dengan garis sumbu bahan sehingga pembebanan terjadi beban tarik lurus. Tetapi jika gaya tarik sudut berhimpit maka yang terjadi adalah gaya lentur. Hasil uji tarik tersebut mencatat fenomena hubungan antara tegangan-regangan yang terjadi selama proses uji tarik dilakukan. Mesin uji tarik sering diperlukan dalam kegiatan engineering untuk mengetahui sifat-sifat mekanik suatu material. Mesin uji tarik terdiri dari beberapa bagian pendukung utama, diantaranya :kerangka, mekanisme pencekam spesimen, sistem penarik dan mekanisme, serta sistem pengukur. (Mawahib, Jokosisworo, and Yudo 2017)

2.8.1 Tegangan dan Regangan

Sifat-sifat mekanik material yang dikuantifikasikan salah satunya dengan kuat tarik dapat diperoleh dengan pengujian tarik. Pada pengujian tarik uniaksial atau uji satu arah, benda uji diberi beban atau gaya tarik pada satu arah dan gaya yang diberikan bertambah besar secara kontinu. Pada saat bersamaan benda uji akan bertambah panjang dengan bertambah gaya yang diberikan. Berdasarkan hasil

pengujian tarik yaitu berupa data gaya dan perpanjangan, maka dapat dianalisis untuk menentukan tegangan dan regangan secara teknis.

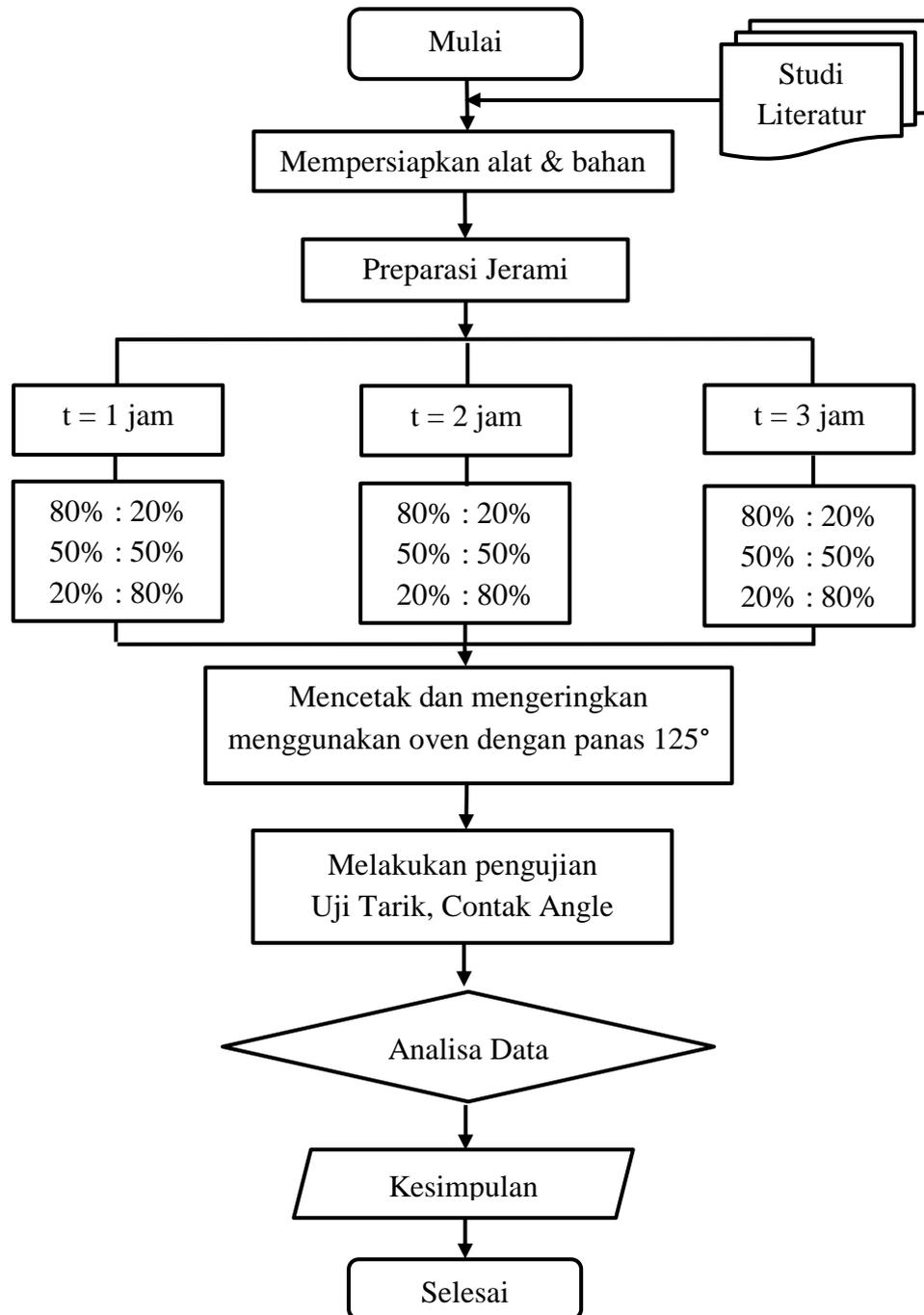
2.8.2 Kekuaan Tarik

Kekuatan tarik atau kekuatan tarik maksimum (ultimate tensile strength) adalah nilai yang paling sering dituliskan sebagai hasil suatu uji tarik, tetapi padakenyataannya nilai tersebut kurang bersifat mendasar dalam kaitannya dengan kekuatan material. Untuk logam ulet, kekuatan tariknya harus dikaitkan dengan beban maksimum

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini dilakukan melalui tahapan seperti yang ditunjukkan pada diagram alir berikut.



Gambar 3.1 Diagram alir

Alur penelitian terdiri dari beberapa tahapan:

1. Mulai

Tahapan penelitian dimulai dari menyusun timeline penelitian dan tahapan penelitian.

2. Studi Literatur

Studi literatur merupakan cara untuk mencari dan mempelajari apa saja yang terkait dengan segala permasalahan mengenai proses pembuatan, bahan, dan hasil yang akan didapat.

3. Mempersiapkan alat dan bahan

Melakukan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan suatu material.

4. Preparasi jerami

Preparasi jerami adalah proses awal yang harus dilakukan dari pemisahan batang jerami dengan daunnya dan setelah terpisah batang jerami akan dipotong kecil-kecil agar dapat dengan mudah memisahkan kandungan lilin yang ada pada jerami menggunakan NaOH.

5. Variasi waktu pemasakan jerami

Variasi waktu ini bertujuan agar mendapatkan bubur jerami yang terbaik dari beberapa waktu.

6. Variasi komposisi

Variasi komposisi antara jerami padi dan pati jagung agar dapat mengetahui komposisi mana yang terbaik.

7. Mencetak dan mengeringkan sampel menggunakan temperature 125° dengan waktu 1 jam.

8. Melakukan pengujian, uji tarik dan *kontak angel*

Pengujian ini agar didapatkan nilai uji Tarik dari suatu material yang dibuat dan untuk pengujian *kontak angel* bertujuan untuk mengetahui hasil yang dibuat apakah bersifat menyerap air atau menolak air.

9. Analisa data

Pada analisa data ini sampel yang telah dilakukan pengujian didapat nilai, nilai tersebut lalu dilakukan perbandingan layak atau tidak sebagai material pengganti wadah makanan.

10. Kesimpulan

Setelah melakukan analisa dan membandingkan hasil dari setiap sampel, maka penulis dapat menarik kesimpulan yang manakah dari setiap sampel yang unggul untuk dijadikan pengganti wadah makanan.

