

PENGARUH FRAKSI VOLUME KULIT JAGUNG DAN
TEMPERATUR INJEKSI TERHADAP KEKUATAN IMPAK
BIOKOMPOSIT MATRIKS POLIPROPILEN

SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK MATERIAL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana teknik



Disusun Oleh:

MOHAMMAD SYAHIRUL ROSADI
NIM. 0710620030 – 62

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2011



LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH FRAKSI VOLUME KULIT JAGUNG DAN TEMPERATUR INJEKSI TERHADAP KEKUATAN IMPAK BIOKOMPOSIT MATRIKS POLIPROPILEN

SKRIPSI KONSENTRASI TEKNIK MATERIAL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

MOHAMMAD SYAHIRUL ROSADI
NIM. 0710620030 – 62

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Sugiarto, ST., MT.

NIP. 19690417 199512 1 001

Putu Hadi Setyarini, ST., MT.

NIP. 19770806 200312 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH FRAKSI VOLUME KULIT JAGUNG DAN TEMPERATUR INJEKSI TERHADAP KEKUATAN IMPAK BIOKOMPOSIT MATRIKS POLIPROPILEN

SKRIPSI KONSENTRASI TEKNIK MATERIAL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

MOHAMMAD SYAHIRUL ROSADI
NIM. 0710620030 – 62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada tanggal 4 Agustus 2011

Penguji Skripsi I

Penguji Skripsi II

Dr. Ir. Achmad As'ad Sonief, MT.
NIP. 19591128 198710 1 001

Ir. I Made Gunadiarta, MT.
NIP. 19461001 197702 1 001

Penguji Komprehensif

Prof. Ir. I.N.G. Wardana, M. Eng., Ph.D.
NIP. 19590703 198303 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT.
NIP. 19720903 199702 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan atas segala berkah dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “Pengaruh Fraksi Volume Kulit Jagung dan Temperatur Injeksi Terhadap Kekuatan Impak Biokomposit Matriks Polipropilen”.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan akademis yang harus diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Atas selesainya skripsi ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Dr.Eng. Anindito Purnowidodo, ST., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Sugiarto, ST., MT., selaku pembimbing 1 skripsi yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Putu Hadi Setyarini, ST., MT., selaku pembimbing 2 skripsi yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama penyusunan skripsi ini.
5. Kedua orangtuaku yang sangat kucintai, Papa dan Mama yang telah memberikan doa serta dukungan moril dan materiil selama penelitian dan penyusunan skripsi.
6. Keluarga besar eyang Hoedojo dan eyang M. Adnan yang telah memberikan doa serta dukungan.
7. Rekan-rekan Mesin 2007 untuk seluruh dukungan yang diberikan.
8. Mas Rofik selaku laboran laboratorium pengujian bahan Politeknik Negeri Malang yang telah memberikan ilmu dan masukan selama penelitian.
9. Seluruh pihak terkait yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca sekaligus dapat menjadi bahan acuan penelitian lebih lanjut.

Malang, Juli 2011

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Definisi Komposit	5
2.3 Unsur Penyusun Komposit	5
2.4 Klasifikasi Komposit	6
2.4.1 Bahan Komposit Partikel	8
2.4.2 Bahan Komposit Serat	9
2.5 Tipe Komposit Serat	9
2.6 Faktor yang Mempengaruhi Performa Komposit	11
2.7 Resin Polipropilen	14
2.8 Kulit Jagung (corn husk)	16
2.9 Injection Molding	16
2.10 Pengujian Impak	17
2.11 Temperatur Injeksi	18
2.12 Fraksi Volume	19
2.13 Hipotesa	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Metode Penelitian	20
3.2 Variabel Penelitian	20

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.4 Spesimen Uji Impak untuk Komposit	21
3.5 Alat dan Bahan Penelitian	21
3.6 Prosedur Penelitian	26
3.6.1 Pembuatan Spesimen Uji Impak	26
3.6.2 Pengujian Impak	27
3.7 Rancangan Penelitian	28
3.8 Analisa Statistik	28
3.8 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Data hasil pengujian	33
4.2 Analisa Statistik	35
4.3 Pembahasan grafik	38
4.3.1 Analisis Pengaruh Fraksi Volume Kulit Jagung terhadap Kekuatan Impak Komposit	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Lambang dari masing-masing jenis polimer	7
Gambar 2.2	Klasifikasi komposit berdasarkan penguat	8
Gambar 2.3	Tipe komposit serat berdasarkan penguatnya	10
Gambar 2.4	Macam-macam tipe discontinuous fiber	11
Gambar 2.5	Tiga tipe orientasi pada reinforcement	12
Gambar 2.6	Polipropilen	14
Gambar 2.7	Lambang daur ulang polipropilen	15
Gambar 2.8	Mesin injection molding	17
Gambar 3.1	contoh spesimen uji impak ASTM D5942 untuk komposit	21
Gambar 3.2	Timbangan Digital	22
Gambar 3.3	Jangka Sorong	22
Gambar 3.4	Cetakan	23
Gambar 3.5	Cutter	23
Gambar 3.6	Gunting	23
Gambar 3.7	Kertas Milimeter Block	24
Gambar 3.8	Kikir	24
Gambar 3.9	Mesin Uji Impak Model Charpy	25
Gambar 3.10	Mesin Injection Molding	25
Gambar 3.11	Polipropilen dalam bentuk pellet	26
Gambar 3.12	Kulit Jagung	26
Gambar 3.13	Serat Kulit Jagung	27
Gambar 3.14.	Diagram alir pelaksanaan penelitian	31
Gambar 4.1	Grafik pengaruh fraksi volume kulit jagung terhadap kekuatan impak komposit	38
Gambar 4.2	Foto patahan spesimen dengan serat yang menggumpal	39
Gambar 4.3	Foto patahan spesimen dengan serat yang tidak menggumpal	40
Gambar 4.4	Grafik Pengaruh Temperatur Injeksi terhadap Kekuatan Impak Komposit	40
Gambar 4.5.	Foto patahan spesimen dengan serat yang terbakar	41
Gambar 4.6.	Foto patahan spesimen dengan serat yang tidak terbakar	41

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Rancangan Penulisan Data Pengujian Impak	28
Tabel 3.2	Rancangan Analisa Varian Dua Arah	29
Tabel 4.1	Data hasil pengujian kekuatan impak (Nmm/mm^2)	34
Tabel 4.2	Analisa Varian Dua Arah	37



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
1	Data Hasil Pengujian Impak
2	Surat Keterangan Penelitian



RINGKASAN

Mohammad Syahirul Rosadi, Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2011, Pengaruh Fraksi Volume Kulit Jagung dan Temperatur Injeksi Terhadap Kekuatan Impak Biokomposit Matriks Polipropilen, Dosen Pembimbing: Sugiarto dan Putu Hadi Setyarini.

Perkembangan serat alami sebagai filler dalam komposit telah meningkat tajam dalam beberapa tahun terakhir. Keunggulan produk dengan serat alami sebagai penguatnya antara lain biaya produksi lebih murah, bahan bakunya melimpah, kerapatannya rendah, bersifat biodegradable, serta memiliki sifat lebih baik dibanding bahan baku asalnya. Kulit jagung yang masih belum dimanfaatkan secara optimal akan digunakan sebagai filler dalam penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume kulit jagung dan temperatur injeksi terhadap kekuatan impak biokomposit matriks polipropilen.

Serat diambil dari kulit jagung dan dipotong sepanjang 2mm. Dengan menggunakan polipropilen sebagai matriks, komposit dibuat dengan metode injection molding. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah penambahan fraksi volume kulit jagung yaitu 0% ; 10% ; 20% ; 30% dan temperatur injeksi yaitu 180°C ; 190°C ; 200°C dengan tekanan injeksi sebesar 6,2 bar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume kulit jagung dan temperatur injeksi cenderung meningkatkan kekuatan impak komposit. Kekuatan impak tertinggi didapat pada fraksi volume kulit jagung 15% dan temperatur injeksi 190°C yaitu sebesar 3.75 Nmm/mm².

Kata kunci : komposit, kulit jagung, polipropilen, injection molding, kekuatan impak

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan dan pemanfaatan material komposit dewasa ini semakin berkembang, seiring dengan meningkatnya penggunaan bahan tersebut yang semakin meluas mulai dari yang sederhana seperti alat-alat rumah tangga sampai sektor industri baik industri skala kecil maupun industri skala besar. Komposit mempunyai keunggulan tersendiri dibandingkan dengan bahan teknik lain seperti kuat, ringan, tahan korosi, serta ekonomis.

Perkembangan serat alami sebagai filler dalam komposit telah meningkat tajam dalam beberapa tahun terakhir. Keunggulan produk dengan serat alami sebagai penguatnya antara lain biaya produksi lebih murah, bahan bakunya melimpah, kerapatannya rendah, bersifat biodegradable, serta memiliki sifat lebih baik dibanding bahan baku asalnya.

Konsep kembali ke alam yang mulai dicanangkan untuk mengatasi kerusakan alam yang semakin tidak terkendali pada masa sekarang ini merupakan istilah yang perlu ditanggapi oleh ilmu pengetahuan dan teknologi salah satunya dengan pemanfaatan serat alam sebagai bahan penguat komposit. Indonesia yang memiliki sumber daya alam yang melimpah sehingga sangat tepat sebagai daerah pengembangan material komposit serat alam.

Sulistyono (2006) meneliti penggunaan serbuk kaca (soda lime glass particle) sebagai penguat komposit matriks polipropilen. Kekuatan tarik dan tekuk mengalami peningkatan dengan bertambahnya fraksi volume serbuk kaca mulai 10% sampai 30%. Ketika fraksi volume serbuk kaca ditambah melebihi 30% kekuatan tekuk dan tariknya mengalami penurunan.

Hardana (2006) meneliti komposit poliester yang diperkuat serbuk sekam padi (rice husk flour). Penambahan serbuk sekam padi sampai 40% memberi efek penguatan positif terhadap nilai kekerasan material komposit poliester. Sedangkan nilai kekuatan tariknya mengalami peningkatan sampai fraksi volume 20%, kemudian menurun.

