



TUGAS AKHIR (TM 184835)

**PENGUJIAN PELET HASIL MESIN EKSTRUDER TIPE
SINGLE
SCREW DARI MATERIAL CAMPURAN BIOKOMPOSIT.**

**Arfian Hendra Mulyono
NRP. 02111240000138**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ing. Ir. I Made Londen Batan, M.Eng**

**Laboratorium Perancangan dan Pengembangan Produk
Departemen Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020**



TUGAS AKHIR (TM 184835)

PENGUJIAN PELET HASIL MESIN EKSTRUDER TIPE *SINGLE SCREW* DARI MATERIAL CAMPURAN BIODKOMPOSIT.

**Arfian Hendra Mulyono
NRP. 02111240000138**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ing. Ir. I Made Londen Batan, M.Eng**

**Laboratorium Perancangan dan Pengembangan Produk
Departemen Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020**



FINAL PROJECT (TM 184835)

***TESTING OF SINGLE TYPE SCREW EXTRUDER
MACHINE PELLETS OF BIOCOMPOSITE MIXED
MATERIALS.***

**Arfian Hendra Mulyono
NRP. 02111240000138**

Academic Supervisor
Prof. Dr. Ing. Ir. I Made Londen Batan, M.Eng

Product Design and Development Laboratory
Mechanical Engineering Department Faculty of Industrial Technology Institut Teknologi
Sepuluh Nopember Surabaya
2019

LEMBAR PENGESAHAN

PENGUJIAN PELET HASIL MESIN EKSTRUDER TIPE SINGLE SCREW DARI MATERIAL CAMPURAN BIOKOMPOSIT

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi S-1 Departemen Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Arfian Hendra Mulyono

NRP. 02111240000138

Disetujui oleh:

1. Prof. Dr. Ing. I Made Londen
Batan, ME
NIP. 195811061986011002 (Pembimbing)
2. Arif Wahyudi, ST., MT., PhD
NIP. 197303222001221001 (Penguji I)
3. M. Khoirul Efendi, ST, MSc.Eng.
Ph.D.
NIP. 198204142010121001 (Penguji II)
4. Sampurno, Ir. MT
NIP. 196504041989031002 (Penguji III)



SURABAYA
AGUSTUS, 2020

PENGUJIAN PELET HASIL MESIN EKSTRUDER TIPE SINGLE SCREW DARI MATERIAL CAMPURAN BIOKOMPOSIT.

Nama Mahasiswa : Arfian Hendra Mulyono
NRP : 0211124000138
Jurusan : Teknik Mesin
Dosen Pembimbing : Prof. Dr.Ing.Ir. I Made Londen Batan, M.Eng

ABSTRAK

Plastik kini telah menjadi barang yang hampir tidak bisa terpisahkan dalam kehidupan manusia, contohnya seperti botol plastik, helm, kantong plastik, dan bodykit motor maupun mobil. Banyak industri-industri di Indonesia menggunakan bahan plastik sebagai material utama produknya. Pada tanggal 20 Oktober 2008 Badan Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) melalui FAO pada pertemuan dunia di Roma, Italia, mencanangkan tahun 2009 sebagai *International Year of Fibers*. Hal tersebut terkait dengan pemanfaatan berbagai serat alam menjadi sumber bahan baku dalam berbagai produk industri. Dengan pemanfaatan tersebut diharapkan dapat menanggulangi dua hal yaitu sebagai solusi terhadap perubahan iklim dan dampaknya terhadap kelestarian lingkungan. Serat sisal (*Agave Sisallana Perrine*) dipilih karena memiliki kekuatan yang baik dan elastis sehingga berpotensi sebagai bahan komposit yang murah, ringan dan kuat serta mudah dibudidayakan. Dengan mengkaji beberapa eksperimen yang dilakukan sebelumnya, masih perlu dilakukan eksperimen berkaitan dengan komposit serat sisal mengingat bahwa masih banyaknya biodiversitas serat alam yang ada di Indonesia, sedangkan eksperimen sebelumnya menghasilkan pelet biokomposit serat sisal yang belum sempurna. Data yang akan diambil dalam eksperimen adalah temperatur leleh serta prosentase *void* biokomposit sebagai properti yang penting dalam pemanfaatan serat sisal sebagai *filler* biokomposit.

Atas dasar permasalahan diatas maka dilaksanakan studi eksperimental pengaruh komposisi pelet biokomposit terhadap sifat thermal dan struktur potongan melintang menggunakan mesin ekstruder tipe single screw. Metode yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah membuat campuran *Polypropylene* (PP), *Maleic Anhydride Polypropylene* (MAPP) dan Serat Sisal dengan komposisi sebagai berikut: Biokomposit A terdiri dari 90% material PP, 5% material serat sisal, dan 5% MAPP, biokomposit B terdiri dari 80% material PP, 15% serat sisal, 5% MAPP, biokomposit C terdiri dari 70% material PP, 25% serat sisal, 5% MAPP. Bahan biokomposit kemudian dicetak sehingga berbentuk pelet. Selanjutnya pelet diukur temperatur lelehnya dengan DSC (*Differential Scanning Calorimetry*). Kemudian dilanjutkan dengan pengamatan dengan mikroskop untuk melihat kualitas setiap pelet biokomposit berdasarkan prosentase *void*nya di laboratorium Metallurgi Teknik Mesin ITS.

Hasil yang diharapkan adalah mesin ekstruder yang digunakan dapat berfungsi dengan baik dan didapatkan hasil pelet yang selanjutnya akan dilakukan eksperimen pengaruh pelet yang sudah jadi terhadap sifat thermal dan struktur potongan melintang.

Kata kunci: *Polypropylene, Serat Sisal, Maleic Anhydride Polypropylene, Biokomposit* .

TESTING OF SINGLE TYPE SCREW EXTRUDER MACHINE PELLETS OF BIOCOMPOSITE MIXED MATERIALS.

Nama Mahasiswa : Arfian Hendra Mulyono
NRP : 02111240000138
Jurusan : Teknik Mesin
Dosen Pembimbing : Prof. Dr.Ing.Ir. I Made Londen Batan, M.Eng

ABSTRACT

Plastic has now become an almost inseparable item in human life, for example, such as plastic bottles, helmets, plastic bags, and motorcycle and car body kits. Many industries in Indonesia use plastic as the main material for their products. On 20 October 2008 the United Nations (UN) through the FAO at the world meeting in Rome, Italy, declared the year 2009 as the International Year of Fibers. This is related to the use of various natural fibers as a source of raw materials for various industrial products. With this utilization, it is expected to be able to overcome two things, namely as a solution to climate change and its impact on environmental sustainability. Sisal fiber (Agave Sisallana Perrine) was chosen because it has good strength and elasticity so that it has the potential to be a composite material that is cheap, light and strong and easy to cultivate. By reviewing some of the previous experiments, it is still necessary to conduct experiments related to sisal fiber composites considering that there is still a large number of natural fiber biodiversity in Indonesia, while previous experiments have resulted in imperfect sisal fiber biocomposite pellets. The data to be taken in the experiment is the melting temperature and The percentage of biocomposite voids as an important property in the utilization of sisal fiber as a biocomposite filler.

Based on the above problems, an experimental study was carried out on the effect of the composition of the biocomposite pellets on the thermal properties and the structure of the cross section using a single screw type extruder machine. The method used in this research is to make a mixture of Polypropylene (PP), Maleic Anhydride Polypropylene (MAPP) and Sisal Fiber with the following composition: Biocomposite A consists of 90% PP material, 5% sisal fiber material, and 5% MAPP. biocomposite B consists of 80% PP material, 15% sisal fiber, 5% MAPP, biocomposite C consists of 70% PP material, 25% sisal fiber, 5% MAPP. The biocomposite material is then printed to form pellets. Next are pellets, The melting temperature was measured by using DSC (Differential Scanning Calorimetry). Then proceed with microscopic observations to see the quality of each biocomposite pellet based on the percentage of voids in the Metallurgi Mechanical Engineering ITS laboratory.

The expected result is that the extruder machine used can function properly and the results of the pellets will be obtained which will then be carried out experiments on the effect of the finished pellets on the thermal properties and structure of the cross section.

Keywords: Polypropylene, Sisal Fiber, Maleic Anhydride Polypropylene, Biocomposite.

KATA PENGANTAR

Allhamdulillah, puji syukur saya haturkan kehadiran Allah SWT karena dengan karunia dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “**PENGUJIAN PELET HASIL MESIN EKSTRUDER TIPE *SINGLE SCREW* DARI MATERIAL CAMPURAN BIODKOMPOSIT**”. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan semua anugerah, berkah serta hidayah kepada penulis.
2. Kedua orang tua saya di rumah yang selalu mendoakan penulis dalam perjalanannya menuntut ilmu
3. Keluarga besar saya dari pihak ibu maupun bapak saya yang selalu memberikan motivasi dan doa kepada semua muridnya.
4. Prof. Dr.Ing. Ir. I Made Londen Batan, M.Eng. selaku dosen pembimbing penulis, yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Kekasih saya Chinthia Marchiana Cahya dan keluarga besar nya serta Teman-teman yang saya miliki dan saya kenal saat dibangku perkuliahan maupun di luar bangku perkuliahan terutama teman-teman Teknik Mesin ITS dan Lab Perancangan Dan Pengembangan Produk (P3) .

Penulis berusaha menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya dan menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Karena itu segala bentuk saran, koreksi dan kritik dari pembaca sangat penulis harapkan.

Surabaya, 26 Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3

BAB II DASAR TEORI

2.1 Penelitian Bikomposit Terdahulu	5
2.2. Komposit	9
2.3 Polyproylene	9
2.4 Sisal	9
2.5 Maleic Anhydride Polypropylene (MAPP)	10
2.6 Pelet	11
2.7 Differential Scanning Calorimetry (DSC)	12

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alur Penelitian	15
3.2 Langkah Penelitian.....	16
3.2.1 Studi Literatur dan Observasi Lapangan	16
3.2.2 Proses Penghalusan Serat Sisal	17
3.2.3 Proses Penyaringan Serat Sisal	17
3.2.4 Proses Pengeringan Serat Sisal	18
3.2.5 Proses Pencampuran Biokomposit	18
3.2.6 Proses Pembuatan Pellet	19
3.2.7 Pemeriksaan Struktur Biokomposit	20
3.2.8 Penentuan Rekomendasi Komposisi Biokomposit	20
3.2.9 Kesimpulan dan Saran	20

BAB IV PEMBUATAN BIKOMPOSIT DAN PENGUJIANNYA

4.1 Persiapan Pembuatan Pelet Biokomposit.....	21
4.1.1 Material Biokomposit.....	21
4.1.2 Proses Ekstrusi.....	22
4.2 Pelet Biokomposit Hasil Ekstrusi.....	24
4.3 Pemeriksaan Struktur Biokomposit.....	26
4.3.1 Persiapan Pemeriksaan.....	26
4.3.2 Langkah-Langkah Pemeriksaan.....	26
4.3.3 Hasil Pemeriksaan.....	27
4.4 Penentuan Biokomposit Alternatif.....	31
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN.....	37
BIODATA PENULIS.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil penelitian terdahulu dari Simone Maria, dkk [2009].....	5
Gambar 2.2 Grafik Shrinkage Biokomposit + serat sisal	7
Gambar 2.3 Skema Sederhana Pembentukan Biokomposit[3].....	9
Gambar 2.4 Tanaman Sisal.....	10
Gambar 2.5 Maleic-Anhydride Polypropylene (MAPP)	11
Gambar 2.6 Hasil SEM Biokomposit Tanpa dan Dengan MAPP[7].....	12
Gambar 2.7 Metode DSC	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	16
Gambar 3.2 Serat Sisal.....	17
Gambar 3.3. Mesin Bond Ball Mill.....	17
Gambar 3.4 Saringan 50 mesh	18
Gambar 3.5 Timbangan Digital Pocket Scale	18
Gambar 3.6 Mesin Ekstruder Tipe Single Screw	19
Gambar 3.7 Mikroskop Olympus BX60M.....	19
Gambar 4.1 Bahan-bahan yang digunakan.....	21
Gambar 4.2 Peralatan yang digunakan.....	21
Gambar 4.3 Campuran Komposisi Pelet	22
Gambar 4.4 Control Panel pada Mesin Ekstruder Tipe Single Screw	23
Gambar 4.5 Hoper pada Mesin Ekstruder Tipe Single Screw	23
Gambar 4.6 Barrel pada Mesin Ekstruder Tipe Single Srew.....	24
Gambar 4.7 Hasil awal keluaran biokomposit dari Mesin Ekstruder	25
Gambar 4.8 Biokomposit A	25
Gambar 4.9 Biokomposit B	25
Gambar 4.10 Biokomposit C	25
Gambar 4.11 Mikroskop Olympus BX60M.....	26
Gambar 4.12 Taskbar Software ImageJ	27
Gambar 4.13 Hue Setting pada software ImageJ.....	27
Gambar 4.14 Tampilan Hasil Penghitungan Software ImageJ	27
Gambar 4.15 Hasil pemeriksaan struktur Biokomposit A sebelum diperiksa voids	28
Gambar 4.16. Hasil pemeriksaan struktur Biokomposit B sebelum diperiksa voids	28
Gambar 4.17 Hasil pemeriksaan struktur Biokomposit C sebelum diperiksa voids	29
Gambar 4.18 Hasil pemeriksaan struktur Biokomposit A sesudah diperiksa voids.....	29
Gambar 4.19 Hasil pemeriksaan struktur Biokomposit B sesudah diperiksa voids.....	30
Gambar 4.20 Hasil pemeriksaan struktur biokomposit C sesudah diperiksa voids.....	31

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Properti Komposit Serat Sisal	5
Tabel 2.2 Komposisi Biokomposit PP-Sekam Padi	6
Tabel 2.3 Temperatur Leleh Biokomposit PP-Sekam Padi	6
Tabel 2.4 Prosentase Shrinkage Material BSS Searah Aliran.....	7
Tabel 2.5 Hasil uji DSC diperoleh temperatur leleh Biokomposit.....	8
Tabel 2.6 Hasil uji Mikroskop Biokomposit	9
Tabel 2.7 <i>Mechanical Properties</i> dan Ketersediaan Serat Alam	11
Tabel 3.1 Komposisi Biokomposit PP-Serat Sisal	18
Tabel 4.1 Komposisi pelet biokomposit.....	22
Tabel 4.2 Prosentase <i>Void</i> pada Biokomposit A	30
Tabel 4.3 Prosentase <i>Void</i> pada Biokomposit B	30
Tabel 4.4 Prosentase <i>Void</i> pada Biokomposit C	31
Tabel 4.5 Tabel Data Eksperimen	32

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik kini telah menjadi barang yang hampir tidak bisa terpisahkan dalam kehidupan manusia, contohnya seperti botol plastik, helm, kantong plastik, dan bodykit motor maupun mobil. Banyak industri-industri di Indonesia menggunakan bahan plastik sebagai material utama produknya, salah satunya adalah pabrik helm. Helm merupakan perangkat keselamatan standar yang digunakan pengguna kendaraan bermotor roda dua. Oleh karena itu kualitas helm sangat penting, harus dibuat sekuat dan seringan mungkin, sehingga pengendara merasa aman dan nyaman. Banyak industri-industri lain yang menggunakan plastik sebagai bahan dasar pembuatan produk. Pada tanggal 20 Oktober 2008 Badan Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) melalui FAO pada pertemuan dunia di Roma, Italia, mencanangkan tahun 2009 sebagai *International Year of Fibers*. Hal tersebut terkait dengan pemanfaatan berbagai serat alam (*lignoselulosa fiber* dan *animal fiber*) menjadi sumber bahan baku dalam berbagai produk bidang industry. Dengan demikian diharapkan dapat menanggulangi dua hal yaitu sebagai solusi terhadap perubahan iklim dan dampaknya terhadap kelestarian lingkungan serta sebagai pendorong bagi negara-negara di dunia untuk menerapkan revolusi hijau dalam dunia industri sebagai jawaban atas semakin berkurangnya cadangan minyak bumi dan fluktuasi harga minyak mentah dunia. Akhir-akhir ini pemanfaatan serat alam sebagai filler komposit telah diaplikasikan dalam industri komersial seperti pada bidang konstruksi dan otomotif.