11. Selesai

Penelitianpun selesai dan melakukan presentasi tugas akhir.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah metode eksperimen. Metode eksperimen dilakukan pembuatan produk dari jerami padi dengan memvariasikan pemasakan dan komposisi adonan jerami padi menggunakan pati jagung dan zat adiktif lainnya.

A. Metode Eksperimen

Dengan melakukan penelitian berdasarkan pengambilan data dari pembuatan kertas pembungkus makanan berbahan dasar jerami padi dan untuk variasi yang akan di gunakan merupakan variasi temperature dan waktu. Tujuan dari memvariasikan temeperatur dan waktu agar mendapatkan kualitas yang terbaik. Pengujian dilakukan sebagai berikut:

- a. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen.
- b. Variasi waktu yang digunakan dalam pemasakan adalah 1,2 dan 3 jam.
- c. Jumlah jerami yang digunakan berupa serbuk yang sudah di ayak dengan mest 18,40 dan 60 sebanyak 15 gram.
- d. Bahan kimia yang digunakan adalah NaOH, PVA dan aquades.

3.3 Alat dan Bahan

Terdapat beberapa alat penunjang dan bahaan-bahan yang digunakan pada percobaan ini sebagai berikut:

1. Alat

Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Mesin pencacah jerami.



Gambar 3.2 Mesin pencacah jerami

Mesin pencacah digunakan untuk mencacah jerami yang awalnya masih memiliki panjang rata-rata 30 cm menjadi 3 samapi 4 cm.

- 2) Mesin penepung.



Gambar 3.3 Mesin penepung

Mesin penepung ini diguakan untuk merubah jerami yang awalnya berukuran 3 sampai 4 cm berubah menjadi butiran-butiran tepung yang halus.

- 3) Mesin pengayak.



Gambar 3.4 Alat pengayak

Alat pengayak digunakan untuk memisahkan ukuran dari tepung jerami menjadi 3 ukuran yaitu ukuran mesh 18,40 dan 60.

4) Kompor listrik.



Gambar 3.5 Kompor listrik

Kompor listrik digunakan untuk memasak tepung jerami yang sudah dipisahkan ukurannya selama 1,2 dan 3 jam pemasakan. Dan membuat tepung jerami menjadi bubur.

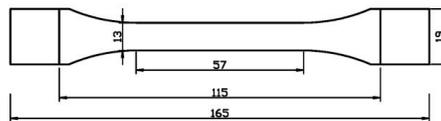
5) Oven.



Gambar 3.6 Oven

Oven digunakan untuk melakukan pengeringan pada spesimen material.

6) Cetakan.



Gambar 3.7 Cetakan

Pada penelitian ini cetakan digunakan sebagai tempat untuk membentuk bahan yang sudah diolah ,yang kemudian akan dilakukan proses pengujian Tarik setelah spesimen mengeras. Bentuk cetakan dapat dilihat pada gambar 3.7

7) pHmeter.



Gambar 3.8 pH meter

pH meter digunakan untuk mengukur jumlah pH yang ada dalam proses perendaman menggunakan NaOH.

8) Labu ukur.



Gambar 3.9 Labu ukur

Labu ukur digunakan untuk mencampurkan cairan NaOH agar konsentrasi dari cairan tersebut menjadi 4%. Dengan cara, 40gram NaOH dicampur dengan 1 liter aquades.

9) Gelas beaker.



Gambar 3.10 Gelas beaker

Gelas beaker digunakan untuk menghitung takaran air aquades yang akan melarutkan NaOH dan menjadi wadah dalam proses pencampuran antara bahan-bahan yang akan digunakan.

10) Naraca digital.



Gambar 3.11 Naraca digital

Timbangan digunakan untuk menghitung berat setiap pembuatan spesimen yang akan dibuat antara jerami, pati jagung.

11) Spatula laboratorium.



Gambar 3.12 Spatula laboratorium

Spatula laboratorium digunakan untuk mengambil setiap bahan bahan yang akan digunakan dan mengaduk bahan-bahan yang setelah dicampurkan.

2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

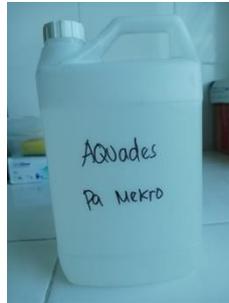
1) Jerami padi.



Gambar 3.13 Jerami Padi

Jerami padi digunakan untuk menjadi sumber serat dan bahan dasar dalam penelitian ini.

2) Air Aquades.



Gambar 3.14 Aquades

Aquades digunakan untuk melarutkan NaOH agar didapatkan larutan NaOH 4%

3) NaOH.



Gambar 3.15 NaOH

NaOH digunakan untuk menghilangkan lapisan lilin yang terkandung pada serat jerami.

4) Pati jagung.



Gambar 3.16 Pati jagung

Pati jagung digunakan untuk bahan perekat antara partikel partikel jerami dan sebagai juga pengisi rongga-rongga yang sangat kecil.

5) PVA (*polyvinyl alcohol*).



Gambar 3.17 PVA

PVA digunakan untuk menambah sifat anti air pada spesimen yang akan dibuat.

6) Magnesium stearate.



Gambar 3.18 Magnesium stearate

Magnesium stearate digunakan agar spesimen yang sudah dibuat tidak lengket terhadap cetakan yang digunakan.

7) Gliserol.



Gambar 3.19 Gliserol

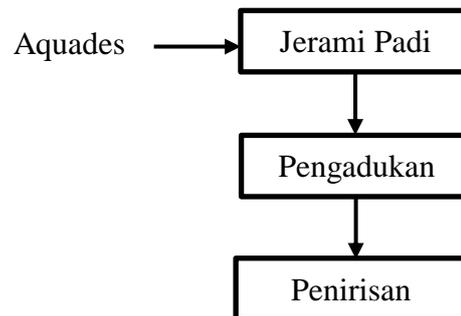
Gliserol digunakan agar mendapatkan spesimen yang dihasilkan tidak kaku.

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini melakukan beberapa tahapan yaitu preparasi jerami, pencacahan, perendaman, penepungan, pemasakan, pengepresan dan pengujian.

3.4.1 Preparasi Jerami

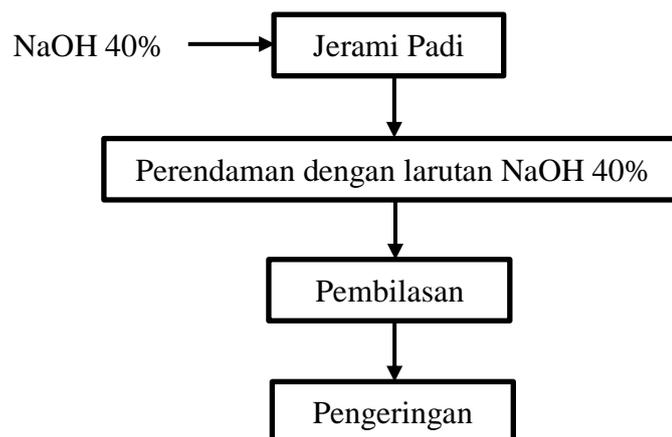
Jerami sebagai raw material penelitian akan dicuci bersih menggunakan aquades untuk menghilangkan sisa-sisa kotoran yang ada pada jerami padi.