Waskito (2009) meneliti penggunaan serbuk kayu ulin pada komposit matriks polipropilen. Kekuatan kejut mengalami peningkatan dengan bertambahnya fraksi volume serbuk kayu mulai 5% sampai 15%. Peningkatan temperatur injeksi juga

meningkatkan kekuatan impact, mulai 175° sampai 195°, namun kekuatan kejut mengalami penurunan pada temperatur 205°.

Kulit jagung masih belum dimanfaatkan secara optimal dan kebanyakan dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan sebagian lagi untuk kerajinan industri rumah tangga. Oleh karena itu penelitian ini mencoba memanfaatkan material yang melimpah tersebut.

Penelitian dilakukan dengan merekayasa perbandingan antara filler, dalam hal ini kulit jagung, dan polipropilen sebagai matriks. Penggunaan kulit jagung sebagai filler pengganti fiber diharapkan dapat memiliki kekuatan yang sama seperti komposit berbahan fiber sintetis. Polipropilen digunakan karena memiliki densitas yang paling rendah dari semua resin termoplastik (sekitar 0,9 g/cm³). Kombinasi dari kekuatan, kekakuan, ketahanan fatik dan kimia inilah yang membuat polipropilen sangat berguna di banyak situasi (Crawford, 1989: 12).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas maka dapat diambil suatu rumusan masalah, yaitu:

“Bagaimana pengaruh fraksi volume kulit jagung dan temperatur injeksi terhadap kekuatan impact biokomposit matriks polipropilen?”

1.3. Batasan Masalah

Akibat banyaknya kemungkinan yang terjadi, permasalahan harus dibatasi. Batasan masalah yang diambil yaitu:

1. Matriks yang digunakan adalah resin polipropilen (PP) bentuk pellet
2. Filler yang digunakan adalah kulit jagung
3. Diameter serat diasumsikan seragam
4. Susunan serabut yang digunakan adalah acak (random)
5. Proses yang digunakan untuk mencetak spesimen adalah proses injection molding
6. Pengujian yang dilakukan adalah charpy impact test

1.4. Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh fraksi volume kulit jagung dan temperatur injeksi terhadap kekuatan impact biokomposit matriks polipropilen.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Mahasiswa dapat menerapkan teori yang didapatkan selama masa perkuliahan
2. Mengetahui pengaruh fraksi volume serat kulit jagung dan temperatur terhadap kekuatan impak biokomposit matriks polipropilen.
3. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi penelitian selanjutnya
4. Menambah nilai guna serat kulit jagung jika digunakan untuk pembuatan material komposit seperti penelitian ini



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Sebelumnya

Sulistiyono (2006) meneliti pengaruh fraksi volume serbuk kaca (soda lime glass particle) sebagai penguat komposit matriks polipropilen terhadap kekuatan mekanik.

Variabel yang digunakan adalah perbandingan fraksi volume antara serbuk kaca (soda lime glass particle) daur ulang dengan matriks polipropilen daur ulang dalam material komposit, sebesar (0:100) ; (10:90) ; (20:80) ; (30:70). Komposit dibuat dengan mesin injection molding dengan variabel terkontrol adalah temperatur injeksi 175°C, tekanan injeksi 6,2 bar, dan kecepatan putaran screw pada proses injeksi sebesar 40 rpm.

Kekuatan tarik komposit mengalami peningkatan dengan bertambahnya fraksi volume serbuk kaca mulai 10% sampai 30%. Kekuatan tarik rata-rata tertinggi dicapai pada fraksi volume serbuk kaca 30% sebesar 57,541 N.mm⁻². Kekuatan lentur komposit mengalami peningkatan dengan bertambahnya fraksi volume serbuk kaca mulai 10% sampai 30%. Kekuatan lentur rata-rata tertinggi dicapai pada fraksi volume serbuk kaca 30% sebesar 37,300 Nmm⁻².

Hardana (2006) meneliti pengaruh fraksi volume komposit poliester yang diperkuat serbuk sekam padi (rice husk flour) terhadap kekuatan mekaniknya. Penambahan serbuk sekam padi sebagai filler dengan fraksi volume 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%. Proses pembuatan komposit dengan metode pengecoran (casting). Hasil penelitian menunjukkan nilai kekerasan meningkat sampai fraksi volume 40% sebesar 32,027 BHN. Sedangkan pada nilai kekuatan tarik mengalami peningkatan sampai fraksi volume 20%, sebesar 74,019 N.mm⁻² kemudian mengalami penurunan pada fraksi volume di atas 20%.

Waskito (2009) meneliti pengaruh temperatur injeksi fraksi volume serbuk kayu ulin terhadap kekuatan kejut komposit matriks polipropilen. Variabel bebasnya adalah perbandingan fraksi volume serbuk kayu ulin dan matriks polipropilen yaitu (0:100) ; (5:95) ; (10:90) ; (15:85) dan temperatur injeksi sebesar 175°C, 185°C, 195°C, dan 205°C. tekanan injeksi yang digunakan sebesar 6,2 bar. Kekuatan kejut mengalami peningkatan dengan bertambahnya fraksi volume serbuk kayu mulai 5% sampai 15%. Peningkatan temperatur injeksi juga meningkatkan kekuatan impak, mulai 175° sampai 195°, namun kekuatan kejut mengalami penurunan pada temperatur 205°. kekuatan

kejut komposit rata-rata tertinggi dicapai pada temperatur injeksi 195°C dengan fraksi volume serbuk kayu ulin 15%, yaitu sebesar 30685,30 J/m².

2.2. Definisi Komposit

Komposit merupakan kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, komposisi kimianya, dan tidak saling melarutkan antara materialnya dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya (Gibson, 1994: 1).

Triyono dan Diharjo (2000) mengemukakan bahwa kata komposit (composite) merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. Composite berasal dari kata kerja “to compose” yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan.

2.3. Unsur Penyusun Komposit

Pada umumnya, bahan penyusun komposit terdiri dari dua unsur, yaitu filler (serat) dan matriks (Gibson: 1994: 11).

1. Filler (Serat)

Banyak jenis serat baik serat alam maupun serat sintetik. Serat alam yang utama adalah kapas, wol, sutra dan rami (hemp), sedangkan serat sintetik adalah rayon, polyester, akril, dan nilon. Masih banyak serat lainnya dibuat untuk memenuhi keperluan sedangkan yang disebut di atas adalah jenis yang paling dikenal.

Secara garis besar dapat disebutkan bahwa serat alam adalah kelompok serat yang dihasilkan dari tumbuhan, binatang dan mineral. Penggunaan serat alam di industri tekstil dan kertas secara luas tersedia dalam bentuk serat sutera, kapas, kapuk, rami kasar (flax), goni, rami halus dan serat daun.

Serat inilah yang terutama menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik lainnya. Serat inilah yang menahan sebagian besar gaya-gaya yang bekerja pada bahan komposit.

Komposit dengan penguat serat (fibrous composite) sangat efektif, karena bahan dalam bentuk serat jauh lebih kuat dan kaku dibanding bahan yang sama dalam bentuk padat (bulk). Kekuatan serat terletak pada

ukurannya yang sangat kecil, kadang-kadang dalam orde mikron. Ukuran yang kecil tersebut menghilangkan cacat-cacat dan ketidaksempurnaan kristal yang biasa terdapat pada bahan berbentuk padatan besar, sehingga serat menyerupai kristal tunggal yang tanpa cacat, dengan demikian kekuatannya sangat besar.

2. Matrikss

Matrikss dalam susunan komposit bertugas melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik. Matrikss harus bisa meneruskan beban dari luar ke serat. Umumnya matrikss terbuat dari bahan-bahan yang lunak dan liat. Polimer (plastik) merupakan bahan umum yang biasa digunakan. Matrikss juga umumnya dipilih dari kemampuannya menahan panas. Polyester, vinilester dan epoksi adalah bahan-bahan polimer yang sejak dahulu telah dipakai sebagai bahan matrikss.

Sifat khas bahan polimer pada umumnya adalah sebagai berikut:

1. Memiliki mampu cetak yang baik
2. Produk yang ringan dan kuat dapat dibuat
3. Banyak diantara polimer bersifat isolasi listrik yang baik
4. Baik sekali dalam ketahanan air dan zat kimia
5. Produk – produk dengan sifat yang berbeda dapat dibuat tergantung pada cara pembuatannya
6. Umumnya bahan polimer lebih murah
7. Kurang tahan terhadap panas
8. Kekerasan permukaan yang sangat kurang
9. Kurang tahan terhadap pelarut
10. Mudah termuati listrik secara elektrosatitik
11. Beberapa bahan tahan abrasi atau mempunyai koefisien gesek yang kecil (Surdia, 2000: 281)

2.4. Klasifikasi Komposit

Komposit berdasarkan matrikss yang digunakan dibedakan menjadi:

- MMC : Metal Matrix Composite (menggunakan matrikss logam)
- CMC : Ceramic Matrix Composite (menggunakan matrikss keramik)
- PMC : Polymer Matrix Composite (menggunakan matrikss polymer) merupakan matrikss yang paling umum digunakan pada material komposit. Karena memiliki

sifat yang lebih tahan karat, korosi dan lebih ringan. Matriks polymer terbagi 2 yaitu termoset dan termoplastik. Perbedaananya polymer termoset tidak dapat didaur ulang sedangkan termoplastik dapat didaur ulang sehingga lebih banyak digunakan belakangan ini. Jenis2 termoplastik yang biasa digunakan : polipropilen (PP), polystyrene (PS), polyethylene (PE), dll. Berikut lambang dari masing2 jenis polimer sesuai pada gambar 2.1.

