



Karakteristik Mekanikal Material Polimer PVC dengan Variasi Konsentrasi Vco (Virgin Coconut Oil)

Thasyah Pitanova¹, Sagir Alva²

^{1,2}Program Studi Magister Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta
Email : thasyahpitanova@gmail.com¹, sagir.alva@mercubuana.ac.id²

Abstrak

Plastik merupakan sebuah material yang bersifat ringan, elastis dan praktis. Plastik mempunyai peranan besar bagi kehidupan sehari-hari manusia. Konsekuensi dari hal tersebut adalah jumlah plastik yang menumpuk dan membuat jumlah sampah plastik rumah tangga meningkat. Limbah plastik ini tidak hanya merusak ekosistem yang ada tetapi juga mengancam nyata bagi kelangsungan seluruh makhluk hidup karena daya hancur plastik yang sulit terdekomposisi. Oleh sebab itu diperlukan penanganan dan pengelolaan yang jelas untuk masalah sampah plastik ini. Salah satunya yaitu mengolah limbah plastik menjadi bahan komposit non struktur. Plastik Poly-vinyl Chloride atau biasa disingkat PVC, adalah polimer termoplastik urutan ketiga dalam hal jumlah pemakaian di dunia, setelah polyetilena dan polipropilena. PVC merupakan termoplastik ekonomis dan serbaguna yang lazim diaplikasikan pada industri konstruksi bangunan. Untuk meningkatkan keuletan dan ketangguhan dari produk PVC, perlu ditambahkan plasticizer dengan kadar tertentu, namun tanpa menghilangkan sifatkekakuan dari PVC tersebut. Salah satu jenis plasticizer yang digunakan adalah Dioctyl Phthalate (DOP). Namun disisi lain DOP memiliki kekurangan dan dampak yang sangat berbahaya bagi tubuh manusia apabila dikonsumsi dalam jangka panjang. Solusi yang tepat adalah mencari bahan baku plasticizer pengganti DOP yang memiliki kandungan senyawa lebih alami dan tetap aman dikonsumsi tubuh. Plasticizer yang memiliki kandungan senyawa alami adalah VCO karena pembuatannya yang tanpa melakukan pemanasan dan berasal dari pengolahan daging buah kelapa itu sendiri. Penelitian ini akan melakukan suatu proses percampuran antara PVC dengan VCO dan ditambahkan dengan THF sebagai pelarut, dengan perbandingan antara PVC 400 mg, VCO 30%, 40%, 50%, 60% dan 70% dan THF 9ml dengan bentuk akhir berukuran 10 cm x 2 cm dan tebal 0,1 mm dan selanjutnya dilakukan beberapa uji, seperti uji tarik atau tensile test (regangan dan elastisitas) dan uji bending (kekuatan tekan dan elastisitas) agar dapat mengetahui karakteristik serta sifat kimia baru agar dapat menjadi material yang dapat digunakan.

Kata Kunci : Plastik, PVC, VCO, Sifat Kimia, Uji Tarik, Uji Bending

Abstract

Plastic is a material that is light, elastic and practical. Plastic has a big role in human daily life. The consequence of this is the amount of plastic that has accumulated and increased the amount of household plastic waste. This plastic waste not only damages existing ecosystems but also threatens the survival of all living things because of the crushing power of plastic which is difficult to decompose. Therefore, clear handling and management is needed for this plastic waste problem. One of them is processing plastic waste into non-structural composite materials. Poly-vinyl chloride plastic or commonly abbreviated as PVC, is the third-order thermoplastic polymer in terms of the number of uses in the world, after polyethylene and polypropylene. PVC is an economical and versatile thermoplastic that is commonly used in the building construction industry. To increase the ductility and toughness of PVC products, it is necessary to add a certain amount of plasticizer, but without reducing the rigidity of the PVC. One type of plasticizer used is Dioctyl Phthalate (DOP). However, on the other hand, DOP has disadvantages and very harmful effects on the human body if consumed in the

long term. The right solution is to look for plasticizer raw materials to replace DOP which contain more natural compounds and are still safe for the body to consume. The plasticizer that contains natural compounds is VCO because it is made without heating and comes from the processing of the coconut meat itself. This research will carry out a mixing process between PVC and VCO and add THF as a solvent, with a comparison between 400mg PVC, 30%, 40%, 50%, 60% and 70% THF and 9ml THF with the final form measuring 10 cm x 2 cm and 0.1 mm thick and after that several tests were carried out, such as a tensile test (strain and elasticity) and a bending test (compressive strength and elasticity) in order to find out the characteristics and chemical properties of the new material so that it could become a usable material.