Gambar 3.20 Diagram alir preparasi jerami

3.4.2 Perendaman Jerami

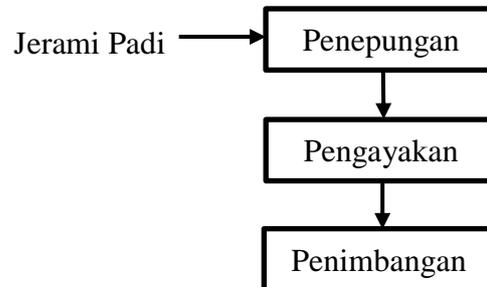
Perendaman menggunakan larutan dari NaOH 40% selama 1 jam bertujuan untuk menghilangkan kandungan silika yang terkandung dalam jerami padi.



Gambar 3.21 Diagram alir perendaman

3.4.3 Penepungan Jerami

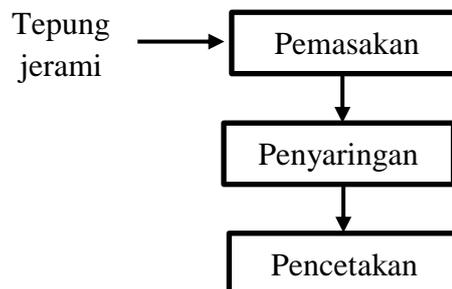
Penepungan ini bermaksud agar jerami yang sudah melalui proses di atas agar mendapatkan hasil tepung jerami padi dengan ukuran 80 *mesh*.



Gambar 3.22 Diagram alir penepungan

3.4.4 Pemasakan Tepung Jerami

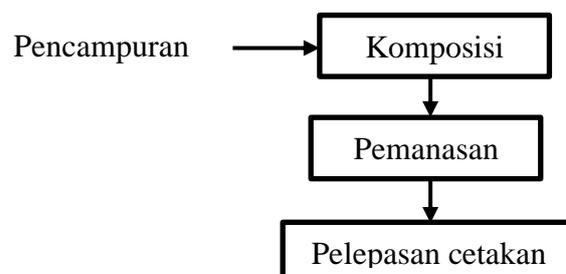
Pemasakan ini bertujuan agar tepung jerami dapat menjadi larutan menggunakan air aquades dan dipanaskan 100°C selama 1,2 dan 3 jam.



Gambar 3.23 Diagram alir pemasakan

3.4.5 Pencampuran

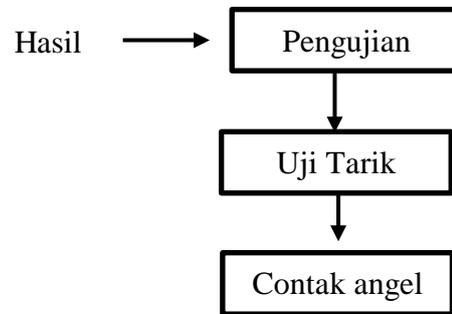
Pencampuran ini bertujuan agar adonan jerami dan pati jagung terbentuk menyerupai cetakan dan pemanasan bertujuan agar kadar air yang terkandung hilang.



Gambar 3.24 Diagram alir pengempaan

3.4.6 Pengujian Sifat Mekanik

Pengujian dilakukan agar dapat mengetahui hasil dari penelitian ini melalui proses uji SEM, kontak angel, dan uji Tarik.



Gambar 3.25 Diagram alir Pengujian

3.5 Material Propertis Styrofoam

Styrofoam merupakan material yang banyak digunakan sebagai pembungkus makanan, berikut ini merupakan material propertis dari material Styrofoam ditunjukkan pada tabel 3.1

Tabel 3.1 material propertis styrofoam

Material Propertis of styrofoam	
Density (kg/m^3)	75
Compressive strength (MPa)	1.7
Tensile strength (MPa)	2.2
Elastic Modulus (MPa)	105
Strain at break (%)	3

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Spesimen Uji Perbandingan Kadar Jerami Dan Pati Jagung

Spesimen uji pada penelitian ini menggunakan bahan dasar jerami padi dan pati jagung yang dicampurkan dengan zat adiktif lainnya seperti PVA, Gliserol dan MG stearate. Berikut ini adalah gambar spesimen yang dihasilkan dari komposisi 80%:20%, 50%:50% dan 20%:80%. Spesimen uji menggunakan kadar jerami 100% tidak dapat dicetak dikarenakan sifat serat jerami yang sulit untuk mengisi ruang kecil. Dan sedangkan untuk kandungan pati jagung 100% tidak dapat menyatu kerna sifatnya yang jika terkena air akan Tarik menarik dan menimbulkan ratakan disetiap sisinya.

Tabel 4.1 Sempel uji

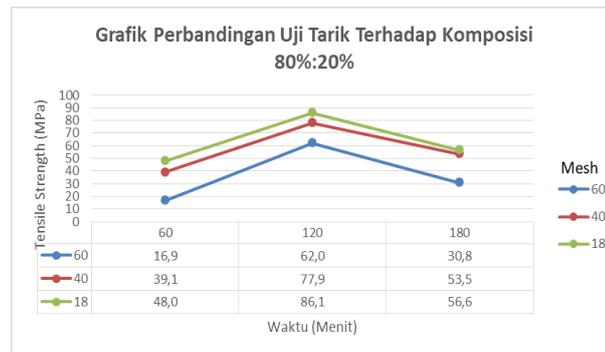
Jerami Padi : Pati Jagung	Hasil
80% : 20%	(a) 
50% : 50%	(b) 
20% : 80%	(c) 

Secara visual terlihat pada komposisi 80% jerami padi dan 20% pati jagung memiliki tekstur yang kasar dan berwarna gelap, lalu pada komposisi 50% jerami padi dan 50% pati jagung memiliki tekstur yang lebih halus dan memiliki warna yang lebih terang dibandingkan komposisi 80% jerami padi dan 20% pati jagung, kemudian pada komposisi 20% jerami padi dan 80%

pati jagung dihasilkan tekstur yang lebih halus dan warna yang lebih putih dibanding 50% jerami padi dan 50% pati jagung. Hal tersebut disebabkan karena semakin banyak jumlah komposisi jerami padi membuat tekstur spesimen lebih kasar dan memiliki warna yang lebih gelap dan semakin sedikit jerami padi maka tekstur yang didapat lebih halus dan memiliki warna yang lebih terang.

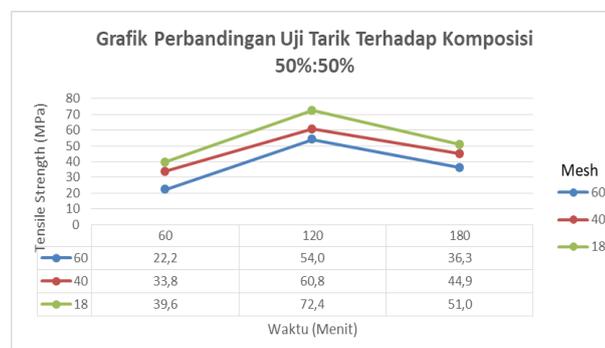
4.2 Pengaruh Ukuran Mesh Terhadap Tensile Strength Material Berbahan Dasar Jerami Padi

Spesimen yang telah terbentuk kemudian dilakukan pengujian kekuatan Tarik menggunakan alat uji Tarik ZHIQU ZQ 60 *Digital Force Gauge*. Berikut ini hasil uji Tarik yang ditampilkan pada gambar 4.1, 4.2 dan 4.3



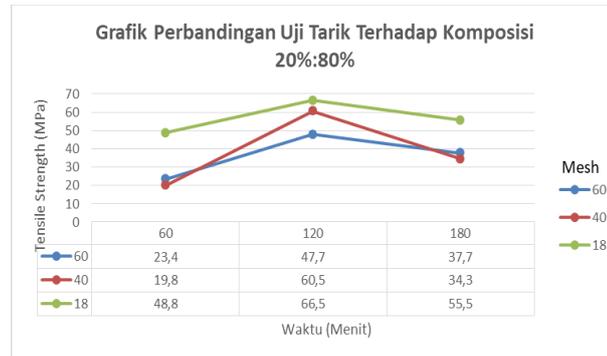
Gambar 4.1 Grafik perbandingan 80% : 20%

Dari hasil pengujian dengan komposisi 80% : 20% didapatkan nilai kekuatan Tarik tertinggi yaitu pada mesh 18 dengan waktu pemasakan selama 2 jam mendapatkan nilai kekuatan Tarik rata-rata 86,1 MPa. Kemudian nilai kekuatan Tarik terkecil yaitu pada mesh 60 dengan waktu pemasakan selama 1 jam mendapatkan nilai kekuatan Tarik rata-rata 16,9 MPa.