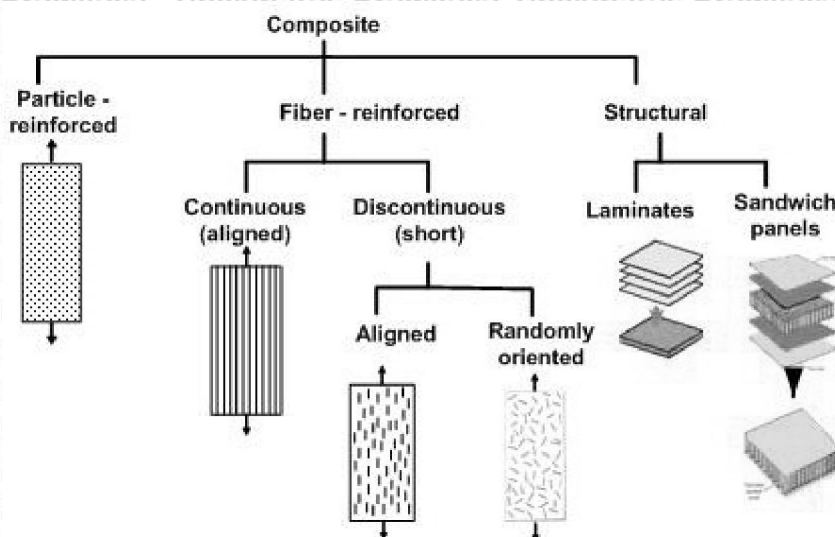


Gambar 2.1 Lambang dari masing-masing jenis polymer
Sumber : <http://ramatawa.files.wordpress.com/2008/11/recycling-logos2.jpg>

Sedangkan berdasarkan bentuk dari penguatnya dibedakan menjadi:

- Particulate Composite Materials (komposit partikel) merupakan jenis Komposit yang menggunakan partikel/butiran sebagai filler (pengisi). Partikel berupa logam atau non logam dapat digunakan sebagai filler.
- Fibrous Composite Materials (komposit serat) terdiri dari dua komponen penyusun yaitu matriks dan serat.
- Structural Composite Materials (komposit berlapis) terdiri dari sekurang-kurangnya dua material berbeda yang direkatkan bersama-sama. Proses pelapisan dilakukan dengan mengkombinasikan aspek terbaik dari masing-masing lapisan untuk memperoleh bahan yang berguna.

Klasifikasi komposit berdasarkan penguatnya ditunjukkan pada gambar 2.2 di bawah ini



Gambar 2.2 Klasifikasi komposit berdasarkan bentuk penguatnya
 Sumber : <http://ramatawa.files.wordpress.com/2008/11/klas-komposit.jpg>

Menurut bentuk material penyusunnya, komposit dapat dibedakan menjadi lima jenis, (Schwartz, 1984) yaitu :

1. Fiber composites (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matriks.
2. Flake composites adalah gabungan serpih rata dengan matriks.
3. Particulate composites adalah gabungan partikel dengan matriks.
4. Filled composites adalah gabungan matriks continuous skeletal
5. Laminar composites adalah gabungan lapisan atau unsur pokok lamina.

Secara umum bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (particulate composite) dan bahan komposit serat (fiber composite). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang diikat oleh matriks. Bentuk partikel ini dapat bermacam-macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan bentuk-bentuk yang tidak beraturan secara acak. Sedangkan bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matriks. Bentuknya ada 2 macam yaitu serat panjang dan serat pendek.

2.4.1. Bahan Komposit Partikel

Dalam struktur komposit, bahan komposit partikel tersusun dari partikel-partikel disebut bahan komposit partikel (particulate composite). Menurut definisinya partikelnya berbentuk-beberapa macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan bentuk-bentuk yang tidak beraturan secara acak, tetapi secara rata-rata berdimensi sama. Bahan komposit partikel umumnya digunakan sebagai pengisi dan penguat bahan komposit keramik (ceramic matrix composites) (Hadi, 2000).

Bahan komposit partikel pada umumnya lebih lemah dibanding bahan komposit serat. Bahan komposit partikel mempunyai keunggulan, seperti ketahanan terhadap aus, tidak mudah retak dan mempunyai daya pengikat dengan matriks yang baik.

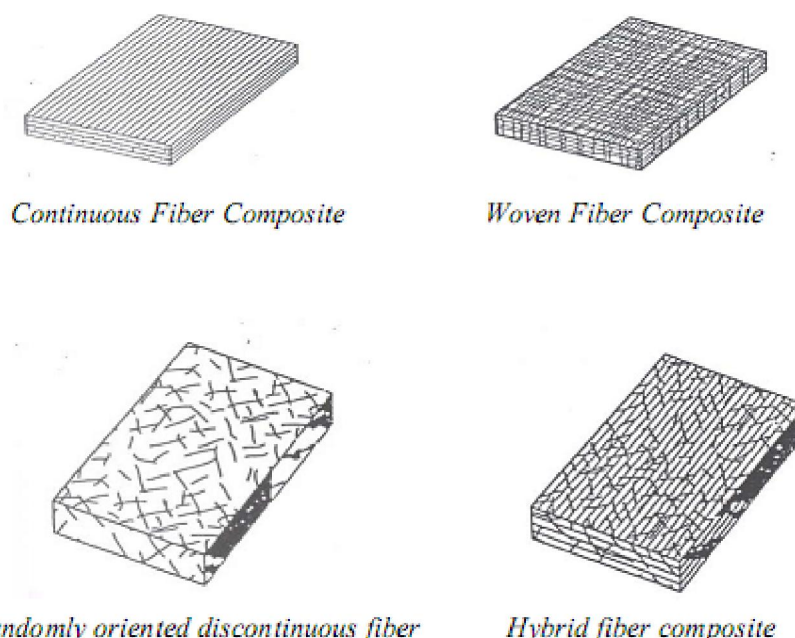
2.4.2. Bahan Komposit Serat

Unsur utama komposit adalah serat yang mempunyai banyak keunggulan, oleh karena itu bahan komposit serat yang paling banyak dipakai. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matriks yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (continuos fiber) dan serat pendek (short fiber atau whisker). Dalam penelitian ini diambil bahan komposit serat (fiber composite). Penggunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Karena itu bahan komposit serat sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat.

Komposit serat dalam dunia industri mulai dikembangkan dari pada menggunakan bahan partikel. Bahan komposit serat mempunyai keunggulan yang utama yaitu strong (kuat), stiff (tangguh), dan lebih tahan terhadap panas pada saat didalam matriks (Schwartz, 1984). Dalam perkembangan teknologi pengolahan serat, membuat serat sekarang makin diunggulkan dibandingkan material matriks yang digunakan. Cara yang digunakan untuk mengkombinasi serat berkekuatan tarik tinggi dan bermodulus elastisitas tinggi dengan matriks yang bermassa ringan, berkekuatan tarik rendah, serta bermodulus elastisitas rendah makin banyak dikembangkan guna untuk memperoleh hasil yang maksimal. Komposit pada umumnya menggunakan bahan plastik yang merupakan material yang paling sering digunakan sebagai bahan pengikat seratnya selain itu plastik mudah didapat dan mudah perlakuannya, dari pada bahan dari logam yang membutuhkan cara tersendiri. (Hadi, 2000)

2.5. Tipe Komposit Serat

Untuk memperoleh komposit yang kuat harus dapat memampatkan serat dengan benar. Beberapa tipe serat pada komposit berdasarkan penempatannya ditunjukkan pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Tipe komposit serat berdasarkan penempatan
Sumber : Gibson (1994 : 5)

1. Continuous Fiber Composite

Continuous atau uni-directional, mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriksnya. Jenis komposit ini paling sering digunakan. Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriksnya.

2. Woven Fiber Composite (bi-directional)

Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah.

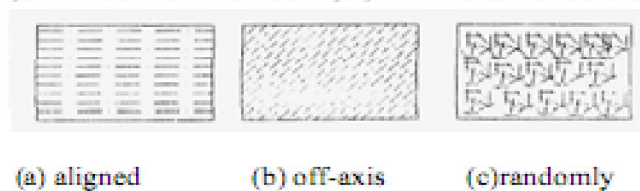
3. Discontinuous Fiber Composite

Discontinuous Fiber Composite adalah tipe komposit dengan serat pendek. Tipe ini dibedakan lagi menjadi 3 (Gibson, 1994 : 157):

- a) Aligned discontinuous fiber
- b) Off-axis aligned discontinuous fiber
- c) Randomly oriented discontinuous fiber

Pada penelitian ini menggunakan Randomly oriented discontinuous fiber merupakan komposit dengan serat pendek yang tersebar secara acak diantara matriksnya. Tipe acak sering digunakan pada produksi dengan volume besar karena faktor biaya manufakturnya yang lebih murah. Kekurangan dari

jenis serat acak adalah sifat mekanik yang masih dibawah dari penguatan dengan serat lurus pada jenis serat yang sama. Macam-macam tipe discontinuous fiber ditunjukkan pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Macam-macam tipe discontinuous fiber
Sumber : Gibson (1994 : 157)

4. Hybrid Fiber Composite

Hybrid fiber composite merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihanannya.

2.6. Faktor yang Mempengaruhi Performa Komposit

Penelitian yang mengabungkan antara matriks dan filler harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi performa komposit antara lain:

1. Faktor Serat

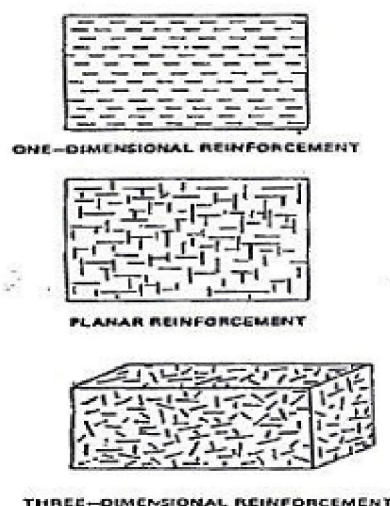
Serat adalah bahan pengisi matriks yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matriks yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matriks pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

2. Letak Serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam matriks yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut.

Menurut tata letak dan arah serat diklasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu:

- Ø One dimensional reinforcement, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah axis serat.
- Ø Two dimensional reinforcement (planar), mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
- Ø Three dimensional reinforcement, mempunyai sifat isotropic kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya.



Gambar 2.5 Tiga tipe orientasi pada reinforcement
Sumber : Gibson, 1994 : 157.