Keywords: Plastic, PVC, VCO, THF, Chemical Properties, Tensile Test, Bending Test

PENDAHULUAN

Plastik merupakan sebuah material yang bersifat ringan, elastis dan praktis. Plastik mempunyai peranan besar bagi kehidupan sehari-hari manusia, plastik banyak digunakan sebagai wadah makanan atau minuman dan sebagai kantong untuk menaruh berbagai macam barang. Plastik merupakan jenis polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain yang terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer [1]. Konsekuensi dari hal tersebut adalah jumlah plastik yang menumpuk dan membuat jumlah sampah plastik rumah tangga meningkat. Hasil survei dan observasi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) di Bantargebang, Bekasi, Jawa Barat menunjukkan adanya peningkatan jumlah sampah plastik. Di Asia Tenggara sendiri, ada lebih dari 50 persen dari 8 (delapan) juta ton sampah plastik yang berakhir di lautan dunia setiap tahunnya [2].

Limbah plastik ini tidak hanya merusak ekosistem yang ada tetapi juga mengancam nyata bagi kelangsungan seluruh makhluk hidup karena daya hancur plastik yang sulit terdekomposisi. Untuk menguraikan sampah plastik itu sendiri membutuhkan kurang lebih 80 tahun agar terdegradasi sempurna [3]. Oleh sebab itu diperlukan penanganan dan pengelolaan yang jelas untuk masalah sampah plastik ini. Salah satunya yaitu mengolah limbah plastik menjadi bahan komposit non struktur. Material komposit telah menjadi solusi untuk berbagai masalah dan juga merupakan area penelitian yang luas.

Plastik Poly-vinyl Chloride atau biasa disingkat PVC, adalah polimer termoplastik urutan ketiga dalam hal jumlah pemakaian di dunia, setelah polietilena dan polipropilena. PVC merupakan termoplastik ekonomis dan serbaguna yang lazim diaplikasikan pada industri konstruksi bangunan. Plastik PVC biasa dipakai untuk memproduksi profil pintu dan jendela, pipa (air minum dan pembuangan), isolasi kawat dan kabel, peralatan medis dan lain sebagainya [4]. Beberapa keunggulan dari material PVC, yaitu resisten terhadap aliran listrik dan zat kimia, tahan terhadap pelupukan, korosi, pembusukan kimiawi dan abrasi, tidak mudah terbakar, dan memiliki sifat fisik dan mekanis yang baik sehingga dapat bertahan lama. Namun dalam satu sisi PVC memiliki kelemahan pada sifat mekaniknya, yaitu getas (brittle). Tentunya, kondisi ini akan membuat PVC mudah mengalami kerusakan retak atau kerusakan patah jika terkena beban kejut. Kelemahan ini dapat diminimalisir jika PVC tersebut memiliki keuletan. Oleh karena itu untuk meningkatkan keuletan dan ketangguhan dari produk PVC, perlu ditambahkan plasticizer dengan kadar tertentu, namun tanpa menghilangkan sifatkekakuan dari PVC tersebut.

Salah satu jenis plasticizer yang digunakan adalah Dioctyl Phthalate (DOP). DOP dikenal sebagai general plasticizer yaitu plasticizer yang digunakan untuk berbagai aplikasi. Penambahan DOP ini akan meningkatkan fleksibilitas, kemampuan bentukan dan kemampuan proses PVC. Namun disisi lain DOP memiliki kekurangan dan dampak yang sangat berbahaya bagi tubuh manusia apabila dikonsumsi dalam jangka panjang. Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa DOP dapat memicu kanker dan beberapa kelainan hormon pada manusia. DOP adalah senyawa organik yang mudah larut dalam lemak, terutama pada suhu panas. Ini jelas berbahaya apabila plastik digunakan sebagai kemasan makanan atau alat – alat medis yang digunakan dalam jangka waktu lama. Solusi yang tepat adalah mencari bahan baku plasticizer pengganti DOP yang memiliki

kandungan senyawa lebih alami dan tetap aman dikonsumsi tubuh. Plasticizer yang memiliki kandungan senyawa alami adalah VCO karena pembuatannya yang tanpa melakukan pemanasan dan berasal dari pengolahan daging buah kelapa itu sendiri.