Gambar 4.2 Grafik perbandingan 50% : 50%

Dari hasil pengujian dengan komposisi 50% : 50% didapatkan nilai kekuatan Tarik tertinggi yaitu pada mesh 18 dengan waktu pemasakan selama 2 jam mendapatkan nilai kekuatan Tarik rata-rata 72,4 MPa. Kemudian nilai kekuatan Tarik terkecil yaitu pada mesh 60 dengan waktu pemasakan selama 1 jam mendapatkan nilai kekuatan Tarik rata-rata 39,6 MPa.



Gambar 4.3 Grafik pebandingan 20% : 80%

Dari hasil pengujian dengan komposisi 20% : 80% didapatkan nilai kekuatan Tarik tertinggi yaitu pada mesh 18 dengan waktu pemasakan selama 2 jam mendapatkan nilai kekuatan Tarik rata-rata 66,5 MPa. Kemudian nilai kekuatan Tarik terkecil yaitu pada mesh 40 dengan waktu pemasakan selama 1 jam mendapatkan nilai kekuatan Tarik rata-rata 19,8 MPa.

4.3 Analisa Hasil Uji Tarik

Dari proses pengambilan data untuk mengetahui pengaruh nilai kekuatan Tarik terhadap mesh, komposisi dan waktu pemasakan, dari pengolahan data tersebut diperoleh nilai kekuatan tarik yang dapat pada gambar 4.1, 4.2, dan 4.3.

Dari gambar grafik 4.1 sampai 4.3 terlihat bahwa nilai kekuatan Tarik tertinggi dipengaruhi oleh ukuran mesh dan waktu pemasakan. Semakin besar ukuran mesh dan semakin lama waktu pemasakan mendapatkan nilai kekuatan Tarik yang lebih besar dan semakin banyak komposisi jerami nilai kekuatan Tarik semakin besar. Hasil pengujian ini sama dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan melakukan pengujian FTIR didapat nilai hasil pengujian FTIR dengan lamanya waktu pemasakan dapat meningkatkan kadar selulosa. Meningkatnya kadar selulosa dapat meningkatkan kekuatan Tarik pada spesimen uji.

Tingginya nilai kekuatan tarik disebabkan karena spesimen dengan ukuran mesh 18 memiliki serat yang lebih besar jika dibandingkan dengan mesh 40 dan 60, karena pada mesh ukuran 40 dan 60 dihasilkan jerami berbentuk serbuk yang lebih kecil sehingga menyebabkan kekuatan tarik berkurang. Lalu banyaknya presentase komposisi jerami padi pada sampel membuat kekuatan Tarik menjadi lebih tinggi, fenomena tersebut disebabkan karena banyaknya komposisi jerami menghasilkan ikatan jerami yang semakin rapat dengan tambahan pati jagung PVA sebagai perekat, Kemudian lamanya pemasakan membuat pencampuran bubur jerami, pati jagung dan PVA semakin merata.

Semakin lama waktu pemasakan akan menyebabkan reaksi hidrolisis lignin semakin sempurna. Namun, waktu pemasakan yang terlalu lama menyebabkan selulosa terhidrolisis, sehingga akan menurunkan kualitas bubur jerami (Paskawati et al. 2011). pada waktu pemasakan 60 menit, kandungan selulosa pada bubur jerami tidak terbentuk sempurna, lalu mengalami peningkatan nilai uji Tarik pada pemasakan selama 120 menit, disebabkan kandungan selulosa pada bubur jerami sudah terbentuk sempurna dan mengalami penurunan pada waktu pemasakan selama 180 menit, dikarenakan selulosa yang terkandung pada bubur jerami telah mengalami degradasi sifat.

4.4 Surface Tension Permukaan Material Bahan Dasar Jerami Padi Dengan Metode Contact Angle Analysis

4.4.1 Rumus yang digunakan mencari nilai rata-rata atau mean

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n} \dots\dots\dots (4.1)$$

Keterangan:

\bar{X} : Nilai rata-rata

xi: Jumlah semua nilai

n: Banyaknya data

4.4.2 Rumus mencari simpangan baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}} \dots\dots\dots (4.2)$$

Keterangan:

S: Simpangan Baku

x_i : Nilai X ke-1.

\bar{X} : Nilai rata-rata.

n : Jumlah data.

4.4.3 Tegangan permukaan padat

$$\cos \theta = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} \dots \dots \dots (4.3)$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos \theta$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos \theta}{2} \right)^2 \cdot \gamma_L$$

$$\gamma_C = \left(\frac{1 + \cos \theta}{2} \right)^2 \cdot \gamma_L$$

Keterangan:

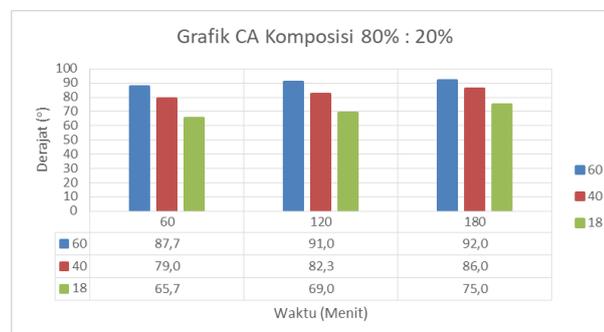
γ_C : Tegangan permukaan pada material

γ_L : Tegangan permukaan cairan

Hasil Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran

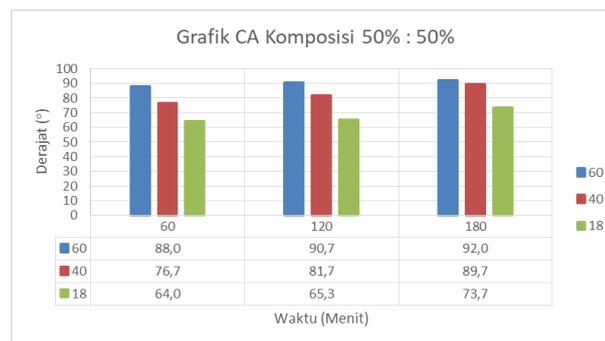
4.4.4 Hasil pengukuran

Spesimen yang telah di uji Tarik selanjutnya akan dilakukan pengujian sudut kontak dengan bantuan aplikasi imageJ unuk mengetahui sudut kontak dari suatu spesimen.