Seperti diperlihatkan pada gambar 2.5, pencampuran dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak (random) maka sifat mekanik pada 1 arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar maka kekuatannya juga akan menyebar kesegala arah maka kekuatan akan meningkat.

3. Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit serat pada matriks sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Ada 2 penggunaan serat dalam campuran komposit yaitu serat pendek dan serat panjang.

Ditinjau dari teorinya, serat panjang dapat mengalirkan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lain. Pada struktur continuous fiber yang ideal, serat akan bebas tegangan atau mempunyai tegangan yang sama.

Sedangkan komposit serat pendek, dengan orientasi yang benar, akan menghasilkan kekuatan yang lebih besar jika dibandingkan continuous fiber. Hal ini terjadi pada whisker, yang mempunyai keseragaman kekuatan tarik setinggi 1500 kips/in² (10,3 GPa). Komposit berserat pendek dapat diproduksi dengan cacat permukaan yang rendah sehingga kekuatannya dapat mencapai kekuatan teoritisnya (Schwartz, 1984).

Faktor yang mempengaruhi variasi panjang serat chopped fiber composites adalah critical length (panjang kritis). Panjang kritis yaitu panjang

minimum serat pada suatu diameter serat yang dibutuhkan pada tegangan untuk mencapai tegangan saat patah yang tinggi (Schwartz, 1984).

4. Bentuk Serat

Bentuk Serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi (Schwartz, 1984).

5. Faktor Matriks

Matriks dalam komposit berfungsi sebagai bahan mengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari kerusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matriks, sehingga matriks dan serat saling berhubungan.

Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matriks. Selain itu matriks juga harus mempunyai kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Untuk memilih matriks harus diperhatikan sifat-sifatnya, antara lain seperti tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk dan tahan terhadap guncangan yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan material matriks.

Bahan Polimer yang sering digunakan sebagai material matriks dalam komposit ada dua macam adalah termoplastik dan termoset. Termoplastik dan termoset ada banyak macam jenisnya yaitu:

a. Termoplastik

- Polyamide (PI),
- Polysulfone (PS),
- Poluetheretherketone (PEEK),
- Polyhenylene Sulfide (PPS),
- Polipropilen (PP),
- Polietilen (PE)

b. Thermosetting

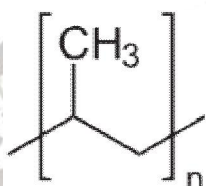
- Epoksi,
- Polyester,
- Phenolic,

- Plenol,
- Resin Amino,
- Resin Furan

6. Faktor Ikatan Fiber-Matriks

Komposit serat yang baik harus mampu untuk menyerap matriks yang memudahkan terjadi antara dua fase (Schwartz, 1984). Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matriks berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan. Kemampuan ini harus dimiliki oleh matriks dan serat. Ikatan yang biasanya terjadi adalah interlocking system (saling mengunci) dimana matriks mengisi setiap lekuk dari filler, sehingga meningkatkan daya ikatnya.

2.7. Resin Polipropilen



Gambar 2.6 Polipropilen

Sumber: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f9/Polypropylen.svg/200px-Polypropylen.svg.png>

Polipropilen menyerupai polyethylene, tetapi lebih keras dan kaku bila dibandingkan dengan HDPE (High Density Polyethylene). Polipropilen atau polipropilen (PP) adalah sebuah polimer termoplastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan dalam berbagai aplikasi, diantaranya pengemasan, tekstil, alat tulis, berbagai tipe wadah terpakaikan ulang serta bagian plastic, perlengkapan laboratorium, pengeras suara, komponen otomotif, dan uang kertas polimer. Rumus kimia dari polipropilen ditunjukkan pada gambar 2.6 di atas.

Pengolah leleh propilen biasa dicapai melalui ekstrusi dan pencetakan. Metode ekstrusi (pelelehan) yang umum menyertai produksi serta pinal ikat (spund bond) dan tiup (hembus) leleh untuk membentuk gulungan yang panjang untuk diubah menjadi beragam produk yang berguna seperti masker muka, penyaring, popok dan lap. Teknik pembentukan yang paling umum adalah pencetakan suntik yang digunakan untuk berbagai bagian seperti cangkir, alat pemotong, botol kecil, topi, wadah, perabotan dan suku cadang otomotif seperti baterai.

Monomernya adalah propilena ($\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}_2$), nama sistematisnya adalah poly(propilene). Polipropilen biasanya di daur ulang, dan symbol daur ulangnya adalah nomor 5. Titik leleh polipropilena 175°C . rumus molekul : $(\text{C}_3\text{H}_6)_x$. Densitasnya 0.855 g/cm^3 . (<http://www.wikipedia.org/polypropylene>). Lambang daur ulang polipropilen ditunjukkan pada gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.7 Lambang daur ulang polipropilen
Sumber:<http://3.bp.blogspot.com/PP+Symbol.JPG>

Polipropilen memiliki permukaan yang tidak rata, seringkali lebih kaku daripada beberapa plastik yang lain, lumayan ekonomis, dan bisa dibuat translusen (bening) saat tak berwarna tapi tidak setransparan polistirena, akrilik maupun plastic tertentu lainnya. Bisa pula dibuat buram atau berwarna warni melalui penggunaan pigmen. Polipropilena memiliki resistensi yang sangat bagus terhadap kelelahan (bahan).

Polipropilen sangat umum digunakan untuk pencetakan plastik dengan cara disuntikkan ke dalam cetakan dalam keadaan meleleh, membentuk berbagai bentuk yang kompleks pada volume yang tinggi dan biaya yang relatif rendah. Polipropilena yang diproduksi dalam bentuk lembaran telah digunakan secara meluas untuk produksi stationary folder, pengemasan, dan kotak penyimpanan (<http://www.wikipedia.org/polypropylene>).

Warna yang beragam, durabilitas, serta sifat resistensi polipropilen terhadap debu membuatnya ideal sebagai sampul pelindung untuk kertas serta berbagai bahan yang lain. Karakteristik ini juga membuat polipropilen digunakan dalam stiker kubus rubik.

2.8. Kulit Jagung (Corn Husk)

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan dunia yang terpenting, selain gandum dan padi. Selain sebagai sumber karbohidrat, jagung juga ditanam sebagai pakan ternak (hijauan maupun tongkolnya), diambil minyaknya (dari biji), dibuat tepung (dari biji, dikenal dengan istilah tepung jagung atau maizena), dan bahan baku industri (dari tepung biji dan tepung tongkolnya) (http://www.wikipedia.org/corn_husk). Kulit jagung atau kita kenal sebagai kelobot jagung yang merupakan bagian dari jagung yang masih belum dimanfaatkan secara optimal dan masih dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan sebagian untuk kerajinan industri rumah tangga.

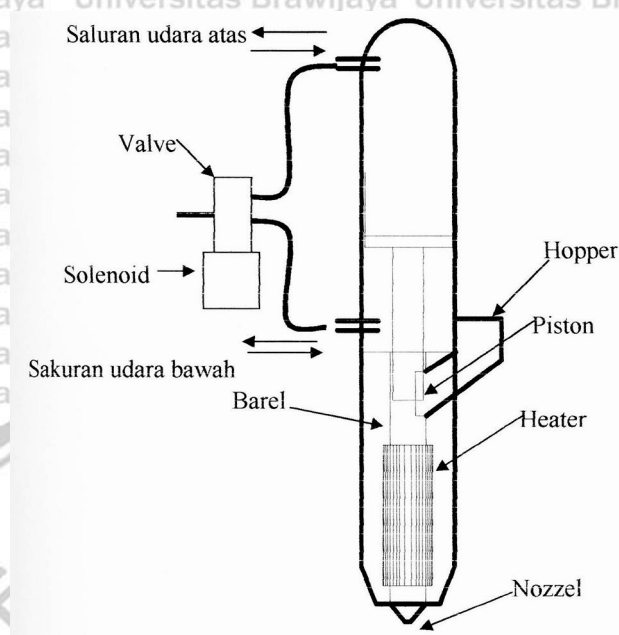
Kulit jagung kering dari lapisan terluar memiliki jumlah serat yang lebih tinggi daripada lapisan tengah dan dalam, yaitu sekitar 45%. Densitas serat kulit jagung sekitar 0,2 g/cm² untuk lapisan terluar. Pada lapisan terluar ini terdapat lignin dan selulosa yang lebih tinggi daripada lapisan-lapisan setelahnya. Lignin dan selulosa memberikan kekuatan pada serat kulit jagung sebagaimana bahan lignoselulosik lainnya, karena lignin merupakan perekat yang mengikat selulosa dengan ikatan yang kuat (Annisa, 2006).

2.9. Injection Molding

Injection molding adalah metode pemrosesan material termoplastik dimana material yang meleleh karena pemanasan diinjeksikan oleh plunger ke dalam cetakan yang didinginkan oleh air dimana material tersebut akan menjadi dingin dan mengeras sehingga bisa dikeluarkan dari cetakan (Crawford, 1989:185).

Untuk proses dari Injection molding diawali dengan adanya Termoplastik dalam bentuk butiran atau bubuk dan ditampung dalam sebuah hopper kemudian turun ke dalam barrel secara otomatis (karena gaya gravitasi) dimana ia dilelehkan oleh pemanas yang terdapat di dinding barrel dan oleh gesekan akibat perputaran sekrup injeksi. Plastik yang sudah meleleh diinjeksikan oleh sekrup injeksi (yang juga berfungsi sebagai plunger) melalui nozzle ke dalam cetakan yang didinginkan oleh air. Produk yang sudah dingin dan mengeras dikeluarkan dari cetakan oleh pendorong hidrolik yang tertanam dalam rumah cetakan selanjutnya diambil oleh manusia atau menggunakan robot. Pada saat proses pendinginan produk secara bersamaan di dalam barrel terjadi proses pelelehan plastik sehingga begitu produk dikeluarkan dari cetakan dan cetakan

menutup, plastik leleh bisa langsung diinjeksikan. Skema dari mesin injection molding ditunjukkan pada gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.8 Mesin injection molding

Sumber: Laboratorium Pengujian Bahan Politeknik Negeri Malang

Sebagian besar material polimer bisa diaplikasikan untuk proses ini, termasuk termoplastik, termoplastik yang diperkuat serat, termoset, dan elastomer. Proses ini juga tidak dibatasi oleh viskositas, artinya hampir semua bahan dengan viskositas yang bervariasi dapat diproses dengan metode ini.