Biokomposit dapat didefinisikan sebagai materi komposit yang terdiri dari polimer alami atau biofiber (serat alami) yang dapat terdegradasi sebagai penguat dan polimer yang tidak dapat terdegradasi atau yang dapat terdegradasi sebagai matriks. Material Biokomposit terbuat dari bahan yang dapat diperbaharui sehingga pembuatannya dapat mengurangi konsumsi energi dan biaya produksi. Selain itu biokomposit juga memiliki kemampuan terdegradasi yang baik. Perkembangan penelitian biokomposit sudah sangat beragam, tidak hanya mencakup produk-produk untuk kebutuhan bahan bangunan, seperti papan partikel, kayu lapis atau papan semen dan lainnya, tapi juga telah berkembang dengan pesat ilmu dan produk bio-plastik atau plastik yang diperkuat dengan bahan-bahan selulosa, baik berupa produk *wood plastic composite (wpc)* atau *injection molded natural fiber-polimer*. Produk-produk plastik ini berperan penting dalam pengembangan industri otomotif yang ramah lingkungan.

Navin Chand pada tahun 2012 melaksanakan eksperimen mengenai komposit *polyolefin* dengan penguat serat alam yaitu serat sisal (*Agave Sisallana Perrine*). *Polyolefin* yang digunakan dalam percobaan Chand yaitu *low-density polyethylene (LDPE)*, *linear low-density polyethylene (LLDPE)*, dan *polypropylene (PP)*. Dalam percobaan tersebut, Chand mengekstrak selulosa dari serat sisal yang kemudian ditambahkan ke dalam *polyolefin* murni. Hasil menunjukkan adanya penurunan temperature leleh pada specimen LDPE dan LLDPE seiring dengan penambahan serat sisal, sedangkan pada specimen PP terjadi fluktuasi temperatur leleh seiring dengan penambahan serat sisal. Serta terdapat peningkatan *tensile strength* pada specimen LDPE dan LLDPE namun terdapat penurunan pada specimen PP. Penurunan tersebut disebabkan karena adanya bonding yang buruk diantara partikel PP dengan serat nano selulosa sisal. Hal tersebut dapat ditanggulangi dengan penggunaan *maleic anhydride polypropylene (MAPP)* sebagai perekat. Eksperimen yang dilakukan sebelumnya menunjukkan dimana terdapat peningkatan properti mekanis serta titik leleh yang menunjukkan adanya potensi serat alam sebagai penguat komposit, untuk itu masih perlu dilakukan eksperimen untuk mengetahui sifat biokomposit berpenguat serat sisal yang dibentuk pelet. Serat sisal (*Agave Sisallana Perrine*) potensial untuk digunakan sebagai komposit bagi bahan bangunan, kendaraan, rel kereta api, geotekstil, hingga kemasan. Sebagai bahan bangunan, sisal sering digunakan sebagai komposit substitusi kayu, kusen, pintu, atap hingga pada bangunan tahan gempa karena tahan lama dan murah. Sebagai atap bangunan, serat sisal dianggap ramah lingkungan dibanding asbes yang bersifat karsinogen. Di bidang otomotif, serat sisal digunakan sebagai panel mobil, sandaran kursi, dan bantalan rem (Adhi, 2009). Serat sisal dipilih karena memiliki kekuatan yang baik dan elastis sehingga berpotensi sebagai bahan komposit yang murah, ringan dan kuat serta mudah dibudidayakan. Produksi serat sisal di seluruh dunia mencapai 4.5 juta ton setiap tahun. Brazil merupakan negara penghasil sisal terbesar yaitu 113 ribu ton setiap tahunnya (Santoso, 2009).

Oleh karena itu Eksperimen yang akan dilakukan menggunakan variasi komposisi material PP dan serat sisal dengan ditambah dengan komposisi MAPP yang tetap yaitu 5% sebagai penguat *bond* PP dengan serat sisal. Langkah pertama yang dilakukan adalah menghaluskan serat sisal dengan menggunakan *ballmill* di laboratorium beton di Teknik Sipil ITS yang dilanjutkan dengan penyaringan sebesar 50mesh. Serat sisal yang sudah dihaluskan kemudian dikeringkan. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan pelet dengan alat *Injeksi* di Teknik Mesin. Dilanjutkan dengan proses ekstruksi sehingga terbentuk pelet biokomposit. Setelah terbentuk pelet dilakukan pengukuran temperatur leleh dengan DSC (*Differential Scanning Calorimetry*) di Laboratorium Energi di ITS. Kemudian dilanjutkan dengan pengamatan dengan mikroskop untuk mengamati terdapatnya *void* pada potongan melintang pelet biokomposit.

Pada hasil pengujian Pelet ini, diharapkan dapat menjadi bahan tambahan atau data tambahan untuk kelanjutan Tugas Akhir Mahasiswa berikutnya mengenai penggunaan pelet Biokomposit untuk di test Shrinkgate menggunakan Mesin Injeksi Mold yang ada di workshop Teknik Mesin ITS. Dimana biasanya untuk pengujian shrinkgate biasanya hanya menggunakan PP saja tanpa ada tambahan bahan penguat seperti serat sisal. Oleh karena itu pengujian ini dapat menjadi acuan untuk ilmu tambahan mengenai Biokomposit dan pengujian Shrinkgate menggunakan Biokomposit yang sudah dibuat menggunakan Mesin Ekstruder Tipe *Single Screw* yang ada di workshop Teknik Mesin ITS.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Pada temperatur barrel berapa pelet biokomposit yang dapat digunakan sebagai material untuk mesin injeksi.
2. Bagaimana pengaruh penambahan serat sisal pada pembuatan pellet biokomposit dengan campuran material *Polypropylene* (PP), Serat Sisal (SS), dan *Maleic Anhydride Polypropylene* (MAPP).
3. Bagaimana struktur permukaan dalam potongan melintang dari masing-masing variasi komposisi biokomposit berdasarkan prosentasi void.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui pada temperatur barrel berapa pelet biokomposit yang dapat digunakan sebagai material untuk mesin injeksi.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat sisal pada pembuatan pellet biokomposit dari campuran material *Polypropylene* (PP), Serat Sisal (SS), dan *Maleic Anhydride Polypropylene* (MAPP).
3. Untuk mengetahui struktur permukaan potongan melintang masing–masing variasi material biokomposit untuk menentukan kualitas biokomposit berdasarkan prosentase void.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian material biokomposit ini ditetapkan beberapa batasan masalah agar penelitian dapat berjalan dengan baik dan dapat mencapai tujuan yang diinginkan sebagai berikut:

1. Biokomposit adalah material campuran *Polypropylene* (PP), Serat Sisal (SS), dan *Maleic Anhydride Polypropylene* (MAPP).
2. Ukuran bubuk serat sisal adalah 50 mesh.
3. Mesin yang digunakan untuk menghancurkan serat sisal adalah Mesin *Bond Ball Mill* di Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.
4. Alat untuk meneliti struktur mikro yang digunakan adalah Mikroskop Olympus BX60M

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dalam penelitian ini adalah:

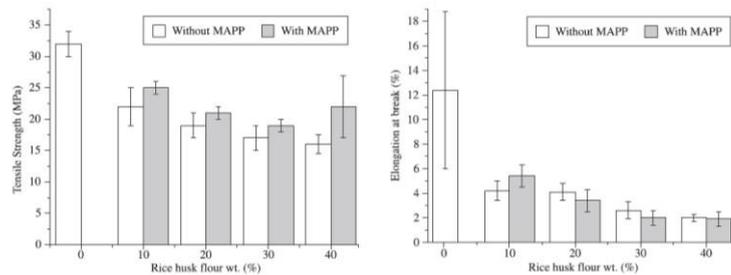
1. Menambah ilmu pengetahuan dalam bidang material plastik agar nantinya dapat diaplikasikan dalam penggunaan material alami sebagai bahan komposit dalam industri.
2. Sebagai bahan referensi bagi peneliti berikutnya yang sejenis dalam mengembangkan pengetahuan tentang pellet sebagai material dalam proses injeksi atau ekstrusi.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

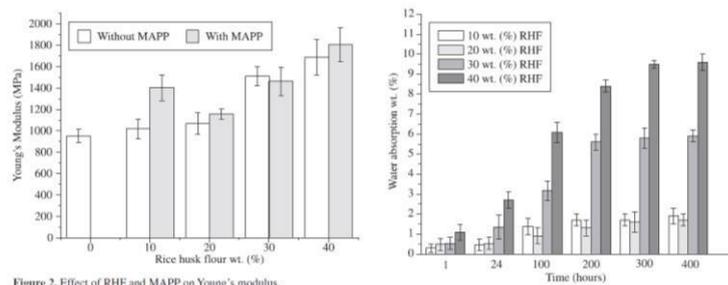
BAB II DASAR TEORI

2.1 Penelitian Biokomposit Terdahulu

Pada tahun 2009 Simone Maria Leal Rosa dan Evelise Fonseca Santos dari Brazil melakukan studi pencampuran antara *Polypropylene*, maleic anhydride dan Sekam Padi sehingga meningkatkan *mechanical properties* sebagai bahan dasar. Pada penelitian ini PP disuplai dari perusahaan Braskem dengan $density = 0,91 \text{ g/cm}^3$ dan temperature didihnya $230^{\circ}/2160\text{g}$, untuk sekam padi di suplai dari daerah Eldorado do Sul, Brazil, dan MAPP dari *Crompton-Uniroyal Chemical Corporation* (Naugatauk, USA). Untuk metode yang digunakan dalam penelitian ini diawali dengan sekam padi dihaluskan dengan ukuran 16 – 150 mesh. Dan di keringkan menggunakan oven pada suhu 80°C selama 24 jam. Langkah selanjutnya dengan memasukkan bahan penelitian pada mesin *screw extruder* untuk mendapatkan pellet dan selanjutnya dilakukan proses *hot press* untuk mendapatkan hasil cetakan. Dari hasil penelitian tersebut dapat dipastikan kekuatan tarik berkurang pada komposisi PP dan sekam padi. Adanya MAPP menunjukkan terdapat pengaruh yang terjadi pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 (a) Hasil penelitian terdahulu dari Simone Maria, dkk [2009]



Gambar 2.1 (b) Hasil penelitian terdahulu dari Simone Maria, dkk [2009]

Navin Chand pada tahun 2012 melakukan eksperimen tentang komposit *polyolefin* dengan penguat serat alam yaitu serat sisal (*Agave Sisallana Perrine*). *Polyolefin* yang digunakan dalam eksperimen Chand yaitu *low-density polyethylene* (LDPE), *linear low-density polyethylene* (LLDPE), dan *polypropylene* (PP). Dalam eksperimen tersebut, Chand mengekstrak selulosa dari serat sisal yang kemudian ditambahkan ke dalam *polyolefin* murni. Komposisi tersebut menghasilkan komposit dengan properti seperti yang terlihat dalam tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Properti Komposit Serat Sisal

S.N	Name of Sample	Average Tensile Strength (MPa)	Melting Peak ($^{\circ}\text{C}$)
1	LDPE	7.7	109.4
2	LDPE + 1% of sisal fibre	7.9	107.8

3	LDPE + 2% of sisal fibre	8.0	107.7
4	LDPE + 3% of sisal fibre	7.5	108.2
5	LDPE + 4% of sisal fibre	7	108.7
6	LLDPE	14.3	132.3
7	LLDPE + 1% of sisal fibre	16.1	130
8	LLDPE + 2% of sisal fibre	16.7	128.8
9	LLDPE + 3% of sisal fibre	15.9	128.9
10	LLDPE + 4% of sisal fibre	15.6	129.3
11	PP	31.2	169.4
12	PP + 1% of sisal fibre	24.7	158.8
13	PP + 2% of sisal fibre	24	163.6
14	PP + 3% of sisal fibre	24.3	159.6
15	PP + 4% of sisal fibre	23.3	160.1

Hasil yang didapat menunjukkan adanya fluktuasi titik lebur setiap spesimen serta peningkatan *tensile strength* pada spesimen LDPE dan LLDPE namun terdapat penurunan pada spesimen PP. Penurunan tersebut disebabkan karena adanya bonding yang buruk diantara partikel PP dengan serat nano selulosa sisal. Hal tersebut dapat ditanggulangi dengan penggunaan *maleic anhydride polypropylene* (MAPP) sebagai perekat.