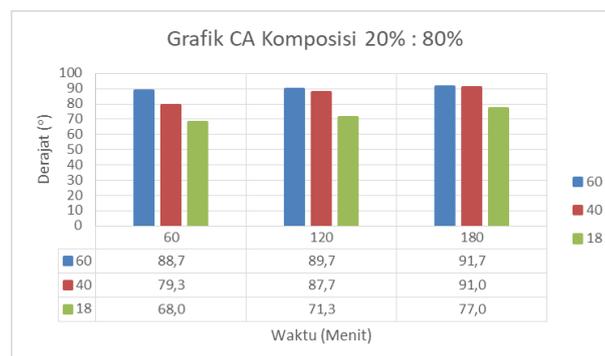
Gambar 4.4 Grafik hasil pengujian CA komposisi 80% : 20%

Dari nilai yang ditampilkan pada gambar 4.4 didapat grafik perbandingan antara setiap komposisi jerami padi dan pati jagung yang digunakan, diperoleh nilai dengan ketahanan air terbaik pada sampel di komposisi 80% : 20% memiliki nilai sudut kontak 92 derajat dengan ukuran mesh 60 dan waktu pemasakan 3 jam. Lalu sampel dengan katahanan air yang terendah pada mesh 18 dengan waktu pemasakan 1 jam dengan nilai sudut kontak 69 derajat.



Gambar 4.5 Grafik hasil pengujian CA komposisi 50% : 50%

Dari nilai yang ditampilkan pada Gambar 4.5 didapat grafik perbandingan antara setiap komposisi jerami padi dan pati jagung yang digunakan, diperoleh nilai dengan ketahanan air terbaik pada sampel di komposisi 50% : 50% memiliki nilai sudut kontak 92 derajat dengan ukuran mesh 60 dan waktu pemasakan 3 jam. Lalu sampel dengan katahanan air yang terendah pada mesh 18 dengan waktu pemasakan 1 jam dengan nilai sudut kontak 64 derajat.



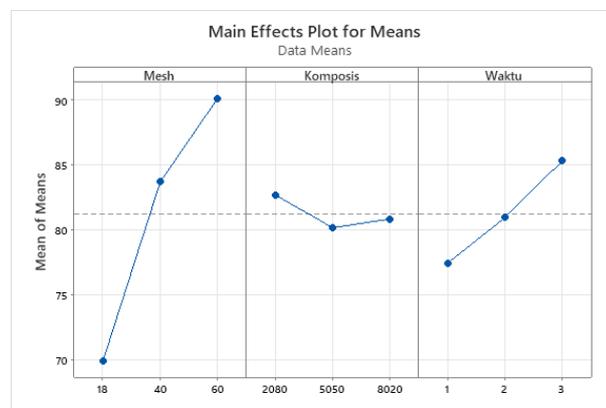
Gambar 4.6 Grafik hasil pengujian CA komposisi 20% : 80%

Dari nilai yang ditampilkan pada tabel 4.6 didapat grafik perbandingan antara setiap komposisi jerami padi dan pati jagung yang digunakan, diperoleh nilai dengan ketahanan air terbaik pada sampel di komposisi

20% : 80% memiliki nilai sudut kontak 91 derajat dengan ukuran mesh 60 dan waktu pemasakan 3 jam. Lalu sampel dengan katahanan air yang terendah pada mesh 18 dengan waktu pemasakan 1 jam dengan nilai sudut kontak 68 derajat.

4.5 Analisa Hasil Pengujian *Contact Angel*

Dari hasil pengujian dan pengolahan data diperoleh grafik perbandingan antara mesh, komposisi dan waktu pemasakan yang ditampilkan pada gambar 4.7 dan 4.8

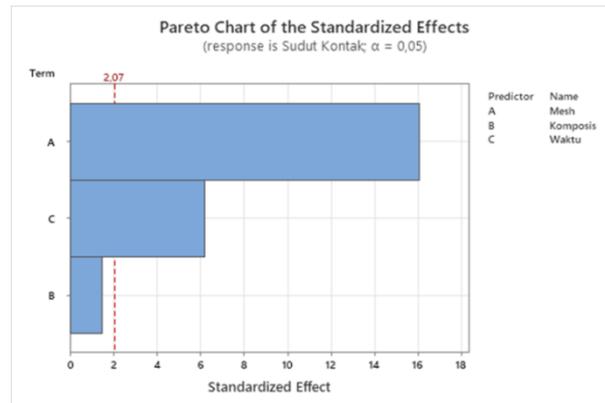


Gambar 4.7 Grafik Main Effects Plot For Means

Dari gambar grafik Main Effects Plot for Means yang ditunjukkan pada gambar 4.7 menunjukkan respon dari 3 parameter yang digunakan yaitu mesh, komposisi dan waktu secara terpisah. Pada sumbu X mewakili nilai parameter proses dan sumbu Y mewakili nilai respon dan garis putus-putus mewakili batas nilai optimum.

Dari proses pengujian *Contact angel* untuk mendapatkan spesimen yang tahan terhadap resapan air sebagai wadah makanan dengan parameter mesh, komposisi dan waktu pemasakan. Dari gambar 4.7 menunjukkan nilai sudut kontak tertinggi atau spesimen dengan kemampuan menahan resapan air yaitu pada ukuran 60 dan waktu pemasakan selama 3 jam. Hal tersebut disebabkan karna pada ukuran mesh yang besar terdapat banyak ruang kosong pada spesiemen uji yang menyebabkan air mudah masuk dan membuat nilai sudut kontak menjadi lebih kecil. Kemudian waktu

pemasakan yang sebentar membuat campuran bubur jerami, pati jagung dan PVA tidak tercampur sempurna, dan membuat spesimen dengan waktu pemasakan 1 jam memiliki nilai kontak angel yang kecil atau air mudah menyerap pada spesimen tersebut. Kemudian terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi nilai sudut kontak dari setiap spesimen yaitu ukuran mesh dan waktu pemasakan seperti yang ditampilkan pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Parameter Terhadap Sudut Kontak

4.6 Analisa Hasil Penelitian

Setelah dilakukan proses pengujian dan pengolahan data dari dua pengujian yang telah dilakukan yaitu uji Tarik dan uji sudut kontak diperoleh nilai kekuatan Tarik tertinggi sebesar 86,0667 MPa pada sampel dengan mesh ukuran 18 dengan komposisi 80% jerami padi dan 20% pati jagung melalui proses pemasakan selama 3 jam, namun pada sampel ini memiliki nilai sudut kontak yang cukup rendah di buktikan dengan nilai 75 derajat. (Nana Nasuha, Fikri, and Rizal 2020). Menyatakan bahwa ukuran panjang serat jerami yang ditambahkan mempengaruhi nilai tegangan Tarik pada sampel hal ini menunjukkan nilai tegangan Tarik yang lebih tinggi.

Nilai sudut kontak tertinggi didapat pada sampel dengan ukuran mesh 60 dan waktu pemasakan selama 3 jam, memiliki nilai rata-rata sudut kontak lebih dari 90 derajat yang diartikan bahwa spesimen tersebut bersifat *hidrofobik*. Namun pada sampel tersebut memiliki nilai kekuatan Tarik yang relative rendah yang disebabkan karna ukuran mesh yang terlalu halus atau kecil yang membuat sampel menjadi bersifat getas. (Mochamad Nur Hudha1*,

Gatot Eka Pramono² 2019) Mengatakan bahwa semakin kecil ukuran partikel akan menghasilkan nilai kekuatan Tarik menjadi kecil.

Diperoleh spesimen dengan kemampuan terhadap gaya Tarik yang cukup tinggi dan memiliki nilai sudut kontak yang tinggi yaitu pada mesh ukuran 40 dengan komposisi 80% jerami padi dan 20% pati jagung melalui proses pemasakan selama 2 jam, diperoleh nilai kekuatan Tarik rata-rata sebesar 77,9 MPa dan nilai sudut kontak rata-rata sebesar 84 derajat. Nilai optimal didapatkan karena pada spesimen tersebut memiliki mesh yang cukup halus membuat rongga pada sampel lebih sedikit dan membuat nilai sudut kontak lebih tinggi dan dengan persentase jerami padi yang lebih banyak sehingga membuat nilai kekuatan Tarik tinggi dengan waktu pemanasan 2 jam.