2.10. Pengujian Impak

Kekuatan impak adalah energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen tiap satuan luas penampang lintang. Kekuatan impak merupakan istilah yang menyatakan jumlah energi yang diserap pada percobaan impak. Hasil pengujian impak terlanjur disebut sebagai kekuatan impak yang seharusnya adalah energi impak.

Umumnya kekuatan impak bahan polimer lebih kecil daripada kekuatan impak bahan logam. Kalau ikatan antar molekul kuat dan berat molekul besar, kekuatan impak biasanya besar. Seperti yang terjadi pada polipropilen bersifat getas dan mudah patah karena gaya tarik menarik antar molekul lemah. Selanjutnya pada umumnya sifat – sifat yang diperlukan dapat diperbaiki dengan menambahkan bahan pengisi yang cocok ke dalam resin.

Analisa kekuatan impact dilakukan dengan pengujian impact charpy. Dalam pengujian impact dengan metode ini, spesimen (benda kerja) dibuat sesuai dengan bentuk dan dimensi yang standar. Pada pengujian, spesimen ditumpu pada kedua ujungnya dan posisi takik membelakangi pendulum, sehingga akan memukul punggung takik

Adapun rumus yang digunakan dalam pengujian impact dengan metode charpy

Ø Energi yang diperlukan secara ideal

$$\begin{aligned} A_a &= m.g.h_1 - m.g.h_2 \\ &= m.g.(h_1 - h_2) \\ &= G.(h_1 - h_2) \\ &= G.L [\cos \alpha^\circ - \cos \beta^\circ] \end{aligned} \quad \text{(Pranoto, 1992, 57)} \quad (2-1)$$

Ø Kerugian energi pada alat

$$f = G.L [\cos \alpha_0^\circ - \cos \beta^\circ] \quad \text{(Pranoto, 1992, 57)} \quad (2-2)$$

Ø Energi aktual yang dibutuhkan

$$A = A_a - f \quad \text{(Pranoto, 1992, 57)} \quad (2-3)$$

Ø Energi yang dibutuhkan untuk mematahkan spesimen tiap satuan luas penampang

$$A_k = \frac{A}{F_o} \quad \text{(Pranoto, 1992, 57)} \quad (2-4)$$

Dimana:

α = sudut simpangan akhir dengan spesimen

α_0 = sudut simpangan akhir tanpa spesimen

β = sudut simpangan awal

F_o = luas penampang potong pada notch

L = panjang lengan pendulum

2.11. Temperatur Injeksi

Pada proses pembuatan komposit dengan injection molding, salah satu parameter yang berpengaruh terhadap kekuatan mekanik adalah temperatur injeksi. Kekuatan impact polipropilen murni akan meningkat seiring bertambahnya temperatur injeksi sampai 230°C (Lamminmaki et al, 2001). Pada komposit yang diperkuat serat, semakin tinggi temperatur yang diberikan, maka viskositas resin akan menurun, yang menyebabkan resin semakin mencair. Resin yang cair tersebut akan mengisi setiap

lekuk dari filler yang menyebabkan daya ikat antara matriks dan filler menjadi semakin kuat, sehingga meningkatkan kekuatan impaknya.

2.12. Fraksi Volume

Sifat-sifat komposit sangat dipengaruhi oleh komposisi serta sifat-sifat matriks dan penguat. Fraksi volume mempunyai peran yang cukup besar dalam menentukan sifat-sifat komposit. Semakin besar fraksi volume penguat maka semakin tinggi pula kekuatan komposit (Matthews dan Rawlings, 1994: 13).

2.13. Hipotesa

Penambahan serat kulit jagung menyebabkan tegangan yang diterima matriks, yaitu polipropilen akan tersubstitusi pada serat, dengan diiringi peningkatan temperatur injeksi, diharapkan kekuatan impak komposit akan meningkat.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimental. Metode ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung untuk mengetahui pengaruh fraksi volume dan temperatur injeksi terhadap kekuatan dampak biokomposit matriks polipropilen.

3.2. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (Independent Variable)

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Variabel bebas diubah – ubah untuk mendapatkan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Dalam penelitian ini Variabel bebasnya berupa fraksi volume antara filler dan matrik, yaitu (0:100) ; (10:90); (20:80) ; (30:70) dan temperatur penginjeksian, yaitu: 180°C, 190°C, 200°C.

2. Variabel Terkontrol (Control Variable)

Variabel Terkontrol adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Dalam penelitian ini variabel terkontrolnya adalah tekanan injeksi 6,2 bar (Agassant et al, 1991), dan panjang serat 2 mm.

3. Variabel Terikat (Dependent Variable)

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas dan variabel terkontrol dan diketahui setelah penelitian dilakukan. Variabel terikat yang diamati pada penelitian ini adalah kekuatan dampak.

3.3. Tempat dan Waktu Penelitian

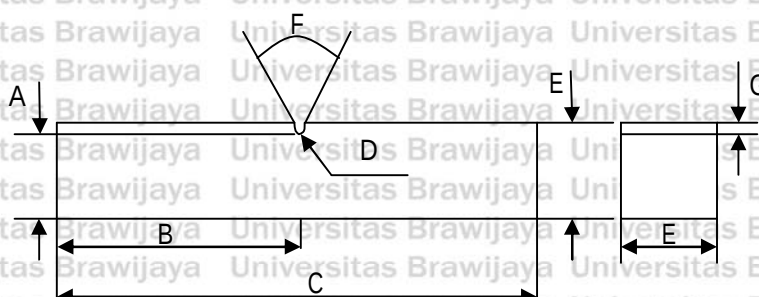
1. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Politeknik Negeri Malang

2. Waktu penelitian

Waktu penelitian dilakukan mulai awal Juni 2011

3.4. Spesimen Uji Impak untuk Komposit



Gambar 3.1 contoh spesimen uji impact ASTM D5942 untuk komposit

Sumber : ASTM, 1982 : 115

Keterangan:

A = $10,16 \pm 0,05$ mm

B = 32,20 mm

C = 63,50 mm

D = R $0,25 \pm 0,05$ mm

E = $12,70 \pm 0,15$ mm

F = $45^\circ \pm 0,5^\circ$

G = 2,54 mm

3.5. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian :

1. Timbangan Digital

Timbangan digunakan untuk menimbang seberapa beratnya resin dan serat dicampurkan sesuai dengan fraksi volumenya. Ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Timbangan Digital

Sumber: Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Brawijaya

2. Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur panjang, lebar dan tebal spesimen.

Ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Jangka Sorong

Sumber: Laboratorium Pengujian Bahan Politeknik Negeri Malang

3. Cetakan

Cetakan digunakan untuk membentuk komposit agar bentuknya sesuai dengan spesimen uji impak. Ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Cetakan

4. Cutter

Digunakan untuk menyerut serat dari kulit jagung. Ditunjukkan pada gambar

3.5.



Gambar 3.5. Cutter

5. Gunting

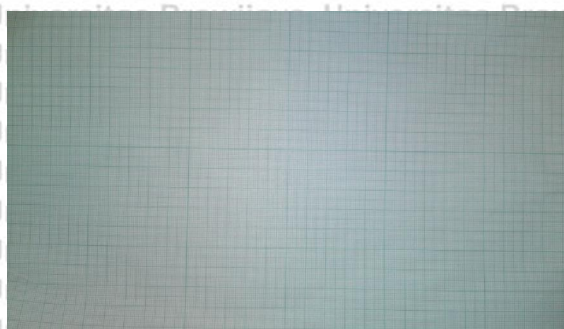
Untuk menggunting serat yang telah diserut. Ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Gunting

6. Kertas Milimeter Block

Untuk mengukur panjang serat sesuai ketentuan. Ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Kertas Milimeter Block

7. Kikir

Kikir digunakan untuk menghaluskan permukaan dan meratakan hasil dari pencetakan. Ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Kikir

Sumber: Laboratorium Pengujian Bahan Politeknik Negeri Malang

8. Mesin Uji Impak model Charpy

Ditunjukkan pada gambar 3.9. Spesifikasi mesin:

Massa pendulum : 8,1 kg

Panjang lengan pendulum : 62 cm



Gambar 3.9. Mesin Uji Impak Model Charpy

Sumber: Laboratorium Pengujian Bahan Politeknik Negeri Malang

9. Mesin Injection Molding

Mesin Injection Molding digunakan untuk melakukan proses pencetakan komposit agar bentuknya sesuai dengan spesimen uji impak. Ditunjukkan pada gambar 3.10. Spesifikasi mesin:

Merek	: Teforma
Model	: RN-350
Tegangan Listrik	: 220 volt/50Hz/600watt
Tekanan Mekanis	: hingga 10 bar
Temperatur Pemakaian	: hingga 450°C



Gambar 3.10. Mesin Injection Molding

Sumber: Laboratorium Pengujian Bahan Politeknik Negeri Malang

Bahan yang digunakan:

1. Resin polipropilen dalam bentuk pellet.

Ditunjukkan pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Polipropilen dalam bentuk pellet.

2. Kulit jagung lapisan terluar.

Ditunjukkan pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. Kulit Jagung

3.6. Prosedur Penelitian

3.6.1. Pembuatan Spesimen Uji Impak

1. Kulit jagung dijemur di bawah sinar matahari hingga benar-benar kering.
2. Serat pada kulit jagung diambil dengan menggunakan cutter. Serat kulit jagung ditunjukkan pada gambar 3.13.