Mutafawiqin pada tahun 2016, melakukan eksperimen pembuatan komposit dengan sekam padi. Pada percobaan tersebut dilakukan penambahan sekam padi (SS) yang sudah dihaluskan kedalam *polyolefin* yaitu *polypropylene* (PP) dengan penambahan *maleic anhydride polypropylene* (MAPP). Komposisi PP dan sekam padi divariasikan dengan ketentuan seperti yang terlihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi Biokomposit PP-Sekam Padi

Spesimen Pelet	SP wt.(%)	PP wt. (%)	MAPP wt.(%)
A	5.0	90.0	5.0
B	10.0	85.0	5.0
C	15.0	80.0	5.0
D	20.0	75.0	5.0

Bahan-bahan tersebut kemudian dilebur dan dibentuk menjadi pelet biokomposit. Spesimen yang dihasilkan kemudian diukur dengan *calorimetry* dan dilihat struktur potongan melintangnya dengan mikroskop, kemudian didapatkan hasil tiap komposit seperti pada tabel 2.3.

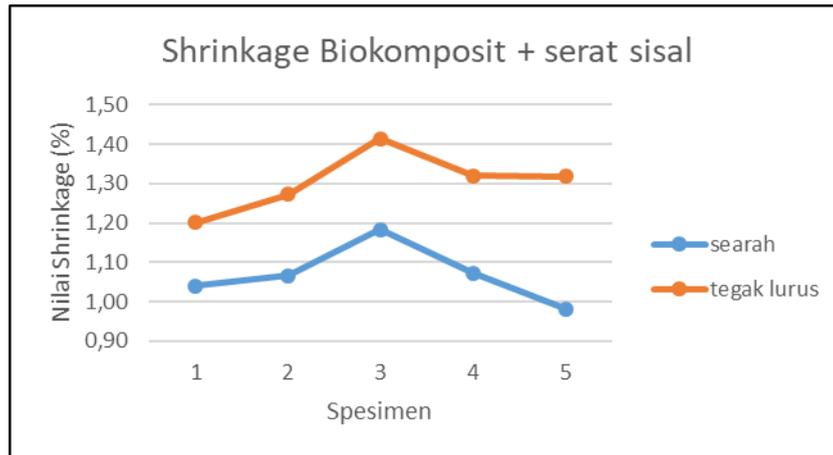
Tabel 2.3 Temperatur Leleh Biokomposit PP-Sekam Padi

Hasil Pengukuran Temperatur Biokomposit		Void (%)
Biokomposit	Temperatur leleh (°C)	
A (SP:5%;PP:90%;MAPP:5%)	163.6	7.215
B (SP:10%;PP:85%;MAPP:5%)	164.2	14.279

C (SP:15%;PP:80%;MAPP:5%)	163.3	18.205
D (SP:20%;PP:75%;MAPP:5%)	163.1	26.569

Semakin banyaknya sekam padi yang ditambahkan dalam komposit berpengaruh dalam berkurangnya titik leleh biokomposit, hal tersebut juga berpengaruh terhadap warna komposit yang semakin gelap, serta bertambahnya prosentase *void* pada komposit yang dihasilkan.

Tubagus pada tahun 2018, menguji sifat penyusutan (*shrinkgate*) pada material Biokomposit dengan campuran serat sisal. Perhitungan nilai *shrinkage* biokomposit campuran PP dan serat sisal untuk pengukuran panjang searah dan tegak lurus arah datangnya aliran plastic, sebagai berikut:



Gambar 2.2 Grafik Shrinkage Biokomposit + serat sisal (Tubagus)

Pada gambar 2.2 dari grafik diatas apabila nilai rata – rata dirata – rata lagi, diperoleh nilai *shrinkage* searah dan tegak lurus arah datangnya aliran plastic berturut – turut sebesar 1.07% dan 1.30%. Pada grafik nilai *shrinkage* yang diperoleh dari pengukuran tegak lurus lebih tinggi dari pada nilai *shrinkage* yang diperoleh dari pengukuran searah. Nilai *shrinkage* paling tinggi berada pada 1.41 % dan paling rendah berada pada 0.98 %.

Akbar pada tahun 2018, menguji sifat penyusutan (*shrinkgate*) pada material Biokomposit dengan campuran serat sisal.

Tabel 2.4 Prosentase Shrinkage Material BSS Searah Aliran (Akbar)

Percobaan Ke-	Parameter Proses			Shrinkage (%)
	Melt Temperature (°C)	Holding Pressure (Bar)	Injection Pressure (Bar)	
1	185	30	60	1.17
2	205	35	55	1.26
3	185	30	50	1.17
4	195	30	55	1.26
5	195	30	55	1.23
6	195	35	50	1.20
7	195	25	60	1.22
8	205	30	60	1.25
9	205	25	55	1.29
10	185	35	55	1.09
11	185	25	55	1.24
12	195	30	55	1.20
13	205	30	50	1.28
14	195	25	50	1.14
15	195	35	60	1.09

Pada tabel 2.4, di dapatkan nilai shrinkage terendah pada percobaan ke-10 dan ke-15 sebesar 1.09%. Parameter injeksi pada percobaan ke-10 diantaranya melt temperature 1850C, holding pressure 35 bar dan injection pressure 55 bar. Percobaan ke-15 menggunakan parameter injeksi melt temperature 1950C, holding pressure 35 bar dan injection pressure 60 bar.

Arif pada tahun 2017, menguji hasil biokomposit campuran serat sisal (SS), yang sudah dihaluskan kedalam *polyolefin* yaitu *polypropylene* (PP) dengan penambahan *maleic anhydride polypropylene* (MAPP) menggunakan mesin Differential Scanning Calorimetry (DSC) pada tabel 2.5 dan setelah itu dilakukan uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*).

Tabel 2.5 Hasil uji DSC diperoleh temperatur leleh Biokomposit

Pengukuran Biokomposit	Temperatur Leleh	Tg(°C)
	Tm (°C)	
A (SS:5%;PP:90%;MAPP:5%)	163.86	130.74
B (SS:10%;PP:85%;MAPP:5%)	164.53	130.74
C (SS:15%;PP:80%;MAPP:5%)	163.49	130.42
D (SS:20%;PP:75%;MAPP:5%)	162.84	130.37

Pemilihan biokomposit terbaik berdasarkan dari temperature leleh yang tinggi. Biokomposit dengan temperature leleh tertinggi adalah biokomposit B dengan temperature leleh 164.53°C. Pemeriksaan terhadap struktur permukaan dilakukan dalam perbesaran 50x menggunakan mikroskop Olympus BX60M di Lab Metalurgi Teknik Mesin FTI-ITS dengan hasil seperti pada tabel 2.6 :

Tabel 2.6 Hasil uji Mikroskop Biokomposit

Biokomposit		Pemanasan		Penambahan Tekanan
		12 jam	4 jam	
		% void	% void	% Void
Biokomposit A	1	1.32%	1.86%	2.09%
	2	0.23%	3.25%	0.22%
	3	4.71%	2.84%	1.43%
Biokomposit B	1	6.97%	11.58%	0.73%
	2	11.75%	9.21%	0.33%
	3	11.11%	17.71%	1.41%
Biokomposit C	1	17.42%	28.02%	2.06%
	2	30.39%	27.51%	1.61%
	3	14.43%	23.77%	0.62%
Biokomposit D	1	23.93%	26.77%	11.36%
	2	34.37%	32.70%	8.46%
	3	37.63%	31.52%	6.39%

Maka dari hasil analisa *void* komposisi pelet yang memiliki prosentase void yang paling sedikit adalah pelet A dengan komposisi 90% *polypropylene* dengan penambahan penguat serat sisal sebanyak 5%. Penambahan serat sisal mempengaruhi warna dan tekstur pelet biokomposit. Dengan seiring penambahan komposisi serat sisal, maka pelet akan berwarna semakin gelap dengan tekstur yang semakin kasar.

2.2 Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Secara umum bahan pembentuk dari komposit dapat dibagi menjadi dua macam yaitu :

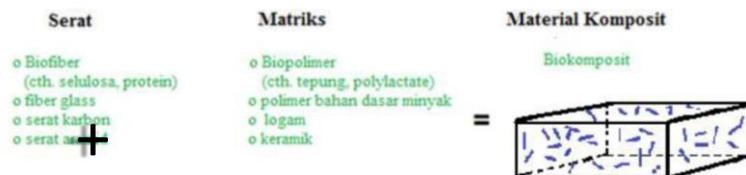
1. Penguat (*reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang *ductile* tetapi lebih rigid serta lebih kuat, dalam laporan ini penguat komposit yang digunakan yaitu dari serat alam.
2. Matriks, berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung filler (pengisi) dari kerusakan eksternal. Matriks yang umum digunakan : carbon, glass, kevlar, umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah.

Berdasarkan matrik, komposit dapat diklasifikasikan kedalam tiga kelompok besar yaitu: komposit matrik polimer (PMC), dengan polimer sebagai matrik, komposit matrik logam, dengan logam sebagai matrik, komposit matrik keramik, dengan keramik sebagai matrik. Sedangkan berdasarkan strukturnya komposit dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Komposit jenis serat yang mengandung serat-serat pendek dengan diameter kecil yang disokong oleh matriks yang berfungsi untuk menguatkan komposit, seperti serat tandan sawit, serat sintesis, kaca, atau logam.
2. Komposit jenis partikel yaitu partikel tersebar dan diikat bersama oleh matriks. Struktur *Sandwich* yaitu komposit yang tersusun dari 3 lapisan yang terdiri dari flat komposit sebagai kulit permukaan (*skin*) serta material inti (*core*) dibagian tengahnya berada diantaranya.
3. Komposit struktur berdasarkan struktur komposit terbagi menjadi dua yaitu: struktur lamina dan struktur sandwich. Lamina yaitu komposit yang mengandung bahan pelapis yang diikat bersama antara satu sama lain dengan menggunakan pengikat.

2.3 Biokomposit

Biokomposit dapat didefinisikan sebagai material komposit yang terdiri dari polimer alami atau *biofiber* (serat alami) yang dapat terdegradasi sebagai penguat dan polimer yang tidak dapat terdegradasi atau yang dapat terdegradasi sebagai matriks. Ilustrasi biokomposit ditunjukkan pada gambar 2.3



Gambar 2.3. Skema Sederhana Pembentukan Biokomposit[3]

Material Biokomposit terbuat dari bahan yang dapat diperbaharui sehingga pembuatannya dapat mengurangi konsumsi energi dan biaya produksi. Selain itu biokomposit juga memiliki kemampuan terdegradasi yang baik. Perkembangan penelitian biokomposit sudah sangat beragam, untuk contoh body pesawat terbang, dengan karakteristik mekanikal propertis tensile strenght (90°) = 130 ± 5 Mpa, tensile strength (0°) = 164 ± 5 Mpa, dan shear strength = 38 ± 1 Mpa. Biokomposit juga dapat digunakan untuk dunia industri seperti pipeline, tabung gas, dan untuk dunia otomotif dapat digunakan untuk pembuatan helm dan body pada mobil.

2.4 Polypropylene

Polimer adalah makromolekul yang terbentuk dari pengulangan satuan-satuan sederhana monomernya. Akibatnya molekul-molekul polimer umumnya mempunyai massa molekul yang sangat besar. ada polimer yang merupakan molekul individual, ada yang bercabang, ada yang merupakan jaringan raksasa makroskopik. Berdasarkan asalnya polimer dapat dikelompokkan polimer alam dan polimer sintesis. *Polypropylene* merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. *Polypropilene* merupakan polimer dengan penngunaan ketiga terbesar di dunia. *Polypropilene* dapat kita temui dalam berbagai aplikasi mulai dari peralatan rumah tangga, part otomotif hingga komponen elektronik.

Sifat-sifat *Polypropylene* serupa dengan sifat-sifat *Polyethylene*. Termasuk kelompok yang paling ringan diantara bahan polimer, dan dapat terbakar bila dinyalakan dibandingkan HDPE. *Polypropylene* memiliki beberapa keunggulan dan kelemahan, yaitu :

Keunggulan :

1. Titik lelehnya tinggi (160 - 176°C) dan densitasnya rendah (0,9 - 2,2 gr/cm³)
2. Tahan korosi
3. Merupakan kelompok yang paling ringan di antara kelompok polimer
4. Mudah diproses dan banyak digunakan untuk proses produksi

Kelemahan :

1. Daya penghantar panas dan listrik rendah
2. Apabila dibakar akan menimbulkan bau menyengat.

2.5 Sisal

Sisal (*Agave Sisallana Perrine*) adalah tanaman perdu dengan daun berduri berbentuk pedang menjulang sepanjang 1 - 2m. Tanaman Sisal seperti pada gambar 2.3 awalnya berasal dari Meksiko tenggara yang beriklim sedang, dan berkembang ke daerah subtropis dan tropis seiring dengan berkembangnya kebutuhan serat untuk industry disana. Sisal sampai ke Indonesia pada tahun 1913. Tanaman sisal sebagian besar diusahakan di lereng lereng bukit berkapur dan beriklim kering. Di Indonesia, tanaman sisal dikembangkan di Malang Selatan, Jember dan Blitar Selatan. Para petani menanam tanaman sisal ditumpang Sari dengan palawija seperti jagung, kacang tanah, atau kacang kedelai.



Gambar 2.3 Tanaman Sisal

Sumber: <https://agrifood.id>

Di Indonesia serat sisal digunakan sebagai bahan kerajinan tali talian, tas, karpet maupun kemasan buah. Namun serat sisal masih mempunyai banyak potensial yang belum dikembangkan seperti sebagai material campuran komposit yang murah, ringan dan kuat. Serat sisal tersedia melimpah di sekitar Jawa Timur dengan panen sepanjang tahun.

Serat sisal merupakan penguat yang menjanjikan untuk digunakan sebagai komposit karena harganya yang murah, densitasnya yang rendah, kekuatan spesifik dan modulusnya yang tinggi, tanpa resiko kesehatan serta tersedia melimpah dan merupakan bahan alam terbarukan.