Kemudian spesimen dengan nilai uji Tarik dan nilai sudut kontak terendah yaitu pada komposisi spesimen 20% jerami padi dan 80% pati jagung dengan ukuran mesh 40, lama waktu pemasakan selama 1 jam. Diperoleh nilai kekuatan Tarik sebesar 19,8 MPa dan nilai sudut kontak rata-rata yaitu 79,3 derajat. Hal tersebut disebabkan karena pada spesimen tersebut hanya memiliki 20% jerami padi, yang membuat kekuatan Tarik pada spesimen ini berkurang, karena nilai selulosa yang rendah akibat proses pemasakan yang kurang lama.

Produk yang dihasilkan setelah dilakukan proses pengujian dapat disimpulkan jika material ini telah memenuhi standar sebagai bahan pembungkus makanan, hal tersebut didapatkan dengan membandingkan hasil pengujian spesimen uji dengan material propertis pada bahan pembungkus Styrofoam. Diperoleh nilai terendah pada material ini sebesar 16,9 MPa dengan nilai sudut kontak 87 derajat, nilai tersebut mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan material Styrofoam dimana nilai kekuatan Tariknya sebesar 2,2 MPa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan diperoleh kesimpulan yang didapat dari proses pengolahan dan analisa data sebagai berikut.

1. Untuk meningkatkan mekanikal propertis pada wadah makanan berbahan dasar jerami dibutuhkan bahan campuran sebagai perekat serat jerami padi seperti Pati jagung, PVA. Dimana penelitian ini diperoleh nilai kekuatan Tarik tertinggi sebesar 86,067 MPa dengan komposisi serat jerami padi 80% dan pati jagung 20%, waktu pemasakan selama 120 menit menggunakan mesh ukuran 18, dan ditambah dengan 30% PVA, 0,5% MG steart dan 1,5 Gliserol, Penambahan 20% pati jagung dan 30% PVA dapat meningkatkan daya rekat pada serat. Dari hasil yang didapat spesimen berwarna coklat tua, lebih cepat menyerap air jika dibandingkan dengan stayrofoam namun pada spesimen ini diperoleh nilai kekuatan Tarik yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan stayrofoam.
2. Produk yang dihasilkan setelah dilakukan proses pengujian dapat disimpulkan jika material ini telah memenuhi standar sebagai bahan pembungkus makanan, hal tersebut didapatkan dengan membandingkan hasil pengujian spesimen uji dengan material propertis pada bahan pembungkus Styrofoam. Diperoleh nilai terendah pada material ini sebesar 16,9 MPa dengan nilai sudut kontak 87 derajat, dan nilai tertinggi yaitu 86,067 MPa, nilai tersebut mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan material Styrofoam dimana nilai kekuatan Tariknya sebesar 2,2 MPa.
3. Produk berbahan jerami padi dan pati jagung dapat menjadi solusi alternatif pembungkus makanan pengganti styrofoam, dimana produk berbahan jerami padi memiliki sifat yang mudah terurai secara alami

dan memiliki kekuatan Tarik yang lebih tinggi serta ketahanan material menyerap air yang baik jika dibandingkan dengan Styrofoam.

4.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk melengkapi penelitian yang telah dilakukan agar lebih baik untuk kedepannya, sebagai berikut:

1. Perlu adanya perbaikan komposisi dengan variasi komposisi serat jerami yang lebih sedikit, demi pengembangan selanjutnya.
2. Menambahkan zat adiktif lainya untuk meningkatkan nilai ketahanan air.
3. Perlu adanya perbaruan teknologi yang digunakan untuk mendapatkan hasil dengan kualitas yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang, Oktavian et al. 2019. "Performance Study of Silica-Based Hydrophobic Membrane in Biodiesel Purification Process." *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan* 3(Vol 3, No 1 (2019)): 20–24. <https://rbaet.ub.ac.id/index.php/rbaet/article/view/66>.
- Cindrawati, Hanisa et al. 2021. "PENAMBAHAN ZAT LILIN DAUN TALAS SEBAGAI Addition of Taro Leaf Wax as a Hydrophobic Component in Reducing Water Uptake." 2(2): 42–49.
- Dahlan, Dahyunir, and Anggi S. Pravita. 2013. "Analisis Sifat Hidrofobik Dan Sifat Optik Lapisan Tipis TiO₂." *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*: 163–66.
- Fitrianda, Meilina Indah. 2013. *POTENSI APLIKASI NANOPARTIKEL TiO₂ SEBAGAI BAHAN PELAPIS GENTENG TANAH LIAT YANG BERSIFAT SELF CLEANING DAN THERMAL REDUCING*.
- Humaidi, Syahrul. 2016. "Pembuatan Dan Karakterisasi Kertas Dari Campuran Serat Jambul Nanas Dan Serat Jerami Padi." *Berita Selulosa* 45(1): 1–6.
- Kosasih, Engkos Achmad, Fauzan Widiyanto, Ahmad Alfian Farizi, and Rizal Ibnu Wahid. 2019. "Aquadest Production System as Steam Turbine Bottom Cycle III: Influence of Wastewater Percentage and Pinch Point Temperature Difference of Condenser." *AIP Conference Proceedings* 2062(2019).
- Maflahah, Iffan. 2010. "Analisis Proses Pembuatan Pati Jagung (Maizena)." *Embryo* 7(1): 40–45.
- Mawahib, M Zaenal, Sarjito Jokosisworo, and Hartono Yudo. 2017. "Pengujian Tarik Dan Impak Pada Pengerjaan Pengelasan SMAW Dengan Mesin Genset Menggunakan Diameter Elektroda Yang Berbeda." *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan* 14(1): 26–32.
- Mochamad Nur Hudha1*, Gatot Eka Pramono2, Roy waluyo3. 2019. "Kualitas Papan Partikel Yang Dihasilkan , Yaitu Partikel Yang Tidak Seragam Akan Dihasilkan Papan Partikel Dengan Kualitas Yang Kurang Baik , Karena Penyebaran Partikel Yang Tidak Merata Maka Dari Itu Dengan Menggunakan Saringan Mesh / Test Sieve Untuk Me." 1(3).

- Moeksin, Rosdiana, and Stevanus Ronald. 2009. "Pengaruh Kondisi, Perlakuan Dan Berat Sampel Terhadap Ekstraksi Antosianin Dari Kelopak Bunga Rosella Dengan Pelarut Akuades Dan Etanol." *Jurnal Teknik Kimia* 16(4): 11–18.
- Muis, Lince. 2013. "Pulpinisasi Jerami Pada Menggunakan Metode Organosolv." *Jurnal Sainmatika* 7(1): 1.
- Nana Nasuha, Cecep, Ahmad Fikri, and Ahmad Rizal. 2020. "Pengaruh Panjang Serat Jerami Terhadap Tegangan Tarik Pada Komposit Untuk Aplikasi Mobil Listrik." *Jurnal Fakultas Teknik* 1(1): 5–8.
- Paskawati, Yessica Arini, Susyana, Antaresti, and Ery Susiany Retnoningtyas. 2011. "Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas Komposit Alternatif." *Jurnal Widya Teknik* 9: 12–21.
- Pinem, Mekro Permana et al. 2022. "Droplet Behavior of Chitosan Film-Forming Solution on the Solid Surface." *South African Journal of Chemical Engineering* 41(April): 26–33.
- Sakinah, Anniesah Rahayu, and Insan Sunan Kurniawansyah. 2013. "Isolasi, Karakterisasi Sifat Fisikokimia, Dan Aplikasi Pati Jagung Dalam Bidang Farmasetik." *Farmaka* 16(2): 430–42.
- Salindeho, Robert Denti, Jan Soukota, and Rudy Poeng. 2018. "Pemodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material." *Jurnal J-Ensitem* 3(1): 1–11.
- Samsurizal, Rizki Pratama Putera, and Christiono. 2018. "Studi Sifat Transfer Hidrofobik Dari Bahan Isolator Polimer Silicone Rubber Akibat Pengaruh Cuaca Didaerah Tropis Perkotaan." *Jurnal Ilmiah Setrum* 7(2): 288–95.
- Wardhana, Krisna Adhitya, Saepulloh Saepulloh, and Reynaldo Biantoro. 2018. "Pemanfaatan Lumpur Primer Industri Kertas Sebagai Absorben." *Jurnal Selulosa* 8(01): 9.