Virgin Coconut Oil (VCO) adalah minyak kelapa yang dihasilkan dari pengolahan daging buah kelapa tanpa melakukan pemanasan atau dengan pemanasan suhu rendah sehingga menghasilkan minyak dengan warna yang jernih, tidak tengik dan terbebas dari radikal bebas akibat dari pemanasan, sehingga kandungan yang penting dalam minyak tetap dapat dipertahankan. Kandungan asam lemak dari minyak kelapa merupakan asam lemak jenuh yang diperkirakan 91% terdiri dari kaproat, arachidonic, dan asam lemak tak jenuh sekitar 9% yang terdiri dari Oleat dan Linoleat. VCO mengandung asam laurat $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$ 50% dan asam kaprilat $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{6}\text{COOH}$ 7%, kedua asam ini merupakan asam lemak jenuh rantai sedang yang mudah dimetabolisme dan bersifat anti mikroba. Kandungan asam lemak yang terdapat di dalam VCO dapat digunakan sebagai pemlastis untuk mengatasi sifat rapuh dari plastik. Pencampuran antara plastik dengan VCO juga dapat memperbaiki kekurangan sifat plastik.

Pada penelitian ini dilakukan pencampuran antara material komposit yang terdiri dari PVC dicampur dengan VCO (virgin coconut oil) dan ditambahkan dengan THF sebagai pelarut. Bahan ini diharapkan mampu menjadi material yang dapat digunakan dan menjadi aplikasi bermanfaat bagi kehidupan manusia. Sebelum material komposit dipergunakan, perlu diadakan pengujian untuk melihat mutu bahan mengingat sifat plastik yang berbeda dengan sifat yang terdapat di dalam VCO. Perlu dilakukan beberapa pengujian agar dapat mengetahui sifat mekanik dari pencampuran antara PVC, VCO dengan THF.

Tujuan dari penelitian yang dilakukan, adalah untuk memperoleh sample material komposit baru dengan proses pencampuran antara PVC, VCO dengan pelarut THF. Selain itu, memperoleh sampel dengan bentuk ukuran sesuai dengan ketentuan ASTM dengan memperhatikan keadaan suhu ruang saat proses pengeringan sampel. Kemudian memperoleh hasil dari uji tarik atau tensile test. Serta memperoleh hasil dari uji bending

Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan material komposit baru dari hasil pencampuran antara PVC, VCO dan pelarut THF yang dapat dimanfaatkan untuk kehidupan manusia.

Material Komposit

Material komposit merupakan gabungan lebih dari 1 (satu) macam material. Material yang digabungkan ini tentu memiliki sifat-sifat yang berbeda. Dengan kata lain material komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana setiap bahan memiliki sifat berbeda, baik itu sifat kimia maupun fisiknya dengan bahan pengusung atau asalnya. Pengadaan material komposit merupakan tuntutan teknologi di mana dibutuhkan suatu produk atau material yang mudah diciptakan, murah, bahan baku mudah didapat yang nantinya memiliki sifat-sifat yang sesuai dengan kebutuhan. Komposisi didesain untuk memperoleh efek sinergis dari sifat-sifat material penyusunnya.

Umumnya komposit terdiri dari dua jenis material yang berbeda yaitu matriks dan reinforcement atau filler atau fiber. Matriks merupakan fasa dalam komposit yang memiliki bagian atau fraksi volume terbesar atau dominan sedangkan reinforcement/filler adalah penguat yang berperan sebagai penanggung beban utama pada komposit. Material komposit tidak merubah material pembentuknya secara struktur mikro namun secara keseluruhan material komposit berbeda dengan material pembentuknya. Hal ini disebabkan karena adanya ikatan antar permukaan antara matriks dan filler.

Pembentukan komposit ini bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik atau fisik bahan tertentu. Selain itu pembuatan material ini juga memperoleh kebebasan dalam rancangan, dapat menghemat biaya dan menjadikan bahan lebih ringan. Di sisi lain, bahan komposit memiliki sifat yang berbeda dengan bahan konvensional, seperti logam atau keramik murni. Sifat komposit yang berhasil adalah yang lebih baik dan mungkin unik dalam aspek tertentu dibanding komposit lainnya.