Tabel 2.7 *Mechanical Properties* dan Ketersediaan Serat Alam

Serat	Density (gr/cm ³)	Elongation (%)	Tensile Strength (MPa)	Elastic Modulus (GPa)	World Production (10 ³ ton)
Cotton	1,5	7	400	5,5	18.450
Jute	1,3	1,5	393	26	2.300
Flax	1,5	2,7	500	27	970
Hemp	1,47	2	690	70	830
Kenaf	1,45	1,6	930	53	370
Sisal	1,5	2	635	9,4	214
Coir	1,2	30	693	4	100

Joseph K, 1995 mengkaji pengaruh metode pembuatan, kandungan, serat terhadap kekuatan tarik komposit sisal-*polyethylene*. Serat sisal merupakan penguat polimer yang efektif, sifat mekanis dan sifat fisis serat sisal tidak hanya dipengaruhi oleh asal, posisi, dan usia tanaman saja, namun juga tergantung pada kondisi percobaan seperti diameter serat, panjang alat ukur, kecepatan dan suhu pengujian. Pada tabel 2.7 dijabarkan mengenai mekanikan propertis pada berbagai macam jenis-jenis serat.

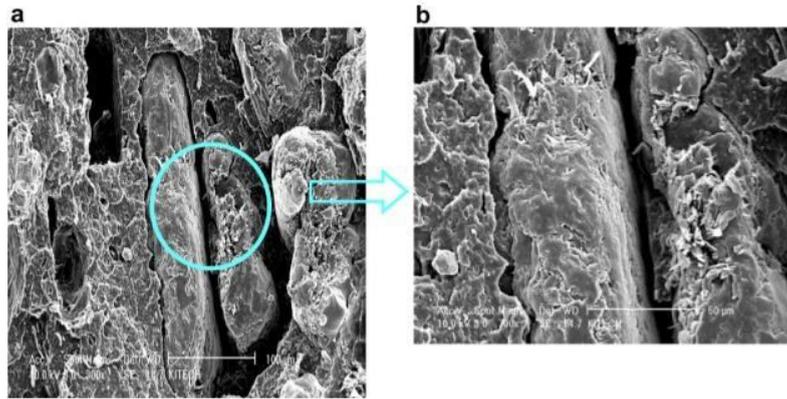
2.6 Maleic Anhydride Polypropylene (MAPP)

MAPP seperti pada gambar 2.4 adalah material coupling agent yang berfungsi sebagai pengikat antara filler dan matriks pada ikatan PMC. *Maleic anhydride* yang ada dalam MAPP memberikan interaksi polar seperti interaksi asam basa dan dapat juga mengikat secara kovalen ke gugus hydroxyl pada serat alam. Kombinasi ikatan kovalen dan interaksi asam basa antara MAPP dan gugus OH- pada permukaan serat menghasilkan sifat-sifat yang baik. Adapun fungsi dalam tugas akhir ini adalah sebagai compatibilizer dan membantu memperbaiki sifat dari produk tersebut. MAPP hasil produksi oleh produsen Shenzhen All Gong Science and Technology Co., Ltd memiliki temperatur leleh pada 190°C dan berbentuk pelet (granular).

**Gambar 2.4** *Maleic-Anhydride Polypropylene* (MAPP)

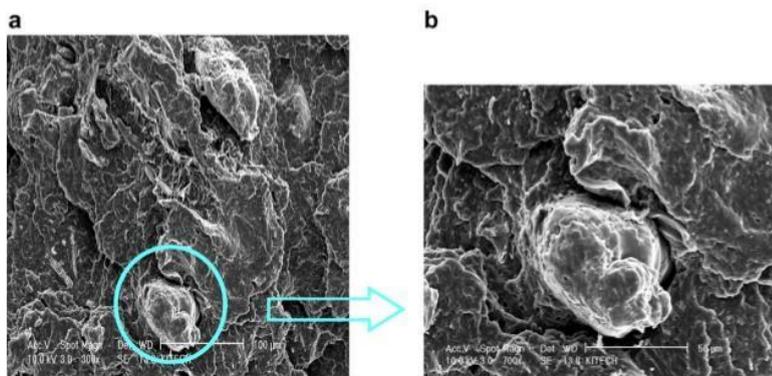
Sumber: <http://www.plastic-granule.com>

Secara morfologi biokomposit tanpa MAPP terlihat memiliki *gap* antara serbuk serat dan matriks. Hal tersebut menunjukkan buruknya ikatan *interface* antara matriks dan serat sehingga serbuk serat tidak dapat mengikat matriks dengan baik.



Gambar 2.5 (a) Hasil SEM Biokomposit Tanpa MAPP[7]

Adanya *gap* seperti pada gambar 2.5 a dan b, antara serbuk penguat dengan matriks. Hal tersebut justru akan mengurangi kekuatan biokomposit secara keseluruhan.



Gambar 2.5 (b) Hasil SEM Biokomposit Dengan MAPP [7]

Penambahan MAPP memperbaiki interface antara serbuk penguat dengan polypropylene. Terlihat dengan tidak terdapatnya *gap* antara serbuk dengan matriks. Dengan interface yang baik penguat dapat mengikat matriks sehingga kekuatan material biokomposit akan bertambah.

2.7 Pelet

Pelet merupakan bentuk bahan yang dipadatkan sedemikian rupa dari bahan konsentrat dengan tujuan untuk mengurangi sifat keambaan (meningkatkan densitas suatu bahan) (Parker, 1988). Keambaan yang diolah menjadi pelet berkurang karena densitasnya meningkat. Pelet yang memiliki densitas tinggi akan meningkatkan penggunaan bahan dan mengurangi bahan yang tercecer, serta mencegah *de-mixing* yaitu peruraian kembali komponen penyusun pellet sehingga bahan sesuai dengan kebutuhan standar (Stevens, 1987).

Menurut hasil sejumlah penelitian, manfaat *Pelleting* adalah meningkatkan kepadatan dan daya alir, mencegah bahan tercecer dan diterbangkan angin, serta meningkatkan konversi ransum. (Behnke, 1998 dalam Briggs, 1999).

Kualitas pellet merupakan aspek yang penting baik bagi produsen industri plastik. Kualitas pellet ditentukan dengan durabilitas, densitas kekerasan (*hardness*) dan ukuran. Kualitas pellet yang baik membutuhkan konsekuensi bagi produsen, yaitu berupa tingginya biaya produksi, tingginya energi dan modal yang dibutuhkan. Menurut Behnke (1994), faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas pellet adalah formulasi (pengaruhnya sebesar 40%), *conditioning* (20%), ukuran partikel (20%), spesifikasi *die* (cetakan) dari mesin pelet (15%), dan pendinginan (5%).

Pada eksperimen ini dikaji kualitas pelet berdasarkan prosentase void dan temperature leleh. Dimana prosentase *void* berhubungan dengan densitas pelet. *Void* pada pelet akan berpengaruh pula dalam terbentuknya *void* dalam specimen. *Void* atau rongga yang terdapat pada specimen akan menyebabkan initial crack, sebab terjadi konsentrasi tegangan saat komposit diberi pembebanan/gaya. Hal tersebut tentu

mengakibatkan nilai kekuatan mekanik dari komposit akan menurun (Didhit W, 2014). Terbentuknya void berbanding lurus dengan adanya perubahan ketebalan produk yang mengakibatkan pendinginan yang tidak menyeluruh dan penambahan filler dengan perbandingan L/D (panjang – diameter) yang besar (J, Peter, 2008).

Sifat thermal berhubungan dengan ketahanan biokomposit tersebut terhadap panas (Temperatur Gelas, T_g) serta titik leleh biokomposit tersebut (Temperatur leleh, T_m) sebagai rekomendasi pada proses injeksi (Klančnik ,G, 2009).

Ada dua cara yang dapat ditempuh dalam pembuatan pelet, yaitu secara manual dan atau dengan menggunakan mesin. Pembuatan pellet secara manual dilakukan dengan menggunakan alat-alat yang sederhana. Alat yang dipergunakan adalah sekop (*paddle*) atau drum yang dirancang dengan menggunakan prinsip kerja *mixer* (Pujaningsih, 2011). Proses pengolahan pellet terdiri dari 3 tahap, yaitu pengolahan pendahuluan, pembuatan pellet dan perlakuan akhir.

a. Proses pendahuluan

Proses pendahuluan bertujuan untuk pemecahan dan pemisahan bahan-bahan pencemar atau kotoran dari bahan yang akan digunakan. Setelah seluruh bahan baku disiapkan, tahap selanjutnya adalah menggiling bahan baku tersebut. Tujuannya adalah untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam berbentuk tepung (*mash*). Peralatan yang digunakan adalah mesin penggiling atau penghalus yang bisa digerakkan motor listrik atau motor bakar yang bahan bakarnya bisa berupa bensin atau solar. Alat ini dikenal dengan nama *disk mill*, *Ball Mill* dan *hammer mill*.

b. Pembuatan pelet

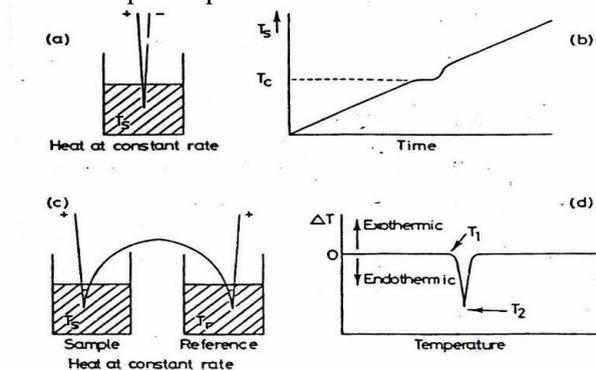
Pembuatan pelet terdiri dari proses pencetakan, pendinginan dan pengeringan. Perlakuan akhir terdiri dari proses sortasi, pengepakan dan pergudangan. Proses penting dalam pembuatan pellet adalah pencampuran (*mixing*), pengaliran uap (*conditioning*), pencetakan (*extruding*) dan pendinginan (*cooling*). Penyetakan pelet dilakukan dengan menggunakan mesin ekstruder atau mesin injeksi. Mesin ekstruder dan injeksi akan mencetak pelet berbentuk memanjang.

c. Perlakuan akhir

Penentuan ukuran pellet disesuaikan dengan ukuran dan fungsi dari pelet tersebut. Baik dalam dimensi diameter dan panjang. Pelet memanjang yang sudah dicetak kemudian didinginkan dengan menggunakan air dingin. Setelah pelet mengeras pelet akan dipotong sesuai ukuran yang diinginkan.

2.8 Differential Scanning Calorimetry (DSC)

Differential Scanning Calorimetry adalah suatu metode dimana suhu sampel dibandingkan dengan sebuah referen inert pada suatu perubahan suhu yang terprogram. Suhu sampel akan sama dengan referen ketika tidak terjadi perubahan, namun pada saat terjadi suatu peristiwa thermal seperti pelelehan, perubahan struktur kristal atau dekomposisi sampel, suhu sampel dapat berada diatas apabila perubahan bersifat eksotermik atau dibawah apabila peristiwa bersifat endotermik suhu referen.



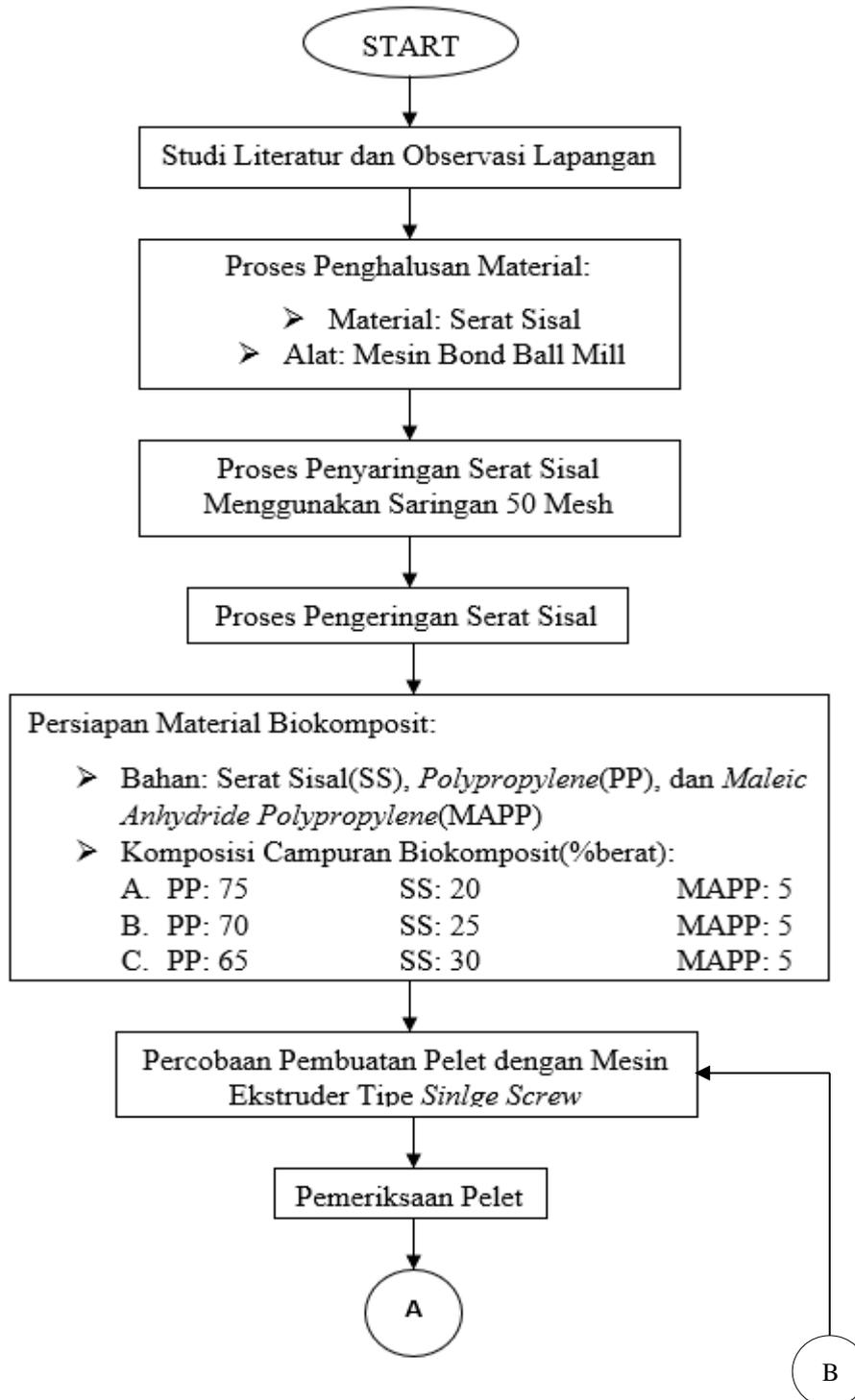
Gambar 2.6 Metode DSC. Grafik (b) hasil dari set-up yang diperlihatkan pada (a) dan grafik (d), jejak DSC yang umum, hasil dari pengaturan yang diperlihatkan pada (c) [6]