LAMPIRAN

A. Lampiran A

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 60 komposisi 80%:20% dan waktu pemasakan 1 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{88+89+86}{3} \\ &= 87,6^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum(xi-\bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum(88-87)^2+(89-87)^2+(86-87)^2}{3}} \\ &= 1,5\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : $87,6 \pm 1,5$

$\theta = 1,5$

Jawab :

$$\begin{aligned}\cos 1,5 &= -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} \\ 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= 1 + \cos(1,5) \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \frac{1 + \cos \theta}{2} \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \left(\frac{1 + \cos(1,5)}{2}\right) \cdot 72,8 \\ \gamma C &= 87,6 \pm 1,5 \text{ mN m}^{-1}\end{aligned}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 60 komposisi 80%:20% dan waktu pemasakan 2 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{90+91+92}{3} \\ &= 91^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(90-91)^2 + (91-91)^2 + (92-91)^2}{3}}$$

$$= 1,6$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : 91 ± 1

$\theta = 1,6$

Jawab :

$$\cos 1,6 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,6)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,6)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 91 \pm 1 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 60 komposisi 80%:20% dan waktu pemasakan 3 jam.

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$= \frac{93+92+91}{3}$$

$$= 92^\circ$$

Mencari simpangan baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(93-92)^2 + (92-92)^2 + (93-92)^2}{3}}$$

$$= 1$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : 92 ± 1

$\theta = 1,6$

Jawab :

$$\cos 1,6 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} = 1 + \cos(1,6)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,6)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma C = 92 \pm 1 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 40 komposisi 80%:20% dan waktu pemasakan 1 jam.

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$= \frac{80+76+81}{3}$$

$$= 79^\circ$$

Mencari simpangan baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (80-79)^2 + (76-79)^2 + (81-79)^2}{3}}$$

$$= 2,6$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

$$\text{Mean} : 79 \pm 2,6$$

$$\theta = 1,4$$

Jawab :

$$\cos 1,4 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} = 1 + \cos(1,4)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,4)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma C = 79 \pm 1,4 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 40 komposisi 80%:20% dan waktu pemasakan 2 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{82+81+84}{3} \\ &= 82,3^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum (82-82,3)^2 + (81-82,3)^2 + (84-82,3)^2}{3}} \\ &= 1,5\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : $82,3 \pm 1,5$

$\theta = 1,5$

Jawab :

$$\begin{aligned}\cos 1,5 &= -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} \\ 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= 1 + \cos(1,5) \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \frac{1 + \cos \theta}{2} \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \left(\frac{1 + \cos(1,5)}{2}\right)^2 \cdot 72,8 \\ \gamma C &= 82,3 \pm 1,5 \text{ mN m}^{-1}\end{aligned}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 40 komposisi 80%:20% dan waktu pemasakan 3 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{88+86+89}{3} \\ &= 86^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum (88-86)^2 + (86-86)^2 + (89-86)^2}{3}} \\ &= 2\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

$$\text{Mean} : 86 \pm 2$$

$$\theta = 1,4$$

Jawab :

$$\cos 1,4 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,4)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,4)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 86 \pm 1,4 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 18 komposisi 80%:20% dan waktu pemasakan 1 jam.

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$= \frac{64+69+64}{3}$$

$$= 65,6^\circ$$

Mencari simpangan baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (64-65,6)^2 + (69-65,6)^2 + (64-65,6)^2}{3}}$$

$$= 2,8$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

$$\text{Mean} : 65,6 \pm 2,8$$

$$\theta = 1,1$$

Jawab :

$$\cos 1,1 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,1)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,1)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 65,6 \pm 2,8 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 18 komposisi 80%:20% dan waktu pemasakan 2 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{66+72+69}{3} \\ &= 69^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum(xi-\bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum(66-69)^2+(72-69)^2+(69-69)^2}{3}} \\ &= 3\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : 69 ± 3

$\theta = 1,2$

Jawab :

$$\begin{aligned}\cos 1,2 &= -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} \\ 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= 1 + \cos(1,2) \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \frac{1 + \cos \theta}{2} \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \left(\frac{1 + \cos(1,2)}{2}\right)^2 \cdot 72,8 \\ \gamma C &= 69 \pm 3 \text{ mN m}^{-1}\end{aligned}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 18 komposisi 80%:20% dan waktu pemasakan 3 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{77+75+73}{3} \\ &= 75^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum(xi-\bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum(77-75)^2+(75-75)^2+(73-75)^2}{3}} \\ &= 4,1\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

$$\text{Mean} : 75 \pm 4,1$$

$$\theta = 1,1$$

Jawab :

$$\cos 1,1 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,1)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,1)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 75 \pm 1,1 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 60 komposisi 50%:50% dan waktu pemasakan 1 jam.

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$= \frac{91+85+88}{3}$$

$$= 88^\circ$$

Mencari simpangan baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (91-88)^2 + (85-88)^2 + (88-88)^2}{3}}$$

$$= 3$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

$$\text{Mean} : 88 \pm 3$$

$$\theta = 1,5$$

Jawab :

$$\cos 1,5 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,5)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,5)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 88 \pm 1,5 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 60 komposisi 50%:50% dan waktu pemasakan 2 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{92+89+91}{3} \\ &= 90,6^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum(xi-\bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum(92-90,6)^2+(89-90,6)^2+(91-90,6)^2}{3}} \\ &= 1,5\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : $90,6 \pm 1,5$

$\theta = 1,6$

Jawab :

$$\begin{aligned}\cos 1,6 &= -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} \\ 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= 1 + \cos(1,6) \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \frac{1 + \cos \theta}{2} \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \left(\frac{1 + \cos(1,6)}{2}\right)^2 \cdot 72,8 \\ \gamma C &= 87,6 \pm 1,6 \text{ mN m}^{-1}\end{aligned}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 60 komposisi 50%:50% dan waktu pemasakan 3 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{91+92+93}{3} \\ &= 92^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum(xi-\bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum(91-92)^2+(92-92)^2+(93-92)^2}{3}} \\ &= 1\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : 92 ± 1

$\theta = 1,6$

Jawab :

$$\cos 1,6 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,6)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,6)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 92 \pm 1 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 40 komposisi 50%:50% dan waktu pemasakan 1 jam.