Kualitas suatu komposit ikatan antara matriks dan filler dipengaruhi beberapa hal seperti ukuran partikel, rapat jenis bahan, fraksi volume material, komposisi material, bentuk partikel, kecepatan dan waktu pencampuran, penekanan dan pemanasan. Sedangkan sifat dan karakteristik komposit ditentukan oleh material yang menjadi penyusun komposit, bentuk dan susunan struktural dan penyusun, serta interaksi antar penyusun.

Jenis – Jenis Plastik

Plastik merupakan salah satu makromolekul yang dibentuk dengan teknik polimerisasi yaitu suatu proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer) (Surono, 2014). Ningsih (2010) dalam Aji et al. (2019) juga menyatakan bahwa plastik adalah produk polimerisasi sintetik yang terbentuk dengan dasar kondensasi organik dan campuran zat tertentu. Benda ini tersusun dari dua unsur utama yaitu Karbon dan Hidrogen yang dapat dicetak dengan berbagai jenis dan bentuk.

Ketika terkena tekanan dan suhu panas, bahan plastik dapat dibentuk sesuai dengan apa yang dibutuhkan. Bentuknya bermacam-macam dapat berupa batangan, balok hingga silinder. Bentuk-bentuk dasar tersebut kemudian dapat diolah kembali menjadi produk seperti kantong plastik/kresek, pembungkus makanan, kemasan botol, dan sebagainya. Sebaliknya karena plastik merupakan material yang sangat mudah terbakar jika terpapar panas, hal ini dapat meningkatkan peluang terjadinya kebakaran. Asap hasil pembakaran pun mengandung zat berbahaya seperti Hidrogen Sianida (HCN) dan Karbon Monoksida (CO) yang berbahaya bagi makhluk hidup. Terdapat berbagai macam jenis plastik yang beredar di masyarakat dan setiap jenis memiliki kegunaan dan kelebihan masing-masing. Ada dua jenis plastik berdasarkan sifatnya dalam menerima panas yaitu thermoplastic dan thermosetting.

a. Thermoplastic/Termoplastik

Thermoplastic merupakan jenis plastik yang dapat melunak dalam suhu yang tinggi dan mengeras saat suhu kembali rendah sehingga mudah dibentuk dan didaur ulang. Plastik jenis ini dapat didaur ulang dan juga fleksibel sehingga memungkinkan apabila ingin dibentuk sesuai dengan keinginan. Selain itu plastik termoplastik memiliki titik leleh rendah, mudah larut dalam pelarut yang sesuai, dan memiliki molekul linear atau bercabang. High Density Polyethylene (HDPE), Low Density Polyethylene (LDPE), Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Poly Vinyl Chlorine (PVC), Polystyrene (PS) adalah contoh dari plastik jenis thermoplastic.

b. Thermosetting Thermosetting adalah jenis plastik yang apabila sudah dibuat dalam bentuk padat, cukup sulit melunak kembali walaupun dalam kondisi suhu tinggi. Oleh sebab itu plastik jenis ini tidak dapat didaur ulang. Plastik ini juga memiliki sifat keras dan kaku, sulit untuk didaur ulang karena tidak dapat dibentuk kembali, tidak dapat larut di pelarut apa pun, tahan terhadap asam dan basa, dan memiliki ikatan silang antar molekul. Contoh dari plastik jenis ini adalah Resin Melamin, Urea Formaldehida serta silikon dan epoksida.

Plastik Polyvinyl Chloride (PVC)

Plastik Polivinil Klorida atau biasa disingkat PVC, adalah polimer termoplastik urutan ketiga dalam hal jumlah pemakaian di dunia, setelah polietilena dan polipropilena. PVC merupakan termoplastik ekonomis dan serbaguna yang lazim diaplikasikan pada industri konstruksi bangunan. Plastik PVC biasa dipakai untuk memproduksi profil pintu dan jendela, pipa (air minum dan pembuangan), isolasi kawat dan kabel, peralatan medis dan lain sebagainya. Beberapa keunggulan dari material PVC, yaitu resisten terhadap aliran listrik dan zat kimia, tahan terhadap pelupukan, korosi, pembusukan kimiawi dan abrasi, tidak mudah terbakar, dan memiliki sifat fisik dan mekanis yang baik sehingga dapat bertahan lama.