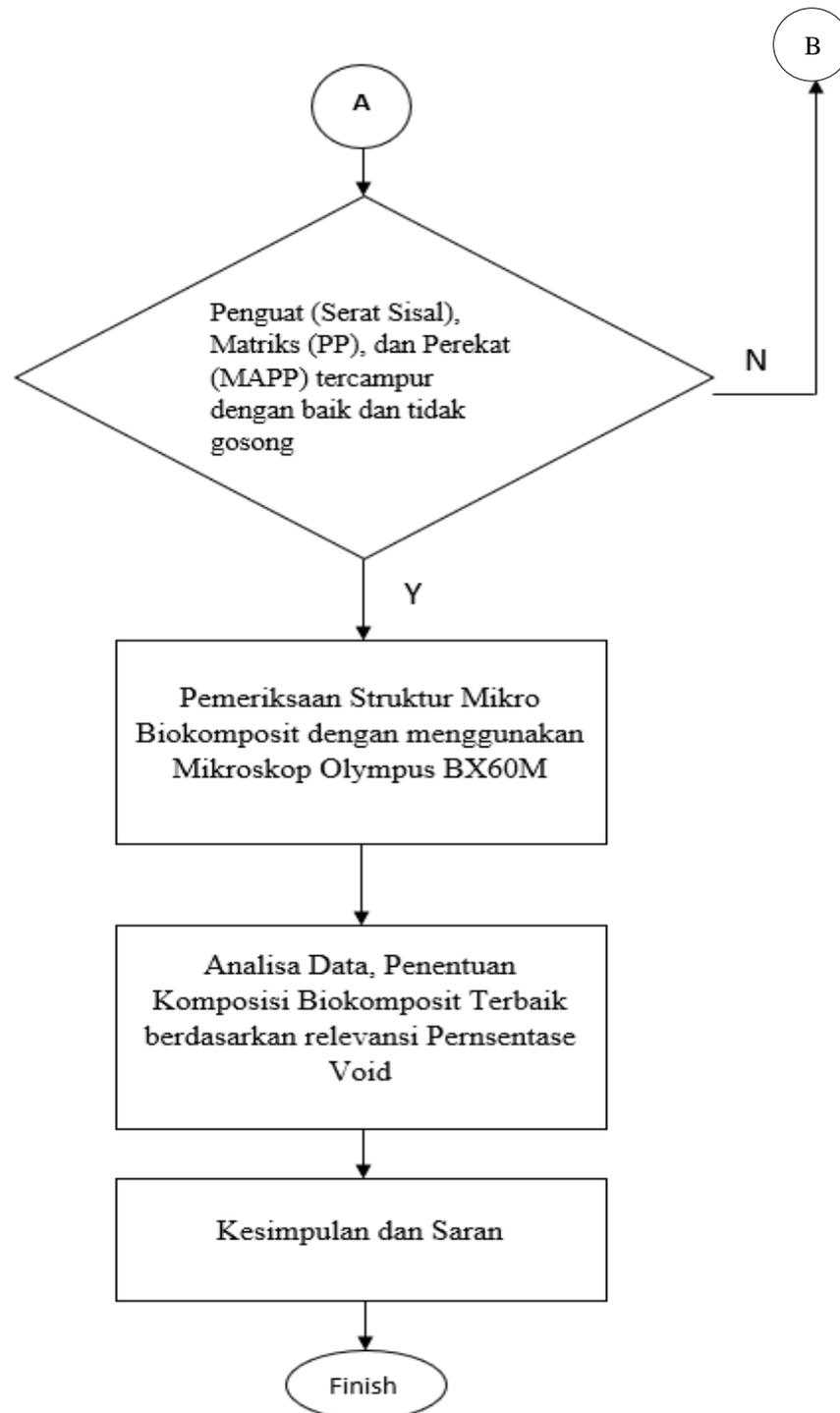
Pada gambar 2.6 diperlihatkan pengaturan yang digunakan pada metode DSC. Sampel dan referen ditempatkan bersebelahan dalam heating block yang dipanaskan ataupun didinginkan pada laju konstan; termokopel identik ditempatkan pada keduanya dan dikoneksikan. Ketika sampel dan referen berada pada suhu yang sama, output bersih dari pasangan termokopel ini akan sama dengan nol. Pada saat suatu peristiwa termal berlangsung pada sampel, perbedaan suhu, ΔT , timbul antara keduanya yang kemudian terdeteksi dari selisih tegangan dari kedua termokopel.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Langkah- langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian komposit dengan memvariasikan komposisi komponen *polypropylene* (PP), serat sisal (SS) dan *maleic anhydride polypropylene* (MAPP) dalam pembuatan pellet ditunjukkan pada diagram alir gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan pada studi eksperimen pembuatan komposit *polypropylene*, serat sisal, dan *maleic anhydride* diuraikan sebagai berikut :

3.2.1 Studi Literatur dan Observasi Lapangan

Pembelajaran yang didapat dari literatur dalam eksperimen ini meliputi komposisi campuran untuk mendapatkan material baru, proses *Ball Mill*, ekstruksi, dan pengukuran DSC. Observasi lapangan yang dilakukan untuk mempelajari mesin *Bond Ball Mill* yang berada di jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS, mesin DSC di laboratorium Energi ITS serta hal lainnya yang berkaitan dengan proses pencarian alternatif material komposit baik melalui media online maupun media offline.

3.2.2. Proses Penghalusan Serat Sisal

3.2.2.1. Persiapan Penghalusan Serat Sisal

Persiapan penghalusan serat sisal dilakukan dengan mempersiapkan serat sisal yang akan dihaluskan dengan mesin *Bond Ball Mill*. Serat sisal yang digunakan seperti pada gambar 3.2 akan dihaluskan dengan menggunakan mesin. Mesin *Bond Ball Mill* milik jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.



Gambar 3.2 Serat Sisal

3.2.2.2 Proses Penggilingan Serat Sisal

Proses penghalusan serat sisal dalam eksperimen ini menggunakan mesin *Ball Mill* seperti pada gambar 3.3. Mesin *Ball Mill* adalah salah satu bentuk mesin giling yang fungsinya untuk menghaluskan material dari bentuk yang keras menjadi berbentuk pasir halus dengan bantuan bola yang menggelinding dan menubruk dinding tabung yang berputar. Mesin ini biasanya digunakan dalam proses pembuatan cat, kembang api, porselen, bahan kimia, batu bara, semen, pigmen, keramik, felspar untuk tembikar, dan serbuk laser untuk mesin cetak 3D, yang memiliki tingkat kekerasan yang tinggi yang hanya cocok dihaluskan menggunakan mesin *Ball Mill*. Sedangkan mesin *Ball Mill* berukuran kecil (*Planetary Ball Mill*) digunakan untuk produksi bahan yang sedikit atau untuk uji coba dan eksperimen misalnya di laboratorium untuk menguji suatu material. Proses dilakukan selama kurang lebih 2 jam.



Gambar 3.3. Mesin *Bond Ball Mil*

3.2.3 Proses Penyaringan Serat Sisal

Setelah selesai mendapatkan serat sisal yang halus dan ukuran yang sesuai, kemudian disaring untuk mendapatkan hasil yang sesuai. Proses penyaringan tersebut menggunakan pengayak yang tersedia di jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS. Waktu yang dibutuhkan saat proses penyaringan adalah sekitar 5-10 menit setiap satu kali penyaringan, dengan keadaan pengayak setengah penuh. Ayakan yang digunakan adalah ayakan dengan ukuran 50 mesh seperti pada gambar 3.4. Mesh adalah ukuran dari jumlah lubang suatu jaring atau kasa pada luasan 1 inch persegi jaring / kasa yang bisa dilalui oleh material padat. Pemilihan ukuran penyaringan 50 mesh dilakukan dengan pertimbangan bahwa ukuran serbuk serat sisal yang standart dan pas untuk proses ekstrusi. Proses pengayakan digunakan untuk memisahkan serat yang sudah menjadi serbuk.



Gambar 3.4 Saringan 50 mesh

3.2.4 Proses Pengeringan Serat Sisal

Setelah selesai melakukan proses penyaringan pada serat sisal, maka selanjutnya akan dilakukan proses pegeringan. Proses ini dilakukan agar bahan uji dalam keadaan kering (kadar air dalam bahan uji berkurang) sehingga memudahkan melakukan proses selanjutnya di mesin Ekstrusi supaya tidak terjadi letusan-letusan kecil dalam pembuatan pelletnya. Proses pengeringan dilakukan dengan bantuan oven.

3.2.5 Proses Pencampuran Biokomposit

Pada tahap kali ini, akan dilakukan pencampuran material-material biokomposit. Materialnya adalah antara lain *polypropylene* (PP), *maleic anhydride polypropylene* (MAPP), dan serat sisal (SS). Material PP yang akan digunakan dalam kondisi murni.

Rancangan komposisi biokomposit terbagi menjadi 3 kategori, biokomposit A, B, dan biokomposit C. Biokomposit A terdiri dari 75% material PP, 20% material serat sisal, dan 5% MAPP, biokomposit B terdiri dari 70% material PP, 25% serat sisal, 5% MAPP, biokomposit C terdiri dari 65% material PP, 30% serat sisal, 5% MAPP. Dari setiap biokomposit diatas diuji sebanyak satu kali yaitu dengan ukuran serat 50 mesh. Dari parameter diatas bertujuan untuk melihat seiring bertambahnya bahan penguat yaitu serat sisal apakah biokomposit yang dihasilkan masih bisa memenuhi karakteristik biokomposit. Prosentase bahan mewakili prosentase berat bahan tersebut ditunjukkan dalam tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.1 Komposisi Biokomposit PP-Serat Sisal

Spesimen Biokomposit	PP wt. (%)	SS wt. (%)	MAPP wt. (%)
A	75	20	5
B	70	25	5
C	65	30	5

Komposisi bahan berupa prosentase berat tiap komponen bahan (PP, SS, dan MAPP) pada setiap 100gr spesimen. Timbangan digital digunakan untuk mengukur berat tiap komponen bahan sesuai dengan komposisi komposit pada Tabel 3.1. Timbangan yang akan digunakan adalah *Pocket Scale* MH 500-series seperti pada gambar 3.5. Batas kemampuan pengukurannya hingga 500g dengan kecermatan 0,1g.



Gambar 3.5 Timbangan Digital *Pocket Scale*

3.2.6 Proses Pembuatan Pellet

Pencampuran material PP, serat sisal dan MAPP dilakukan dengan bantuan mesin Ekstruder tipe *single screw* seperti pada gambar 3.6. Hasil akhir proses ini adalah terbentuknya pelet material biokomposit.



Gambar 3.6 Mesin Ekstruder Tipe Single Screw

3.2.7 Pemeriksaan Struktur Biokomposit

Setelah proses ekstruksi, spesimen akan diperiksa menggunakan alat mikroskop seperti pada gambar 3.7. Pada pemeriksaan ini digunakan alat dari laboratorium Metallurgi Teknik Mesin FTI-ITS. Pemeriksaan struktur permukaan ini dilakukan agar dapat dilihat biokomposit mana yang bahan penguat dan matriks nya menyatu dengan baik atau homogen sehingga menghasilkan produk biokomposit yang diharapkan. Hubungan antara struktur permukaan dengan karakteristik biokomposit adalah jika struktur permukaannya padat dan tidak ada atau sedikit rongga yang ada pada biokomposit maka biokomposit tersebut memenuhi karakteristik biokomposit.



Gambar 3.7 Mikroskop Olympus BX60M

3.2.8 Penentuan Rekomendasi Komposisi Biokomposit

Seluruh data dari penelitian diatas akan dicatat setelah pengujian dan pemeriksaan diolah dengan cara membandingkan perbedaan kondisi antara masing-masing variasi komposisi biokomposit. Data hasil pengukuran tersebut akan dijadikan bahan rekomendasi lanjutan penelitian pada mesin injeksi dan ekstrusi. Data yang diperoleh adalah struktur permukaan biokomposit. Analisa yang akan dilakukan dalam pengelolaan data ini adalah mengetahui struktur permukaan dari material biokomposit dengan perbesaran 50x. hasil perbesaran tersebut dapat ditentukan biokomposit mana yang menimbulkan presense of void antara partikel dan matrix polimer. Evaluasi dilakukan untuk membahas kekurangan yang dapat dialami selama proses penelitian material biokomposit sebagai material alternative plastic supaya dapat digunakan dalam penyusunan rekomendasi penggunaan data untuk proses optimasi pada mesin injeksi dan ekstrusi. Rekomendasi diperlukan untuk mengetahui berapa temperature leleh pada biokomposit agar melakukan proses injeksi dan ekstrusi secara aman dan memberikan hasil yang optimal.

3.2.9 Kesimpulan dan Saran

Setelah didapat data konfirmasi dari peneltian ini, diambil kesimpulan tentang temperature leleh dari material biokomposit uji serta struktur permukaannya secara ilmu pengetahuan yang selanjutnya dapat digunakan sebagai referansi bahan yang diinjeksi dengan mesin injection molding.