Gambar 3.13. Serat Kulit Jagung

3. Serat dipotong sepanjang 2 mm menggunakan gunting dengan millimeter block sebagai alat bantu pengukuran.
4. Menentukan massa serat dan matrik sesuai perhitungan.
5. Menimbang massa sesuai perhitungan
6. Menyiapkan cetakan pada posisi siap cetak.
7. Melakukan penyetelan mesin injeksi.
8. Melakukan pencampuran pellet polipropilen dan serat kulit jagung secara manual.
9. Memasukkan campuran matrik dan serat ke dalam hopper.
10. Mengarahkan nozzle tepat ke saluran masuk cetakan.
11. Menekan tombol start pada panel control mesin.
12. Setelah cetakan terisi penuh dan cetakan menjadi dingin, spesimen dikeluarkan dari cetakan
13. Dilakukan finishing untuk menghilangkan bekas saluran masuk dan sirip.

3.6.2. Pengujian Impak

1. Spesimen dipasang pada penumpu dengan posisi horizontal, takikan berlawanan sisi dengan pendulum
2. Lengan pengikat dipasang pada pendulum, diangkat 10°
3. Tombol release ditekan hingga pendulum mematahkan spesimen
4. Mencatat jarum beban dan mengukur beban yang digunakan untuk mematahkan spesimen.

3.7. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini merupakan cara untuk menentukan keberhasilan suatu penelitian atau eksperimen dan juga menentukan analisis yang tepat sehingga didapat suatu analisis dan kesimpulan yang tepat.

Tabel 3.1 Rancangan Penulisan Data Pengujian Impak

Fraksi Volume	Pengulangan	Temperatur Injeksi (°C)		
		180	190	200
0%	1	X ₁₁₁	X ₁₁₂	X ₁₃₁
	2	X ₁₁₂	X ₁₂₂	X ₁₃₂
	3	X ₁₁₃	X ₁₂₃	X ₁₃₃
Rata-rata				
10%	1	X ₂₁₁	X ₂₂₁	X ₂₃₁
	2	X ₂₁₂	X ₂₂₂	X ₂₃₂
	3	X ₂₁₃	X ₂₂₃	X ₂₃₃
Rata-rata				
20%	1	X ₃₁₁	X ₃₂₁	X ₃₃₁
	2	X ₃₁₂	X ₃₂₂	X ₃₃₂
	3	X ₃₁₃	X ₃₂₃	X ₃₃₃
Rata-rata				
30%	1	X ₄₁₁	X ₄₂₁	X ₄₃₁
	2	X ₄₁₂	X ₄₂₂	X ₄₃₂
	3	X ₄₁₃	X ₄₂₃	X ₄₃₃
Rata-rata				

3.8. Analisa Statistik

- Analisa Varian Dua Arah

Analisis varian dua arah digunakan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh fraksi volume serat kulit jagung dan temperatur injeksi terhadap kekuatan impak biokomposit polipropilen.

Berdasarkan pada tabel 3.1:

1. Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^t X_{ijk}^2}{n} \dots\dots\dots (3-1)$$

2. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$= \frac{\sum \sum}{n} \dots\dots\dots (3-2)$$

3. Jumlah Kuadrat Total

$$= \sum \sum \sum \dots\dots\dots (3-3)$$

4. Jumlah Kuadrat Pengaruh A (JKA)

$$JKA = \frac{\sum}{n} \dots\dots\dots (3-4)$$

5. Jumlah Kuadrat Pengaruh B (JKB)

$$JKB = \frac{\sum}{n} \dots\dots\dots (3-5)$$

6. Jumlah Kuadrat Pengaruh Interaksi A dan B

$$(JKAB) = JKP - JKA - JKB \dots\dots\dots (3-6)$$

7. Jumlah Kuadrat Galat

$$JKG = JKT - JKA - JKB - JKAB \dots\dots\dots (3-7)$$

Setelah dilakukan perhitungan data, kemudian hasil perhitungan tersebut ditabelkan seperti pada Tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.2 analisis varian dua arah

Sumber Keragaman	Db	JK	Varian (KT)	F _{hitung}
Faktor A	r - 1	JKA	$= \frac{\quad}{1}$	$\frac{\quad}{1}$
Faktor B	c - 1	JKB	$= \frac{\quad}{1}$	$\frac{\quad}{1}$
Interaksi A dan B	(r - 1)(c - 1)	JKAB	$= \frac{\quad}{(-1)(-1)}$	$\frac{\quad}{\quad}$

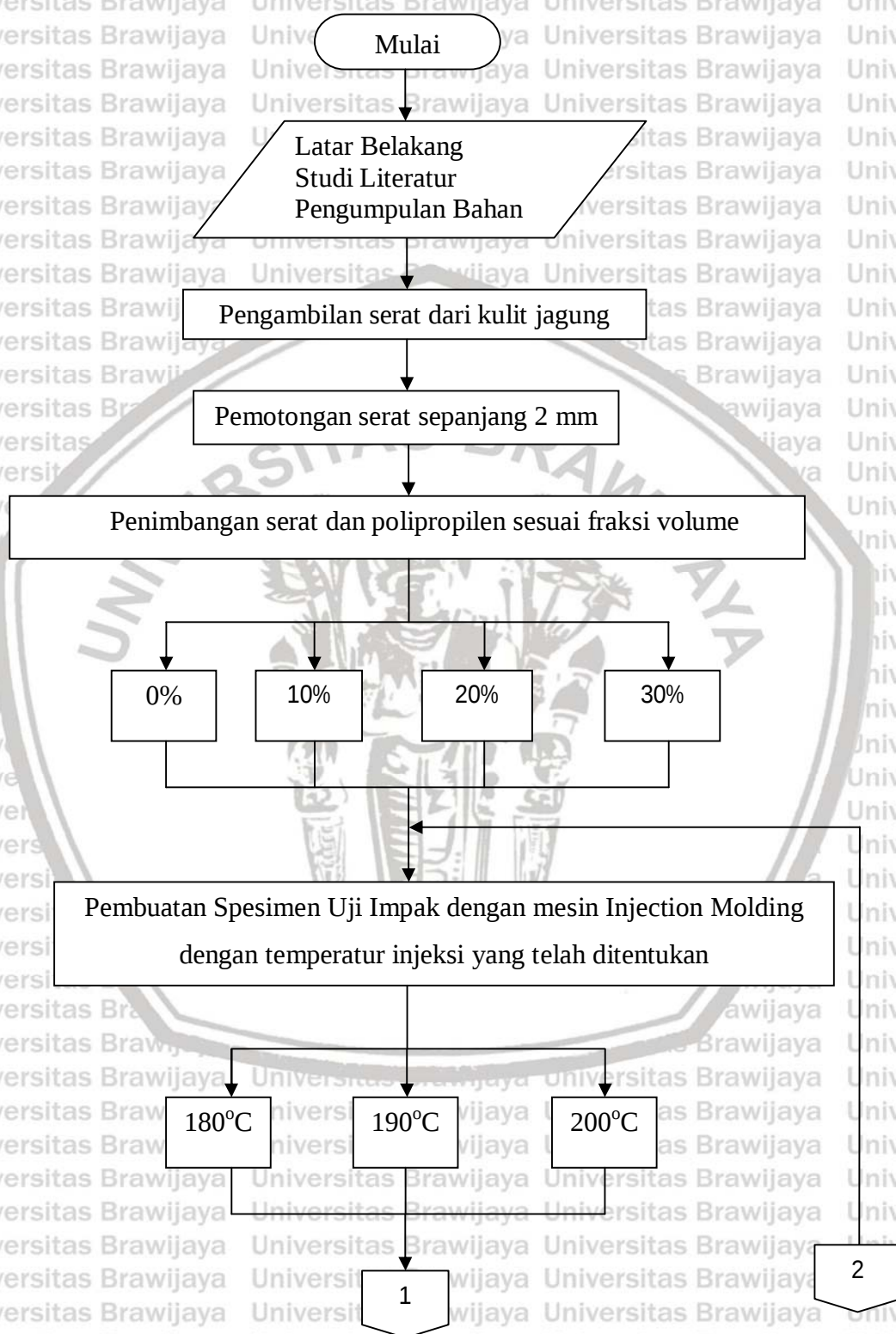
Galat	$rc(t-1)$	JKG	$= \frac{JKT}{(t-1)}$
Total	$rct-1$	JKT	