Virgin Coconut Oil (VCO)

Virgin coconut oil adalah minyak kelapa yang dihasilkan oleh pengolahan daging buah kelapa tanpa melakukan pemanasan atau dengan pemanasan suhu rendah sehingga menghasilkan minyak dengan warna lebih jernih, tidak tengik dan terbebas dari radikal bebas akibat pemanasan. Kandungan utama VCO adalah asam lemak jenuh sekitar 90% dan asam lemak tak jenuh sekitar 10%. Asam lemak jenuh pada VCO didominasi oleh asam laurat. VCO mengandung ± 53% asam laurat dan sekitar 7% asam kaprilat. Keduanya merupakan asam lemak rantai sedang yang biasa disebut Medium Chain Fatty Acid (MCFA). VCO mengandung 92% lemak jenuh, 6% lemak mono tak jenuh dan 2% lemak poli tak jenuh.

Jenis – Jenis Plasticizer

Plasticizer adalah bahan tambahan/aditif yang meningkatkan flexibilitas dan ketahanan dari suatu material dan akan membuat material/bahan menjadi lebih lembut dengan cara meningkatkan plastisitasnya dan menurunkan viskositasnya. Plasticizer digunakan dalam memproduksi plastik, bahan pelapis/coating, film dan filamen untuk aplikasi di berbagai industri, seperti otomotif, kesehatan dan barang konsumsi lainnya. Hampir 90% plasticizer digunakan untuk PVC, dimana penggunaan plasticizer dapat menambah ketahanan dan kekentalan dari PVC, sehingga membuat PVC lebih mudah untuk dibentuk.

Plasticizer merupakan salah satu bahan kimia paling banyak digunakan yang dapat merubah sifat dari plastik, cat, karet, konkrit, tanah liat dan lem/perekat. Kebanyakan plasticizer berbentuk cairan dan sebagian besar tidak berwarna, tetapi ada beberapa jenis yang berwarna kuning muda hingga kuning cerah.

Plasticizer diklasifikasikan berdasarkan komponen kimiawi nya. Plasticizer yang berbeda akan mempengaruhi sifat fisik dan kimiawi yang berbeda. Oleh karena itu, tepat dalam memilih jenis plasticizer menjadi kunci untuk menghasilkan karakteristik produk yang diinginkan. Terdapat beberapa jenis plasticizer yang biasa digunakan untuk memodifikasi polimer, yaitu :

1. Flat Esters, merupakan plasticizer yang didapatkan dari oksidasi ortho xylene dan naphthalene. Zat karsinogen yang terkandung didalamnya membuat pengaplikasian pada plastik terbatas. Plasticizer jenis ini biasanya digunakan untuk pembuatan isolasi kawat dan kabel juga material flooring yang fleksibel dan awet.
2. Benzoate Esters, merupakan produk esterifikasi dari benzoic acid dan beberapa jenis alkohol. Plasticizer jenis ini memiliki daya larut yang sangat baik untuk plastik PVC dan dapat mengurangi viskositas pada PVC fleksibel. Penambahannya juga dapat meningkatkan ketahanan sinar UV dan ketahanan noda pada produk plastik.
3. Trimellitate Esters, merupakan produk esterifikasi dari trimellitic anhydride (TMA) atau alkohol C8-C10. Jenis plasticizer ini digunakan karena volatilitasnya yang rendah dan keawetannya. Plasticizer ini memberikan processability yang lebih baik, namun memiliki harga yang relatif lebih mahal. Plasticizer ini biasa digunakan untuk memproduksi isolasi kawat dan bagian interior kendaraan.
4. Citrates, merupakan hasil dari reaksi satu mol citric acid dengan tiga mol alkohol. Plasticizer ini biasa digunakan untuk pembuatan mainan anak yang terbuat dari plastik f-PVC, pengaplikasianya dalam mainan anak terbilang aman karena citrate ester memiliki tingkat toksitas yang rendah.
5. Bio-based Plasticizer, merupakan plasticizer dengan bahan dasr epoxidized soybean oil (ESBO), epoxidized linseed oil (ELO), castor oil, palm oil, dan minyak nabati lainnya. Plasticizer jenis ini biasa digunakan pada produk plastik yang berkонтак langsung dengan makanan, dan pembuatan produk medis dari plastik. Bahkan dapat ditambahkan ke dalam produk mainan bayi.

Tetrahydrofuran

Tetrahidrofuran atau dikenal sebagai THF adalah senyawa organik heterosiklik dengan rumus kimia $(\text{CH}_2)_4\text{O}$. Ia berupa cairan berviskositas rendah dan memiliki aroma seperti dietil eter. Ia termasuk dalam molekul eter yang paling polar. THF adalah analog yang terhidrogenasi dari senyawa aromatik furan, memiliki

kepolaran yang sedang dan melarutkan berbagai macam senyawa nonpolar maupun polar.