BAB IV PEMBUATAN BIOKOMPOSIT DAN PENGUJIANNYA

4.1 Persiapan Pembuatan Pelet Biokomposit

4.1.1 Material Biokomposit

Pembuatan Biokomposit

Dijabarkan seperti pada gambar 4.1 dan 4.2

➤ Bahan yang digunakan

- Polypropylene (PP) murni warna cokelat krem dan hijau.
- Serat sisal halus yang sudah dikeringkan.
- Maleic anhydride (MAPP) sebagai perekat (*coupling agent*) yang dibeli dari perusahaan Shenzhen All Gong Science and Technology Co., Ltd. di Hongkong



Gambar 4.1 Bahan-bahan yang digunakan

➤ Peralatan yang digunakan

- Mesin *Bond Ball Mill* dengan kecepatan 56 rpm untuk menghaluskan serat sisal
- Saringan 50 mesh untuk menyaring serat sisal setelah dihaluskan
- Mesin Ekstruder tipe Single Screw



Gambar 4.2 Peralatan yang digunakan

Komposisi Biokomposit

Bentuk biokomposit yang akan dibuat adalah berbentuk pelet dengan variasi komposisi yang dapat dilihat pada tabel 4.1. Biokomposit A dengan campuran serat sisal 20 wt %, PP 75 wt % dan MAPP 5 wt %, lalu Biokomposit B dengan campuran serat sisal 25 wt %, PP 70 wt % dan MAPP 5 wt %, serta Biokomposit C dengan campuran serat sisal 30 wt %, PP 65 wt % dan MAPP 5 wt %, wt % disini adalah persentase berat dalam gram, namun dengan temperatur pemanasan yang berbeda pada mesin Ektruder yaitu pada temperatur barrel 170° dan 190°.

Tabel 4.1 Komposisi pelet biokomposit

Biokomposit	PP wt.(%)	SS wt.(%)	MAPP wt. (%)	Temperatur Barrel (°C)
A1	75	20	5	170
A2	75	20	5	190
B1	70	25	5	170
B2	70	25	5	190
C1	65	30	5	170
C2	65	30	5	190

Pada gambar 4.3 terlihat proses pencampuran Serat Sisal, PP, dan MAPP secara manual sebelum dimasukkan ke dalam mesin ekstruder:



Gambar 4.3 Campuran Komposisi Pelet

4.1.2 Proses Ektrusi

Mekanisme proses menggunakan mesin ekstruder akan dijelaskan dalam beberapa langkah sebagai berikut:

- > Set up awal pengujian mesin

Pada awal langkah sebelum melakukan percobaan menggunakan material plastik maupun biokomposit, beberapa persiapan pada mesin harus dilakukan antara lain:

- Seperti pada umumnya, bahwa langkah pertama adalah memastikan saklar mesin nyala untuk mendapatkan daya dari power supply.
- Heater menjadi komponen utama yang harus dinyalakan sebelum memutar motor yang digunakan. Hal ini merupakan proses yang penting mengingat pada mesin ekstrusi biasanya terdapat sisa-sisa material dari proses sebelumnya yang melekat baik pada drill atau menyumbat nozzle. Pemanasan awal berguna untuk melelehkan sisa material yang tersisa dari sisa proses sebelumnya.
- Setting pemanasan pertama yang dilakukan adalah mengatur nilai temperatur pemanas yang sesuai dengan target yang diinginkan. Perlu menjadi catatan bahwa nilai temperatur didasarkan dari sifat material yang digunakan :



Gambar 4.4 Control Panel pada Mesin Ekstruder Tipe Single Screw

- LED Indicator tengah dan kanan akan menyala apabila terjadi proses pemanasan terjadi dan akan mati apabila temperatur yang diinginkan telah tercapai. Begitu seterusnya apabila temperatur dibawah nilai target maka LED akan menyala lagi untuk menyesuaikan temperatur menuju temperatur target.
- Dua ukuran atau kontrol pemanas digunakan untuk 3 buah pemanas pada barrel dan 1 panas pada nozzle.
- Untuk memanaskan barrel hingga mencapai temperatur 170C dibutuhkan waktu pemanasan sebesar 10,8 menit. namun secara perhitungan manual untuk material barrel pada mesin ekstruder milik teknik mesin ITS yang telah dilakukan waktu pemanasan awal yang dibutuhkan selama 8,56 menit. yang menjadi perbedaan dimungkinkan terletak pada temperatur awal barrel yang digunakan, pada perhitungan digunakan temperatur awal sebesar 25C namun pada kenyataanya bisa saja temperatur barrel tidak pada 25C.

➤ Pemasukan Campuran Biokomposit



Catatan Gambar 4.5:

1. Pemasukan Campuran Biokomposit Kedalam Hoper

Gambar 4.5 Hoper pada Mesin Ekstruder Tipe Single Screw

- Material campuran biokomposit dimasukkan melalui hopper dengan jumlah yang ditentukan terlebih dahulu.



Catatan Gambar 4.6:

- 2 Aliran Awal Campuran
- 3 Heater Pada Mesin Ekstruder
- 4 Breaker Plate Pada Ekstruder
- 5 Nozzle Keluaran Campuran Pelet

Gambar 4.6 Barrel pada Mesin Ekstruder Tipe Single Screw

- Material yang masuk melalui lubang pada bagian bawah hopper kemudian akan masuk ke dalam barrel yang panas akibat pemanasan oleh heater. Pada kondisi ini material berada pada feeding zone dimana pada zona ini material mengalami pemanasan untuk pertama kalinya.
- Putaran screw akan mengakibatkan material terdorong secara kontinu ke depan sampai transition zone. Pada bagian pertama zona ini, tinggi saluran berkurang disebabkan oleh peningkatan diameter dari ulir sehingga bahan mengalami tekanan untuk mengurangi jumlah ruang-ruang kosong pada bahan. Pada tahapan ini pemanasan akan berjalan lebih cepat karena pemasangan heater tepat berada di atas zona. Hal ini bertujuan untuk lebih menghasilkan panas yang maksimal agar material meleleh dan proses pencampuran terus berlanjut. Selain itu, pengurangan diameter akan mempersulit aliran material (putaran tersendat) apabila ada yang belum meleleh secara sempurna.
- Didalam barrel mesin ekstruder ini dipasang breaker plate yang berfungsi sebagai filter yang dapat menyaring material yang masih berbentuk butiran kecil atau yang belum meleleh secara keseluruhan masuk ke dalam nozzle. Temperatur pada daerah nozzle di atur lebih tinggi dari temperatur heater pada bagian lain guna melelehkan material yang belum meleleh secara sempurna
- Material keluar dari nozzle dengan bentuk pasta yang akan didinginkan untuk kemudian dipotong sesuai dengan ukuran yang dikehendak

4.2 Pelet Biokomposit Hasil Ekstrusi

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan biokomposit dengan variasi komposisi. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan bahan sesuai dengan komposisi masing – masing variasi biokomposit yang akan dibuat. Proses pencampuran bahan hingga homogen dilakukan secara manual dengan dikocok-kocok sebelum dimasukkan ke dalam hopper mesin ekstruder.

Hasil keluaran dari mesin ekstruder adalah biokomposit berbentuk seperti tali melilit dengan tekstur yang sangat lembek serta suhu yang panas, seperti terlihat pada gambar 4.7. Setelah didinginkan biokomposit tersebut dipotong-potong menjadi bentuk butiran-butiran pellet, seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.8, 4.9, dan 4.10.



Gambar 4.7 Hasil awal keluaran biokomposit dari Mesin Ekstruder

Pelet yang dihasilkan ada 3 variasi yang masing-masing variasi memiliki replikasi sejumlah 30-40 butir pelet dan hanya 4 sampel dari masing-masing variasi yang diperiksa. Adapun hasil pelet yang didapatkan dari mesin Ekstruder tipe Single Screw ini adalah seperti pada gambar 4.8, 4.9, dan 4.10 sebagai berikut:



Gambar 4.8 Biokomposit A



Gambar 4.9 Biokomposit B



Gambar 4.10 Biokomposit C

Secara visual pelet biokomposit A terlihat pada gambar 4.8 dengan komposisi polypropylene dengan penambahan serat sisal sebanyak 20% dan MAPP sebanyak 5% serta pemanasan barrel 170° terlihat bahwa biokomposit masih memiliki warna hijau sebagaimana warna PP murni yang digunakan, hanya saja terlihat lebih terang. Biokomposit B terlihat pada gambar 4.9 dengan komposisi polypropylene dengan penambahan serat sisal sebanyak 20% dan MAPP sebanyak 5% serta pemanasan barrel 190° memiliki warna hijau yang relatif lebih gelap daripada biokomposit A. Pada potongan melintang setiap butir pelet terlihat adanya rongga-rongga udara kecil. Biokomposit C terlihat pada gambar 4.10 dengan komposisi polypropylene dengan penambahan serat sisal sebanyak 30% dan MAPP sebanyak 5% serta pemanasan barrel 170° memiliki warna coklat yang gelap dengan tekstur yang sedikit berserat. Terlihat dengan seiring dengan penambahan serat sisal pada biokomposit, secara visual akan membuat warna biokomposit menjadi lebih gelap dan berserat.

4.3 Pemeriksaan Struktur Biokomposit

4.3.1 Persiapan Pemeriksaan

a. Alat yang digunakan

-Mikroskop Olympus BX60M

-Software ImageJ



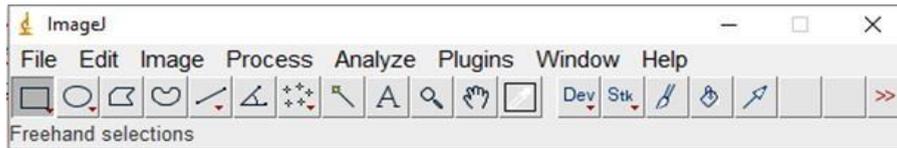
Gambar 4.11 Mikroskop Olympus BX60M

b. Tempat Pemeriksaan

- Lab. Metalurgi Dept. Teknik Mesin FTIRS ITS

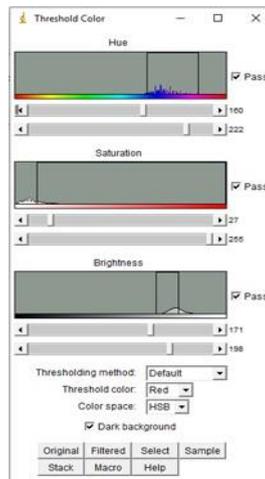
4.3.2 Langkah-Langkah Pemeriksaan

- Pemeriksaan struktur biokomposit dilakukan setelah proses ekstrusi. Proses ini dilakukan dengan memotong secara melintang biokomposit yang akan diperiksa kemudian dilihat struktur permukaan potongannya dengan menggunakan mikroskop Olympus BX60M yang terdapat pada Laboratorium Metallurgi Teknik Mesin ITS dengan pembesaran 100x. Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui terdapatnya voids pada pelet biokomposit yang dibuat. Adapun langkah-langkah yang dilakukan antara lain:
 1. Siapkan hasil pengamatan yang akan dihitung prosentase voidnya.
 2. Buka software ImageJ.



Gambar 4.12 Taskbar Software ImageJ

3. Klik file kemudian open, lalu pilih file foto yang akan diamati.
4. Crop gambar sehingga hanya tersisa foto pelet yang akan diamati dengan cara memilih freehand selection lalu membuang bagian yang bukan pelet.
5. Kemudian pilih menu image dan klik submenu adjust dan klik color threshold.
6. Atur Hue, Saturation dan Brightness sehingga void yang terdapat pada pelet terblok.



Gambar 4.13 Hue Setting pada software ImageJ

7. Setelah didapatkan proporsi yang pas pada setiap void, tanpa menutup jendela color threshold, buka submenu analyze lalu pilih analyze particles. Software akan otomatis melihat bagian yang gelap(void) dan akan merubahnya menjadi warna merah karena sudah diatur tresholding untuk menjadi warna merah, dan permukaan lain yang terlihat tidak akan terblok warna merah, sehingga didapat prosentase area void pada biokomposit.

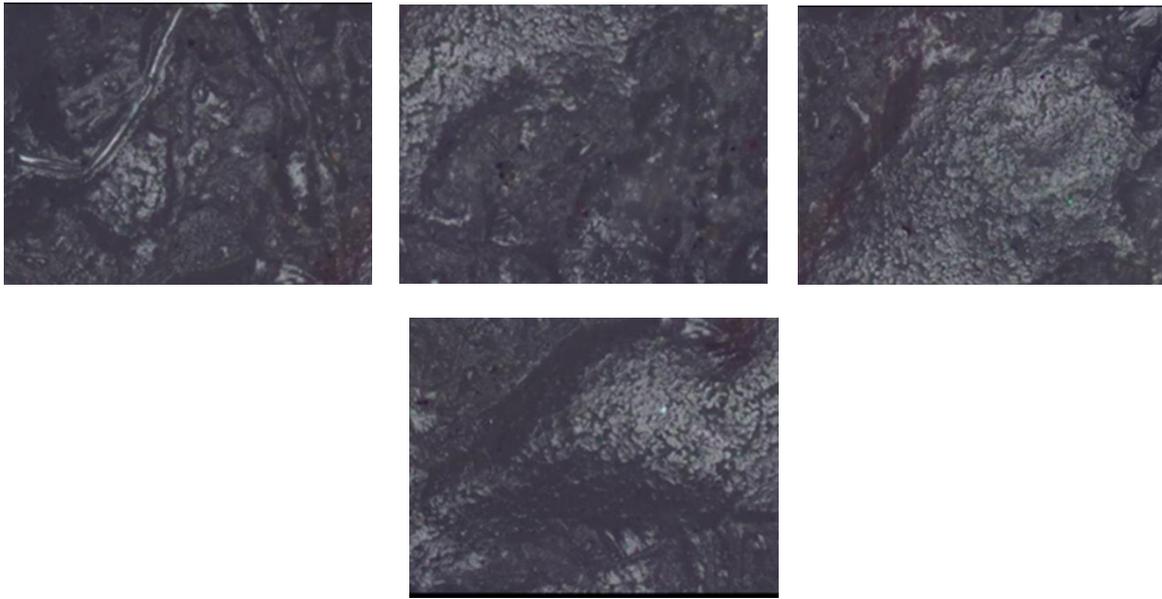
Slice	Count	Total Area	Average Size	%Area	Mean
Bio B Sam 1.PNG	667	8503	12.748	10.826	61.898

Gambar 4.14 Tampilan Hasil Penghitungan Software ImageJ

8. Software ImageJ akan menghitung area yang terblok serta perbandingannya terhadap seluruh permukaan pelet. Setelah memilih analyze particles akan didapatkan hasil prosentase void dapat dilihat pada %area. Untuk pemeriksaan secara manual, menggunakan sistem grid, dimana dengan membuat gambar petak-petak pada gambar pelet dalam bentuk bujur sangkar yang berukuran sama, ukuran bujur sangkar dimodifikasi tergantung kebutuhan dari gambar, setelah itu dihitung di dalam petak-petak tadi dimana saja yang terdapat void sehingga didapat prosentase area, Namun pada pengujian ini perhitungan pelet menggunakan software ImageJ.