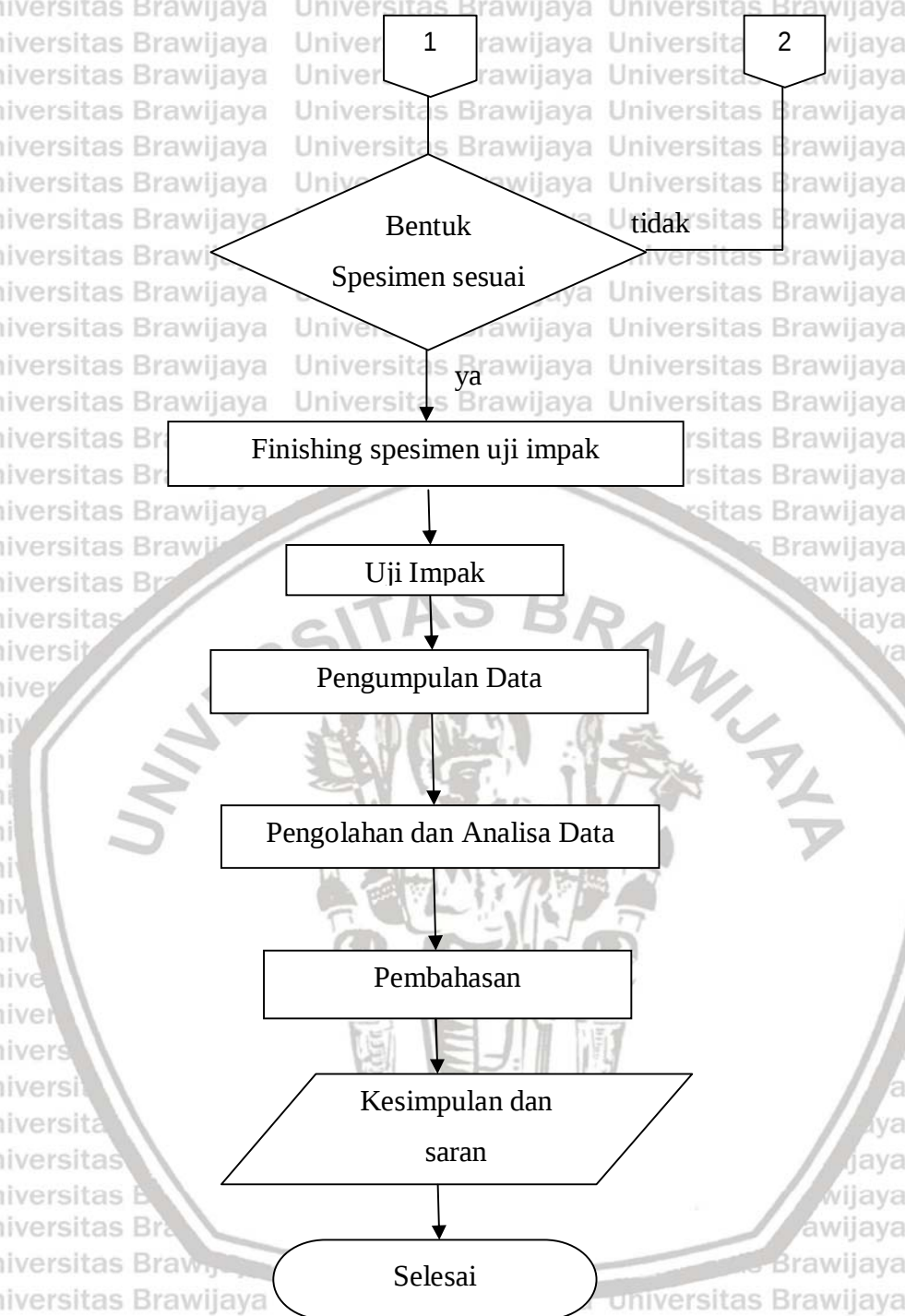
Pengujian ada tidaknya pengaruh perlakuan adalah dengan membandingkan antara F_{hitung} dengan F_{tabel} .

1. Jika $F_{hitung} > F(\alpha, k, db)$ berarti H_{01} ditolak, menyatakan bahwa ada pengaruh fraksi volume serat kulit jagung terhadap kekuatan impact biokomposit matriks polipropilen.
2. Jika $F_{hitung} < F(\alpha, k, db)$ berarti H_{11} diterima, menyatakan bahwa tidak ada pengaruh fraksi volume serat kulit jagung terhadap kekuatan impact biokomposit matriks polipropilen.
3. Jika $F_{hitung} > F(\alpha, k, db)$ berarti H_{02} ditolak, menyatakan bahwa ada pengaruh temperatur injeksi terhadap kekuatan impact biokomposit matriks polipropilen.
4. Jika $F_{hitung} < F(\alpha, k, db)$ berarti H_{12} diterima, menyatakan bahwa tidak ada pengaruh temperatur injeksi terhadap kekuatan impact biokomposit matriks polipropilen.
5. Jika $F_{hitung} > F(\alpha, k, db)$ berarti H_{03} ditolak, menyatakan bahwa ada pengaruh interaksi fraksi volume serat kulit jagung dan temperatur injeksi terhadap kekuatan impact biokomposit matriks polipropilen.
6. Jika $F_{hitung} > F(\alpha, k, db)$ berarti H_{13} diterima, menyatakan bahwa tidak ada pengaruh interaksi fraksi volume serat kulit jagung dan temperatur injeksi terhadap kekuatan impact biokomposit matriks polipropilen.

3.8. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Diagram alir pelaksanaan penelitian ditunjukkan pada gambar 3.14.





Gambar 3.14. Diagram alir pelaksanaan penelitian

BAB IV

DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Data hasil Pengujian

Dalam pengujian ini menggunakan dua variasi yaitu fraksi volume kulit jagung dan temperatur injeksi sehingga didapatkan data-data pengujian kekuatan impact spesimen.

Contoh perhitungan kekuatan impact diambil dari data untuk fraksi volume 0% dan temperatur injeksi 180°C:

Diketahui:

m = massa pendulum

= 8,1 kg

g = percepatan gravitasi

= 9,8 m/s²

R = jari-jari pendulum

= 62 cm

= 620mm

α = sudut simpangan akhir pendulum setelah mematahkan spesimen

= 8°

α_0 = sudut simpangan akhir pendulum tanpa spesimen

= 10°

β = sudut awal pendulum

= 10°

Perhitungan:

a) Energi yang diperlukan secara ideal

$$Aa = m \cdot g \cdot R (\cos \alpha - \cos \beta)$$

$$= 8,1 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 620 \text{ mm} \cdot (\cos 8^\circ - \cos 10^\circ)$$

$$= 268,7327 \text{ Nmm}$$

b) Kerugian energi pada alat

$$f_0 = m \cdot g \cdot R (\cos \alpha_0 - \cos \beta)$$

$$= 8,1 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 620 \text{ mm} \cdot (\cos 10^\circ - \cos 10^\circ)$$

$$= 0 \text{ Nmm}$$

c) Energi aktual yang diperlukan

$$\begin{aligned} A &= A_a - f_0 \\ &= 268,7327 \text{ Nmm} - 0 \text{ Nmm} \\ &= 268,7327 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

d) Energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen tiap satuan luas penampang

$$\begin{aligned} A &= \frac{A}{V} \\ &= \frac{268,7327 \text{ Nmm}}{132,11 \text{ mm}^3} \\ &= 2,082683 \text{ Nmm/mm}^2 \end{aligned}$$

Data hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data hasil pengujian kekuatan impak (Nmm/mm²)

Fraksi Volume	Pengulangan	Kekuatan Impak (Nmm/mm ²)		
		Temperatur Injeksi (°C)		
		180°C	190°C	200°C
0%	1	2.082683	2.082683	3.705184
	2	2.082683	2.951593	3.705184
	3	2.951593	3.705184	3.705184
Rata-rata		2.372319	2.913153	3.705184
10%	1	3.705184	3.705184	2.951593
	2	2.082683	3.705184	2.951593
	3	2.082683	4.343228	2.951593
Rata-rata		2.623517	3.917865	2.951593
20%	1	3.705184	2.951593	2.082683
	2	2.951593	3.705184	2.951593
	3	2.082683	3.705184	2.082683
Rata-rata		2.661956	3.453987	2.372319
30%	1	3.705184	2.951593	2.082683
	2	2.082683	3.705184	1.098719
	3	2.082683	2.082683	1.098719
Rata-rata		2.623517	2.913153	1.426707

4.2. Analisa Statistik

Dari data yang telah diperoleh kemudian dilakukan analisa statistic dengan metode analisa varian dua arah untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh fraksi volume kulit jagung dan temperatur injeksi terhadap kekuatan impact biokomposit matriks polipropilen.

Untuk mengetahui apakah F_{hitung} lebih besar atau lebih kecil daripada F_{tabel} maka dilakukan perhitungan statistik sebagai berikut:

Kriteria pengujian

$$\alpha = 0,05$$

$$\text{Faktor A (fraksi volume kulit jagung)} = r = 4 \rightarrow v_1 = (4-1) = 3$$

$$\text{Faktor B (temperatur injeksi)} = c = 3 \rightarrow v_1 = (3-1) = 2$$

$$\text{Ulangan} = t = 3$$

$$\text{Interaksi A dan B} \rightarrow v_1 = (r-1)(c-1) = 3 \times 2 = 6$$

$$v_2 = rc(t-1) = 4 \times 3(3-1) = 24$$

$$F_A = F(0,05;3;24)$$

$$F_B = F(0,05;2;24)$$

$$F_{AB} = F(0,05;6;24)$$

Berdasarkan tabel dapat dihitung:

1. Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^t X_{ijk}^2}{rct}$$

$$FK = (2,082683 + 2,082683 + 2,951593 + + 1,098719)^2 : 36$$

$$FK = 296,48821$$

2. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned} &= \frac{\sum \sum}{3} - FK \\ &= \frac{7,116959^2 + 8,739460^2 + ... + 4,280121^2}{3} - FK \\ &= \frac{934,040769}{3} - FK \end{aligned}$$



$$= 311,346923 - 296,488210$$

$$= 14,858713$$

3. Jumlah Kuadrat Total

$$= \sum \sum \sum -$$

$$JKT = 2,082683^2 + 2,082683^2 + \dots + 1,098719^2 - FK$$

$$JKT = 321,493078 - 296,488210$$

$$= 25,004868$$

4. Jumlah Kuadrat Pengaruh A (JKA)

$$JKA = \frac{\sum}{\quad} -$$

$$JKA = \frac{26,971971^2 + 29,232516^2 + 26,218380^2 + 20,890131^2}{3 \times 3} - FK$$