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$= \frac{75+73+81}{3}$$

$$= 76,6^\circ$$

Mencari simpangan baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (75-76,6)^2 + (73-76,6)^2 + (81-76,6)^2}{3}}$$

$$= 1,3$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : $76,6 \pm 4$

$\theta = 1,3$

Jawab :

$$\cos 1,3 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,3)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,3)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 76,6 \pm 4 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 40 komposisi 50%:50% dan waktu pemasakan 2 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{84+78+81}{3} \\ &= 81,6^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum (84-81,6)^2 + (78-81,6)^2 + (81-81,6)^2}{3}} \\ &= 3,2\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : $81,6 \pm 3,2$

$\theta = 1,4$

Jawab :

$$\begin{aligned}\cos 1,4 &= -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} \\ 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= 1 + \cos(1,4) \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \frac{1 + \cos \theta}{2} \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \left(\frac{1 + \cos(1,4)}{2}\right)^2 \cdot 72,8 \\ \gamma C &= 81,6 \pm 3,2 \text{ mN m}^{-1}\end{aligned}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 40 komposisi 50%:50% dan waktu pemasakan 3 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{87+91+91}{3} \\ &= 89,6^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum (87-89,6)^2 + (91-89,6)^2 + (91-89,6)^2}{3}} \\ &= 2,3\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : $89,6 \pm 2,3$

$\theta = 1,6$

Jawab :

$$\cos 1,6 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,6)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,6)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 89,6 \pm 2,3 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 18 komposisi 50%:50% dan waktu pemasakan 1 jam.

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$= \frac{63+65+64}{3}$$

$$= 64^\circ$$

Mencari simpangan baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (63-64)^2 + (65-64)^2 + (64-64)^2}{3}}$$

$$= 1$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : 64 ± 1

$\theta = 1,1$

Jawab :

$$\cos 1,1 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,1)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,1)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 64 \pm 1,1 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 18 komposisi 50%:50% dan waktu pemasakan 2 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{64+62+70}{3} \\ &= 65,3^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum(xi-\bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum(64-65,3)^2+(62-65,3)^2+(70-65,3)^2}{3}} \\ &= 4,1\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : $65,3 \pm 4,1$

$\theta = 1,1$

Jawab :

$$\begin{aligned}\cos 1,1 &= -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} \\ 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= 1 + \cos(1,1) \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \frac{1 + \cos \theta}{2} \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \left(\frac{1 + \cos(1,1)}{2}\right)^2 \cdot 72,8 \\ \gamma C &= 65,3 \pm 4,1 \text{ mN m}^{-1}\end{aligned}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 18 komposisi 50%:50% dan waktu pemasakan 3 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{73+70+78}{3} \\ &= 73,6^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum(xi-\bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum(73-73,6)^2+(70-73,6)^2+(78-73,6)^2}{3}} \\ &= 4\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

$$\text{Mean} : 73,6 \pm 4$$

$$\theta = 1,3$$

Jawab :

$$\cos 1,3 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,3)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,3)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 73,6 \pm 4 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 60 komposisi 20%:80% dan waktu pemasakan 1 jam.

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$= \frac{89+87+90}{3}$$

$$= 88,6^\circ$$

Mencari simpangan baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (89-88,6)^2 + (87-88,6)^2 + (90-88,6)^2}{3}}$$

$$= 1,5$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

$$\text{Mean} : 88,6 \pm 1,5$$

$$\theta = 1,5$$

Jawab :

$$\cos 1,5 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,5)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,5)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 88,6 \pm 1,5 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 60 komposisi 20%:80% dan waktu pemasakan 2 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{90+91+88}{3} \\ &= 89,6^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum (90-89,6)^2 + (91-89,6)^2 + (88-89,6)^2}{3}} \\ &= 1,5\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : $89,6 \pm 1,5$

$\theta = 1,5$

Jawab :

$$\begin{aligned}\cos 1,5 &= -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} \\ 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= 1 + \cos(1,5) \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \frac{1 + \cos \theta}{2} \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \left(\frac{1 + \cos(1,5)}{2}\right)^2 \cdot 72,8 \\ \gamma C &= 89,6 \pm 1,5 \text{ mN m}^{-1}\end{aligned}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 60 komposisi 20%:80% dan waktu pemasakan 3 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{91+93+91}{3} \\ &= 91,6^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum (91-91,6)^2 + (93-91,6)^2 + (91-91,6)^2}{3}} \\ &= 1,1\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : $91,6 \pm 1,1$

$\theta = 1,6$

Jawab :

$$\cos 1,6 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,6)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,6)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 91,6 \pm 1,1 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 40 komposisi 20%:80% dan waktu pemasakan 1 jam.

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$= \frac{79+81+78}{3}$$

$$= 79,3^\circ$$

Mencari simpangan baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (79-79,3)^2 + (81-79,3)^2 + (78-79,3)^2}{3}}$$

$$= 1,5$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : $79,3 \pm 1,5$

$\theta = 1,4$

Jawab :

$$\cos 1,5 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,4)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,4)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 79,3 \pm 1,5 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 40 komposisi 20%:80% dan waktu pemasakan 2 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{85+88+90}{3} \\ &= 87,6^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum (85-87,6)^2 + (88-87,6)^2 + (90-87,6)^2}{3}} \\ &= 2,5\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : $87,6 \pm 1,5$

$\theta = 1,2$

Jawab :

$$\begin{aligned}\cos 1,2 &= -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} \\ 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= 1 + \cos(1,2) \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \frac{1 + \cos \theta}{2} \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \left(\frac{1 + \cos(1,2)}{2} \right)^2 \cdot 72,8 \\ \gamma C &= 87,6 \pm 1,5 \text{ mN m}^{-1}\end{aligned}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 40 komposisi 20%:80% dan waktu pemasakan 3 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{91+92+90}{3} \\ &= 91^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum (91-91)^2 + (92-91)^2 + (90-91)^2}{3}} \\ &= 1\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

$$\text{Mean} : 91 \pm 1$$

$$\theta = 1,6$$

Jawab :

$$\cos 1,6 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,6)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,6)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 91 \pm 1 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 18 komposisi 20%:80% dan waktu pemasakan 1 jam.

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$= \frac{69+65+70}{3}$$

$$= 68^\circ$$

Mencari simpangan baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (69-68)^2 + (65-68)^2 + (70-68)^2}{3}}$$

$$= 2,6$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

$$\text{Mean} : 68 \pm 2,6$$

$$\theta = 1,2$$

Jawab :

$$\cos 1,2 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,2)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,2)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 68 \pm 2,6 \text{ mN m}^{-1}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 18 komposisi 20%:80% dan waktu pemasakan 2 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{71+73+70}{3} \\ &= 71,3^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum (71-71,3)^2 + (73-71,3)^2 + (70-71,3)^2}{3}} \\ &= 1,5\end{aligned}$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

Mean : $71,3 \pm 1,5$

$\theta = 1,2$

Jawab :

$$\begin{aligned}\cos 1,2 &= -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} \\ 2 \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= 1 + \cos(1,2) \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \frac{1 + \cos \theta}{2} \\ \sqrt{\frac{\gamma C}{\gamma L}} &= \left(\frac{1 + \cos(1,2)}{2} \right)^2 \cdot 72,8 \\ \gamma C &= 71,3 \pm 1,5 \text{ mN m}^{-1}\end{aligned}$$

- Perhitungan mencari nilai rata-rata pada mesh 18 komposisi 20%:80% dan waktu pemasakan 3 jam.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{79+77+75}{3} \\ &= 77^\circ\end{aligned}$$

Mencari simpangan baku

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum (79-77)^2 + (77-77)^2 + (75-77)^2}{3}}\end{aligned}$$

$$= 2$$

Pengaruh tegangan padat menggunakan cairan.

Diketahui :

$$\text{Mean} : 77 \pm 2$$

$$\theta = 1,3$$

Jawab :

$$\cos 1,3 = -1 + 2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}}$$

$$2 \sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = 1 + \cos(1,3)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

$$\sqrt{\frac{\gamma_C}{\gamma_L}} = \left(\frac{1 + \cos(1,3)}{2} \right)^2 \cdot 72,8$$

$$\gamma_C = 77 \pm 2 \text{ mN m}^{-1}$$