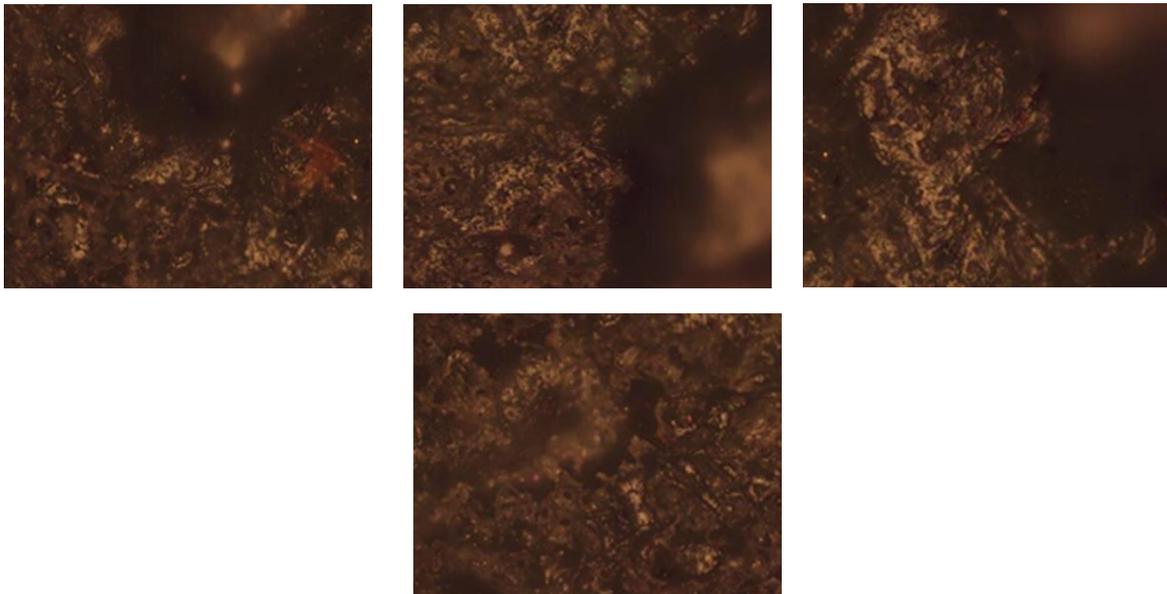
4.3.3 Hasil Pemeriksaan

- a. Hasil pemeriksaan struktur biokomposit dengan mikroskop dapat dilihat pada gambar 4.15, 4.16, dan 4.17.



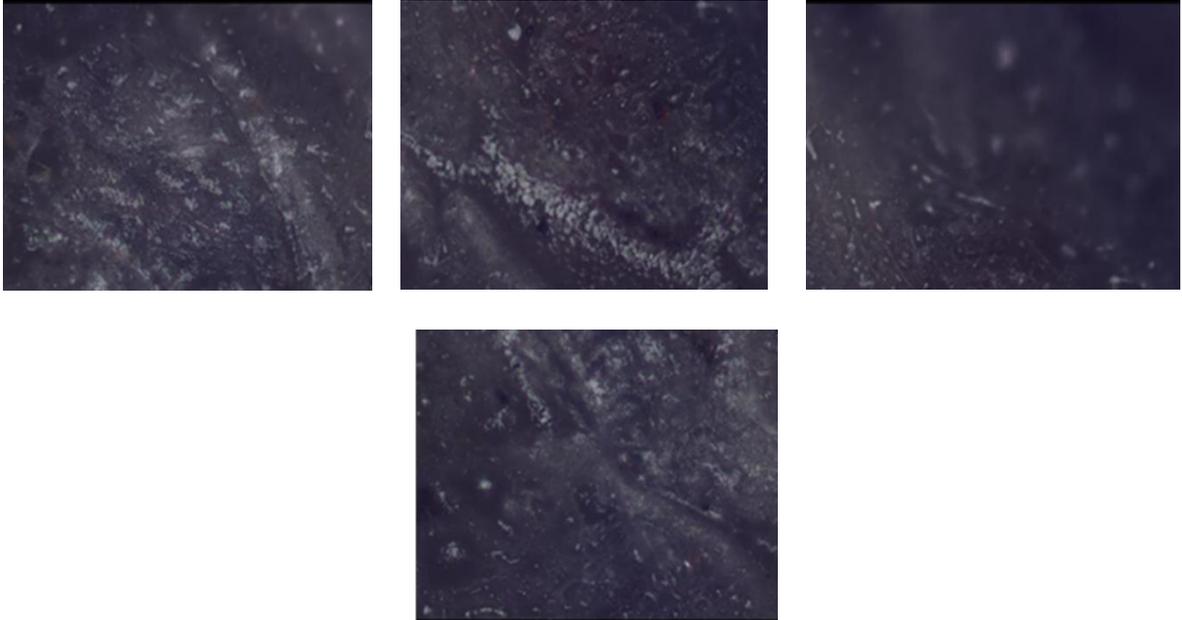
Gambar 4.15 Hasil pemeriksaan struktur Biokomposit A dengan mikroskop

Dari gambar 4.15 terlihat 4 sampel hasil pemeriksaan struktur Biokomposit A dengan menggunakan mikroskop, dari gambar diatas dapat dilihat bahwa rongga yang terdapat pada Biokomposit A cenderung sedikit dan padat, warna yang terlihat gelap karena pada pemeriksaan menggunakan cahaya mikroskop warna putih agar komposisi nya dapat terlihat. Sehingga secara kasat mata 4 sampel dari biokomposit A ini tidak terlalu banyak rongga dan cenderung padat.



Gambar 4.16 Hasil pemeriksaan struktur Biokomposit B dengan mikroskop

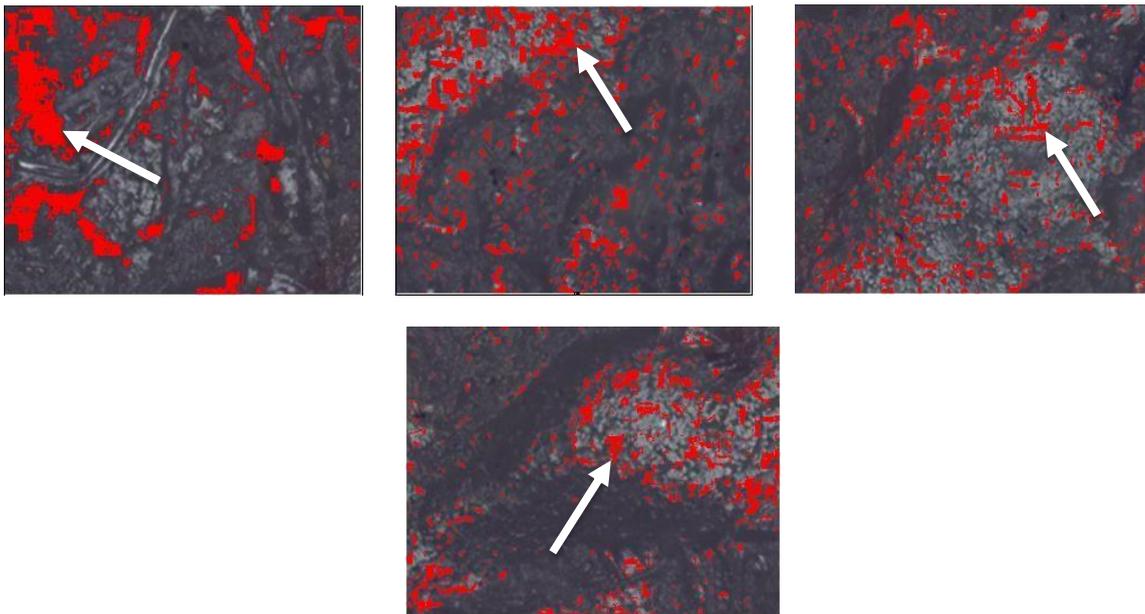
Dari gambar 4.16 terlihat 4 sampel hasil pemeriksaan struktur Biokomposit B dengan menggunakan mikroskop, dari gambar diatas dapat dilihat bahwa rongga yang terdapat pada Biokomposit B sedikit lebih banyak dibandingkan dengan Biokomposit A namun tetap padat, warna yang terlihat sedikit kuning karena pada pemeriksaan menggunakan cahaya mikroskop warna kuning agar komposisi nya dapat terlihat. Sehingga secara kasat mata 4 sampel dari biokomposit B ini ada terlihat beberapa rongga namun tetap padat.



Gambar 4.17 Hasil pemeriksaan struktur Biokomposit C dengan mikroskop

Dari gambar 4.17 terlihat 4 sampel hasil pemeriksaan struktur Biokomposit C dengan menggunakan mikroskop, dari gambar diatas dapat dilihat bahwa rongga yang terdapat pada Biokomposit C sedikit lebih banyak dibandingkan dengan Biokomposit A dan B namun terlihat beberapa tempat gelap yang tidak terlihat, warna yang terlihat sedikit gelap karena pada pemeriksaan menggunakan cahaya mikroskop warna putih agar komposisi nya dapat terlihat. Sehingga secara kasat mata 4 sampel dari biokomposit C ini ada terlihat beberapa rongga dan ada beberapa spot yang terlihat gelap.

- b. Hasil pemeriksaan void biokomposit dengan menggunakan software ImageJ dapat dilihat pada gambar 4.18, 4.19, dan 4.20. Secara manual pemeriksaan void dapat dilakukan menggunakan sistem Grid, namun untuk pengujian ini dilakukan pemeriksaan void menggunakan software ImageJ.



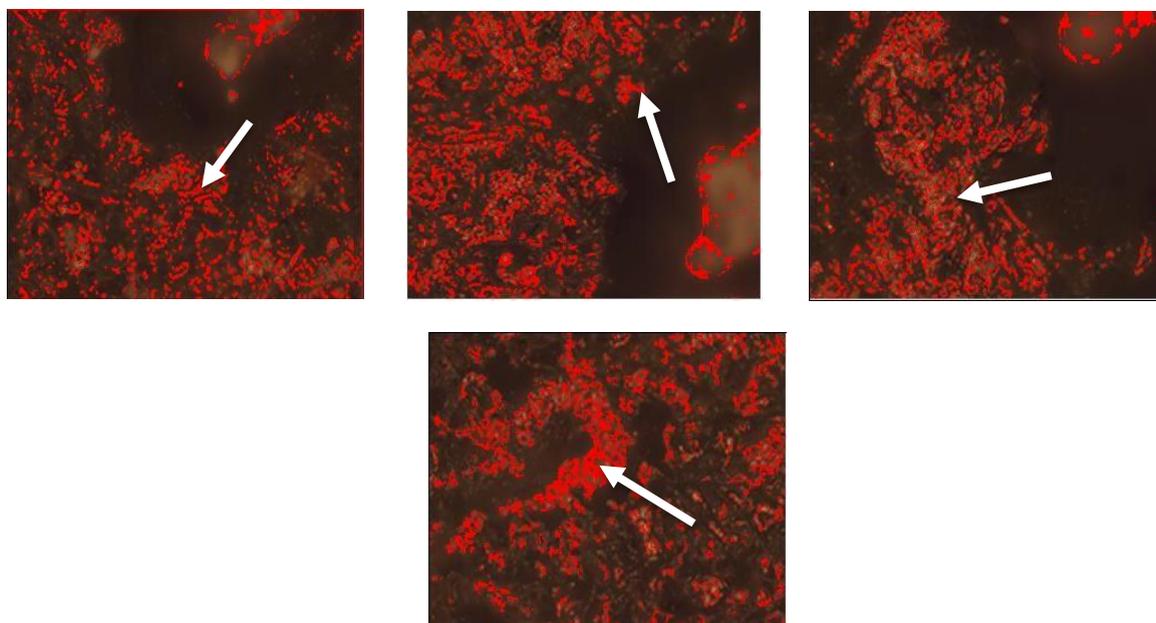
Gambar 4.18 Hasil pemeriksaan void Biokomposit A dengan software ImageJ

Hasil pengamatan void pada biokomposit A terlihat pada gambar 4.18. Pengamatan didasarkan pada 4 sampel biokomposit A. Terlihat adanya void dalam jumlah berbeda pada masing- masing sampel. Jumlah prosentase void dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Prosentase *Void* pada Biokomposit A

Sampel Biokomposit	Presentase <i>Void</i>
Sampel 1	6,80%
Sampel 2	10,40%
Sampel 3	9,60%
Sampel 4	7,50%

Software akan otomatis melihat bagian yang gelap(void) dan akan merubahnya menjadi warna merah karena sudah diatur tresholding untuk menjadi warna merah, dan permukaan lain yang terlihat tidak akan terblok warna merah, sehingga didapat prosentase area void pada biokomposit, berlaku untuk Biokomposit A, B, dan C. Pada tabel 4.2 terlihat bahwa adanya perbedaan prosentase void pada setiap sampel, namun tidak begitu signifikan dengan rentang prosentase void antara 6,8% - 10,4%.