$$= \frac{2705,828234}{9} - FK$$

$$= 300,6475816 - 296,488210$$

$$= 4,159372$$

5. Jumlah Kuadrat Pengaruh B (JKB)

$$JKB = \frac{\sum}{\quad} -$$

$$JKB = \frac{31,597519^2 + 39,594477^2 + 32,121002^2}{4 \times 3} - FK$$

$$= \frac{3597,884585}{12} - FK$$

$$= 299,8237154 - 296,488210$$

$$= 3,335506$$

6. Jumlah Kuadrat Pengaruh Interaksi A dan B

$$(JKAB) = JKP - JKA - JKB$$

$$(JKAB) = 14,858713 - 4,159372 - 3,335506 = 7,363836$$

7. Jumlah Kuadrat Galat

$$JKG = JKT - JKA - JKB - JKAB$$

$$JKG = 25,004868 - 4,159372 - 3,335506 - 7,363836 = 10,146155$$

Tabel 4.2. Analisa Varian Dua Arah

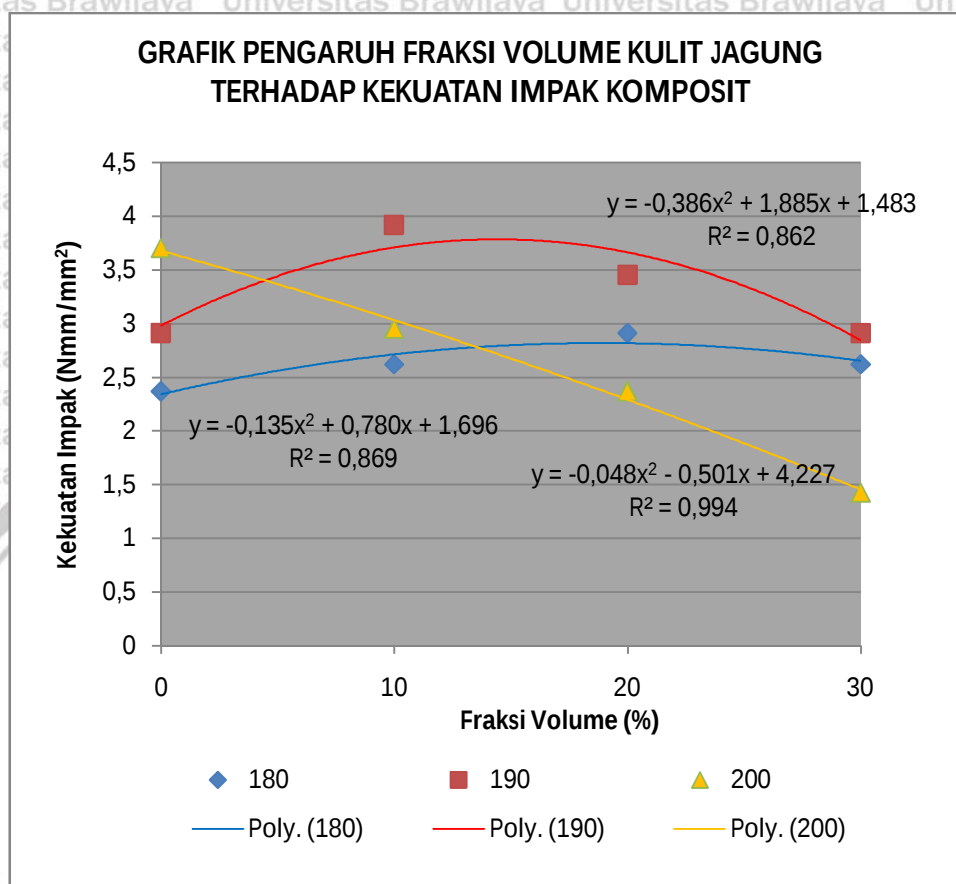
Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F _{hitung}	F _{tabel}
Faktor A	3	4,159372	1,386457	3,279565	3,009
Faktor B	2	3,335506	1,667753	3,944949	3,403
Interaksi A dan B	6	7,363836	1,227306	2,903104	2,508
Galat	24	10,146155	0,422756		
Total	35	25,004868			

Dari tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa:

1. $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_{01} ditolak dan H_{11} diterima. Berarti faktor A (fraksi volume) memberikan pengaruh nyata terhadap kekuatan impak.
2. $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_{02} ditolak dan H_{12} diterima. Berarti faktor B (temperatur injeksi) memberikan pengaruh nyata terhadap kekuatan impak.
3. $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_{03} diterima dan H_{13} ditolak. Berarti faktor A (fraksi volume) dan faktor B (temperatur injeksi) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kekuatan impak.

4.3. Pembahasan Grafik

4.3.1. Analisis Pengaruh Fraksi Volume Kulit Jagung terhadap Kekuatan Impak Komposit



Gambar 4.1. Grafik Pengaruh Fraksi Volume Kulit Jagung terhadap Kekuatan Impak Komposit

Dari grafik 4.1 dapat diketahui pengaruh fraksi volume kulit jagung terhadap kekuatan impak komposit pada berbagai variasi temperatur injeksi. Grafik memperlihatkan kekuatan impak cenderung meningkat seiring peningkatan fraksi volume kulit jagung.

Pada temperatur injeksi 180°C dan fraksi volume 0% diperoleh kekuatan impak sebesar 2.372319 Nmm/mm². Kemudian meningkat sampai fraksi volume 20%, dengan kekuatan impak sebesar 2.913153 Nmm/mm², kemudian turun. Untuk temperatur injeksi 190°C pada fraksi volume 0% diperoleh kekuatan impak sebesar 2.913153 Nmm/mm². Kemudian meningkat sampai fraksi volume 10%, dengan kekuatan impak sebesar 3.917865 Nmm/mm², kemudian turun. Sedangkan pada

temperatur injeksi 200°C grafik justru memperlihatkan penurunan seiring bertambahnya fraksi volume. Pada fraksi volume 0% diperoleh kekuatan impact sebesar 3.705184 Nmm/mm². Kemudian terus turun sampai fraksi volume 20% dengan kekuatan impact sebesar 1.426707 Nmm.mm².

Peningkatan kekuatan impact seiring meningkatnya fraksi volume kulit jagung sesuai dengan teori, yaitu semakin besar fraksi volume maka akan meningkatkan kekuatan mekaniknya (Matthews dan Rawlings, 1994: 13). Namun pada batas tertentu, peningkatan fraksi volume justru menurunkan kekuatan impact. Hal ini terjadi karena penyebaran serat yang tidak merata dengan bertambahnya fraksi volume, yang menyebabkan adanya serat kulit jagung yang menggumpal dan tidak terlapisi polipropilen, sehingga penyaluran tegangan yang diterima matriks ke filler menjadi tidak merata dan akan menurunkan kekuatan impactnya. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2.

Gumpalan serat



Gambar 4.2. Foto patahan spesimen dengan serat yang menggumpal

Sebagai perbandingan, serat yang tersebar dan tidak menggumpal ditunjukkan pada gambar 4.3.

Serat yang Tidak Menggumpal



Gambar 4.3. Foto patahan spesimen dengan serat yang tidak menggumpal

Temperatur injeksi merupakan salah satu parameter yang berpengaruh pada kekuatan mekanik dalam pembuatan komposit dengan menggunakan metode injection molding. Kekuatan impak akan meningkat seiring peningkatan temperatur injeksi sampai 230°C (Lamminmaki et al, 2001). Grafik 4.1 di atas menunjukkan peningkatan kekuatan impak seiring dengan meningkatnya temperatur injeksi. Hal ini disebabkan semakin tinggi temperatur injeksi, maka polipropilen akan semakin mencair dan menyebabkan viskositasnya semakin rendah, sehingga terjadi mekanisme saling mengunci (interlocking system). Karena dengan viskositas yang rendah, memudahkan bercampurnya matriks dan filler secara mekanik, yaitu poliprolilen akan mengisi setiap lekuk dari serat, dalam hal ini kulit jagung. Tetapi, pada temperatur injeksi 200°C , kulit jagung akan menjadi rusak karena temperatur yang terlalu tinggi. Hal ini menyebabkan struktur dari kulit jagung rusak dan menurunkan kekuatannya. Sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 4.4.

Serat kulit jagung
yang terbakar



Gambar 4.4. Foto patahan spesimen dengan serat yang terbakar

Sebagai perbandingan, serat yang tidak terbakar ditunjukkan pada gambar 4.5.

Serat kulit jagung
yang tidak terbakar



Gambar 4.5. Foto patahan spesimen dengan serat yang tidak terbakar

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penambahan fraksi volume kulit jagung dan peningkatan temperatur injeksi cenderung meningkatkan kekuatan impak biokomposit matriks polipropilen. Pada temperatur injeksi 180°C dan 190°C, kekuatan impak meningkat secara parabolik namun pada temperatur 200°C menurun secara linear. Kekuatan impak tertinggi didapatkan pada fraksi volume 15% dengan temperatur injeksi 190°C, yaitu sebesar 3.75 Nmm/mm².

5.2. Saran

1. Penggunaan serat kulit jagung dalam bentuk serbuk agar didapat homogenitas yang lebih baik.
2. Melakukan proses lain untuk mencampur matriks dan filler untuk menjamin homogenitas.
3. Memberikan perlakuan untuk menghilangkan lignin dan selulosa yang diduga menghambat perekatan matriks dan filler.

DAFTAR PUSTAKA

Adnan, A. A. dkk. 2006, Karakteristik Sifat Fisiko Kimia dan Mekanis Kelobot Jagung Sebagai Bahan Kemasan, Skripsi. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor

Agassant, J. F. et al. 1991, Polymers Processing, Principles, and Modeling, Munich: Hanser Publishers

ASTM D 5942, Standard Test Method for Determining Charpy Impact Strength of Plastics

Bishop, R. J. & Smallman, R. E. 1995, Modern Physical Metallurgy & Materials Engineering, Reed Educational dan Professional Publishing

Crawford, R. J. 1989, Plastics Engineering Second Edition, Oxford: Pergamon Press

Gibson, R. F. 1994, Principles of Composite Material Mechanics, New York: McGraw-Hill, Inc.

<http://www.plasticstech.info/equipment>

<http://www.ramatawa.wordpress.com/>

http://www.wikipedia.org/corn_husk

<http://www.wikipedia.org/polypropylene>

Lamminmaki, J. et al. 2001. Influence of Injection Molding Process Parameters on Mechanical Properties of Polypropylene-specimen. Tanoere, Finland.

Matthews, F. L. & Rawlings, R. D. 1994, Composite Materials: Engineering and Science. London: Chapman & Hall

Pranoto, B. H. 1992, Teori Dasar Pengujian Logam, Malang: Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Saito, S. & Surdia, T. 1995, Pengetahuan Bahan Teknik, Jakarta: PT. Pradnya Paramita

Schwartz, M. M. 1996, Composites Material Properties, Nondestructive Testing and Repairing, New Jersey: Prentice Hall

DATA HASIL PENGUJIAN IMPAK

Fraksi Volume	Pengulangan	Temperatur Injeksi (°C)		
		180	190	200
0%	1	8	8	6
	2	8	7	6
	3	7	6	6
10%	1	6	6	7
	2	8	6	7
	3	8	5	7
20%	1	7	7	8
	2	7	6	7
	3	8	6	8
30%	1	6	7	8
	2	8	6	9
	3	8	8	9