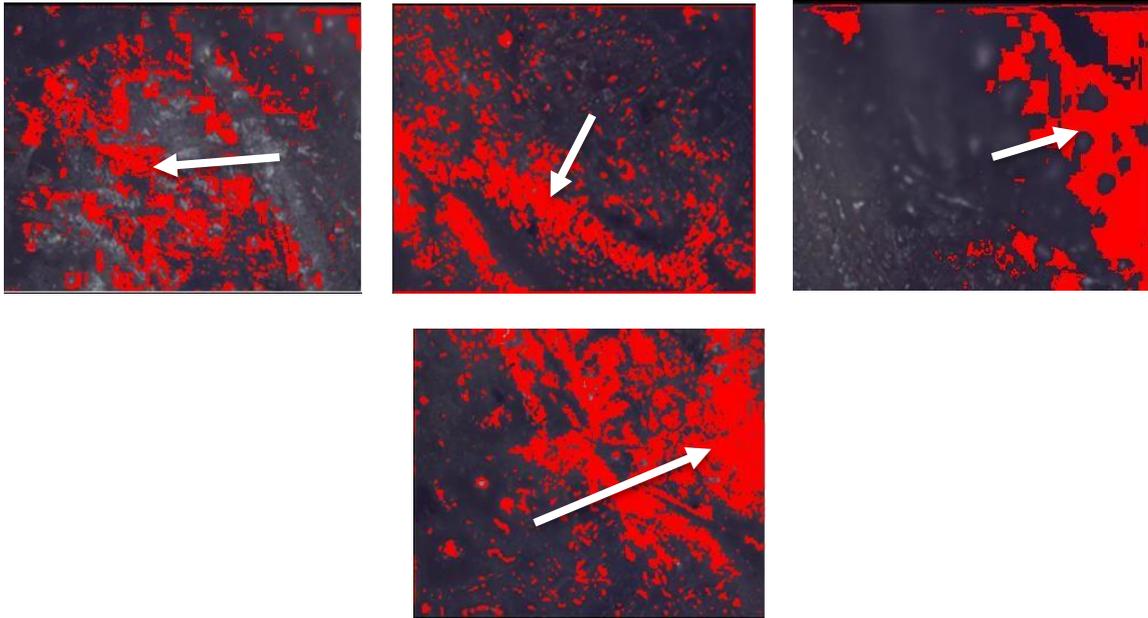
Gambar 4.19 Hasil pemeriksaan void Biokomposit B dengan software ImageJ

Hasil pengamatan void biokomposit B terlihat pada gambar 4.19. Secara visual terlihat bahwa biokomposit B memiliki void yang lebih banyak dibandingkan biokomposit A terlihat dari area yang terblok oleh software ImageJ. Prosentase void biokomposit B dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Prosentase *Void* pada Biokomposit B

Sampel Biokomposit B	Presentase <i>Void</i>
Sampel 1	10,80%
Sampel 2	13,20%
Sampel 3	11,30%
Sampel 4	12,50%

Pada tabel 4.3 terlihat bahwa terjadi adanya kenaikan prosentase void dari biokomposit A. Terdapat adanya distribusi void pada setiap sampel, namun tidak begitu signifikan dengan rentang prosentase void antara 10,8% - 13,2%.



Gambar 4.20 Hasil pemeriksaan struktur biokomposit C dengan software ImageJ

Secara visual biokomposit C terlihat memiliki jumlah void yang lebih banyak daripada biokomposit B ditunjukkan dari jumlah area yang terblok oleh software imageJ.

Tabel 4.4 Prosentase *Void* pada Biokomposit C

Sampel Biokomposit C	Presentase <i>Void</i>
Sampel 1	22,60%
Sampel 2	23,30%
Sampel 3	22,40%
Sampel 4	34,40%

Pada tabel 4.4 terlihat adanya peningkatan prosentase void dari biokomposit B. Dengan masih adanya distribusi prosentase void pada setiap sampel. Rentang jumlah void biokomposit C adalah antara 22,6% - 34,4%.

4.4 Penentuan Biokomposit Alternatif

Pemilihan pelet biokomposit alternatif terbaik dilakukan berdasarkan 2 kriteria yaitu prosentase komposisi serat sisal terbanyak dan prosentase void. Prosentase komposisi sisal menunjukkan kebergunaan sisal sebagai penguat, secara teoritis semakin banyak penguat maka bahan biokomposit semakin tinggi kekuatannya serta pertimbangan lingkungan dan ekonomis, sedangkan prosentase void menunjukkan besarnya densitas dan keberadaan void pada spesimen dan produk. Kriteria biokomposit yang relevan adalah memiliki prosentase void kurang dari 1% menurut standar ASTM D2734.

Tabel 4.5 Tabel Data Eksperimen

Biokomposit		Presentase <i>Void</i>
Biokomposit A	1	6,80%
	2	10,40%
	3	9,60%
	4	7,50%
Biokomposit B	1	10,80%
	2	13,20%
	3	11,30%
	4	12,50%
Biokomposit C	1	22,60%
	2	23,30%
	3	22,40%
	4	34,40%

Tabel 4.5 menunjukkan data hasil eksperimen yang telah dilakukan. Terlihat bahwa prosentase void bertambah pada setiap penambahan komposisi serat sisal namun pada setiap variasi komposisi biokomposit tidak ada satupun biokomposit yang memenuhi standar ASTM D2734. Biokomposit A jika dilihat dari karakteristik mikrostruktur, warna, dan prosentase void nya masih bisa digunakan untuk aplikasi penggunaan Biokomposit, untuk Biokomposit B karakteristik mikrostruktur dan warna pelet masih masuk dalam kategori aman namun saat dilihat prosentase void nya tidak memenuhi untuk aplikasi penggunaan Biokomposit, untuk Biokomposit C karakteristik mikrostruktur, warna, dan prosentase void nya tidak memenuhi untuk aplikasi penggunaan Biokomposit. Pengujian ini juga menunjukkan bahwa semua variasi Biokomposit A,B,dan C tidak memenuhi karakteristik Biokomposit di temperatur 190° dengan hasil gosong. Prosentase void yang paling sedikit dimiliki oleh biokomposit A sedangkan temperatur leleh biokomposit terlihat fluktuatif dengan jumlah void tertinggi dimiliki oleh biokomposit C. Dengan mempertimbangkan besarnya fraksi komposisi serat sisal dan prosentase void, variasi biokomposit yang paling relevan adalah biokomposit A yang memiliki prosentase void pertama terendah dengan range antara 6,8% - 10,4% setelah biokomposit B sebesar 10,8% - 13,2%. Biokomposit A dianggap lebih relevan daripada biokomposit B karena biokomposit B memiliki prosentase void lebih banyak dari Biokomposit A.

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil eksperimen dan analisa yang telah dilakukan menggunakan mesin ekstruder tipe singlw screw, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Mesin ekstruder dapat membuat pellet dari campuran Polypropylene (PP), Serat Sisal (SS), dan Maleic Anhydride Polypropylene (MAPP), menjadi Biokomposit dengan 3 variasi, variasi pertama PP 75%, SS 20%, dan MAPP 5% dengan temperatur barrel 170°, variasi kedua PP 70%, SS 25%, dan MAPP 5% dengan temperatur barrel 170°, variasi ketiga PP 65%, SS 30%, dan MAPP 5% dengan temperatur 170°. Sedangkan pada temperatur 190° pelet hasil mesin ekstruder tidak sesuai dengan karakteristik Biokomposit.
2. Penambahan serat sisal mempengaruhi warna dan tekstur pelet biokomposit. Dengan seiring penambahan komposisi serat sisal, maka pelet akan berwarna semakin gelap dengan tekstur yang semakin kasar.
3. Pemeriksaan terhadap struktur permukaan pelet beikomposit dilakukan dengan perbesaran 100x menggunakan mikroskop Olympus BX60M, hasilnya adalah karakteristik Biokomposit yang sesuai dan Struktur Bikomposit yang baik adalah Biokomposit A, serta komposisi pelet yang memiliki prosentase void yang paling sedikit adalah pelet A dengan komposisi 75% polypropylene dengan penambahan penguat serat sisal sebanyak 20% dan temperatur barrel 170°, direkomendasikan untuk digunakan sebagai material untuk mesin injeksi.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil kajian biokomposit, eksperimen serta analisa yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Dalam proses pembuatan pelet sebaiknya dilakukan di ruangan tertutup dengan suhu udara yang signifikan dan tidak berubah-ubah.
2. Untuk mendapatkan pengamatan yang lebih menyeluruh sebaiknya digunakan mikroskop dengan pembesaran yang lebih besar dari 100X.
3. Pada pembuatan pelet biokomposit sebaiknya mesin ekstruder tidak panas atau baru saja digunakan dalam waktu dekat agar hasil yang didapatkan tidak terlalu jauh dari yang diperkirakan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chand, N. 2012. "Mechanical and Thermal Properties of Nanocellulose obtained from Sisal fibre reinforced– Polyvinyl alcohol (PVA) Bio-composites" J. Sci. Res. and Rev
- [2] Chand, N., Prajapati, S.C., Singh, R.K., 2012. "Development and characterization of sisal nanofibre reinforced polyolefin composites".
- [3] Mutafawwiqin, R.A, 2015. "Studi Eksperimental Variasi Komposisi Pelet Biokomposit (Polypropylene, Sekam Padi dan Maleic Anhydrite PP) Terhadap Sifat Thermal & Struktur Permukaan Sebagai Material Alternatif Produk Plastik".
- [4] Syamsul Hadi. 1995. *Teknologi Bahan 3*. Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik. Jakarta.
- [5] Masruchin, N.2012, "Pengembangan Komposit Polypropilena Berpenguat Serat Sisal dan Sabut Kelapa untuk Material Komponen Otomotif".
- [6] Klančnik ,G., Jožef M., Primož Mrvar, .2009. "Differential Thermal Analysis (Dta) And Differential Scanning Calorimetry (Dsc) As A Method Of Material Investigation. RMZ – Materials and Geoenvironment"
- [7] Kim, He-Soo.2007. "The effects maleic anhydride polypropylene on interfacial adhesive properties of bio-flour filled polypropylene composites".ELSEVIER

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

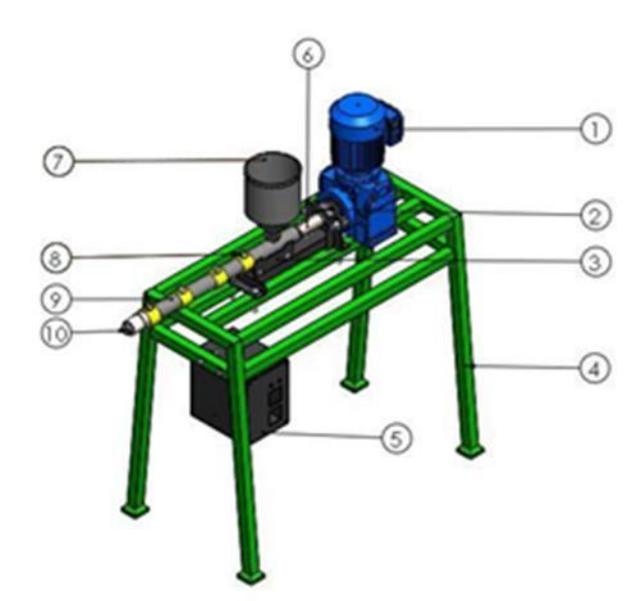
LAMPIRAN : MESIN EKSTRUDER

Mesin Ekstruder



Pembuatan Biokomposit dilakukan menggunakan Mesin Ekstruder tipe single screw seperti gambar diatas.

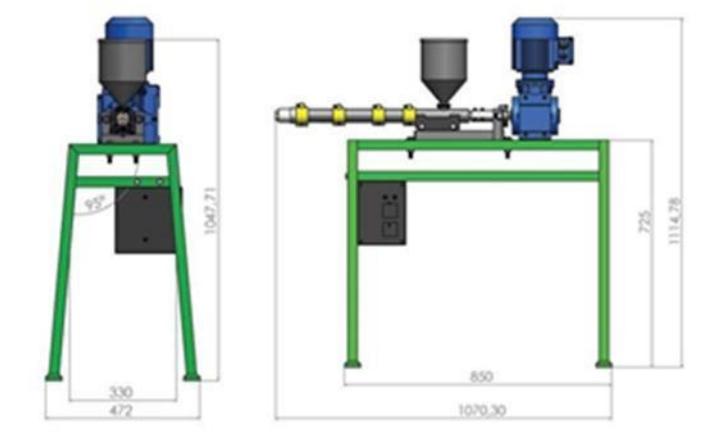
Berikut adalah spesifikasi, jenis, dan dimensinya:



Nama bagian-bagian luar mesin ekstruder seperti yang terlihat pada gambar di atas adalah sebagai berikut :

- | | |
|------------------|---------------|
| 1. Motor | 6. Poros |
| 2. Bearing | 7. Hoper |
| 3. Barrel holder | 8. Bandheater |
| 4. Frame | 9. Barrel |
| 5. Control Box | 10. Nozzle |

Mesin ekstruder pelet biokomposit yang dirancang memiliki dimensi dengan panjang total sepanjang 952 mm, tinggi total 1114,60 mm dan lebar totalnya adalah 472,33 mm.



➤ Berikut adalah spesifikasi dari Mesin Ekstruder tipe Single Screw:

No.	Komponen	Keterangan
Utama		
1	<i>Barrel</i>	Ø Tube 530 mm
2	<i>Barrel holder</i>	Angle tube 30 x 30 x 3 mm
3	Bearing	UCFL 204
4	Drill	26 x 600 mm
5	Filter	30 x 4 mm
6	Hoper	Sheet metal 2 mm
7	<i>Nozzle</i>	Round bar 30 x 55 mm
8	Poros	Round bar 25 x 160 mm
Elektronik		
9	Bandheater 35 x 45	200 Watt, 220 V
10	Bandheater 40 x 45	200 Watt, 220 v
11	Thermocouple	Type K
12	Heater controller	On/off module
13	Power switch (Motor)	-
14	LED indicator	-
15	<i>Control box</i>	-
16	Motor (Famoze Pro)	80 rpm

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Kediri, 18 Januari 1995, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Tunas Harapan 1 Jakarta, SD Yasporbi 1 & 2, SDN Banjarnegara 1, SDN Pucang 4 Sidoarjo, SMPN 3 Sidoarjo, dan SMAN 4 Semarang. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2012, penulis mengikuti Test Mandiri ITS jalur Kemitraan dan diterima di Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 02111240000138.

Di Jurusan Teknik Mesin ini penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Produksi. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan event dan organisasi seperti event tahunan ITS yaitu ITS Expo serta event yang diselenggarakan Jurusan Teknik Mesin itu sendiri. Organisasi yang sempat diikuti adalah organisasi mahasiswa Mesin Music Club (MMC) yang dibawah naungan Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HMM) dan aktif sebagai asisten

Praktikum Metrologi.

Jika ada informasi, pertanyaan maupun saran yang ingin disampaikan kepada Penulis, dapat disampaikan melalui email arfianh17@gmail.com atau melalui nomor 081226947216.