Dietil Eter sering digantikan oleh THF ketika diperlukan pelarut bertitik didih lebih tinggi. Oleh karena itu, seperti dietil eter, ia sering digunakan dalam hidroborasi untuk sintesis alkohol primer. Kedua eter tersebut memiliki atom oksigen yang dapat berkoordinasi dengan atom boron yang kekurangan elektron membentuk aduk. Selain itu, THF dan dietil eter juga sering digunakan sebagai pelarut reagen Grignard karena atom oksigen pelarut dapat berkoordinasi dengan ion magnesium dari reagen Grignard. Atom oksigen pada THF dan dietil eter juga tidak memiliki hidrogen asam yang dapat mengalami reaksi asam-basa dengan reagen Grignard. 2-metil tetrahydrofuran merupakan alternatif THF yang populer, ia memiliki sifat yang sama dengan THF, namun memiliki titik leleh yang lebih rendah (digunakan untuk reaksi bertemperatur rendah) dan titik didih yang lebih tinggi (digunakan untuk retensi pelarut pada refluks).

THF sering digunakan dalam ilmu polimer. Ia dapat digunakan untuk melarutkan karet sebelum dilakukan penentuan massa molekul menggunakan kromatografi permeasi gel. THF juga melarutkan PVC. THF dapat dipolimerisasikan menggunakan asam kuat, menghasilkan polimer linear yang disebut poli(trimetilen eter) glikol (PTMEG), Nomor Registrasi CAS [25190-06-1], juga dikenal sebagai PTMO, politetrametilena oksida. Kegunaan utama dari polimer ini adalah untuk membuat serat poliuretana elastomerik seperti Spandex.

Pengujian Mekanikal

Pengujian mekanis atau pengujian bahan adalah pengujian suatu material untuk mengetahui sifat mekanik, cacat, dan sifat dari material dibawah gaya dinamis atau gaya statis. Tes mekanis yang dirancang dapat memastikan bahwa material (bahan-bahan) tersebut cocok untuk aplikasi suatu pekerjaan. Metode yang dilakukan berupa, kekuatan Tarik, kekuatan kompresi, kekuatan impak, ketangguhan patah dan kelelahan. Dalam pengujian bahan terdapat 2 macam jika ditinjau berdasarkan sifat dari pengujian, yaitu :

1. Pengujian Destruktif

Pengujian destruktif adalah pengujian suatu material, yang pada hasil akhirnya akan menyebabkan cacat atau rusak. Pengujian ini dilakukan dengan cara merusak benda uji dengan memberikan pembebahan atau penekanan sampai benda uji tersebut rusak, dari pengujian ini akan diperoleh sifat mekanik bahan.

2. Pengujian Non-Destruktif

Pengujian non-destruktif adalah pengujian material tanpa merusak benda ujinya. Pengujian ini bertujuan untuk mendeteksi secara dini timbulnya crack atau flaw pada material secara dini. Tipe keberadaan crack pada material uji dapat dibedakan menjadi 2, yaitu inside crack dan surface crack.

Setiap material atau bahan memiliki sifat (kekerasan, kelenturan, dan lain lain) yang berbeda-beda. Untuk dapat mengetahui sifat mekanik dari suatu material maka diperlukan suatu pengujian. Berikut ini beberapa pengujian yang penting dilakukan dalam proses manufaktur, yaitu :

1. Tegangan atau stress adalah uji tarik (tensile test). Pengujian ini memiliki fungsi untuk mengetahui tingkat kekuatan suatu material dan untuk mengetahui besarnya gaya yang bekerja tiap satu satuan luas penampang dan mengenali karakteristik pada material tersebut. metode yang digunakan untuk menguji kekuatan (tensile strength) suatu material/bahan dengan cara memberikan beban (gaya statis) yang sesumbu dan diberikan secara lambat atau cepat. Diperoleh hasil sifat mekanik dari pengujian ini berupa kekuatan dan elastisitas dari material/bahan.
2. Regangan atau strain adalah perbandingan antara pertambahan panjang batang dengan panjang mula-mula, bahwa regangan ini adalah respon atau tanggapan suatu benda terhadap tegangan yang diberikan dari luar. Regangan menunjukkan keuletan, maka modulus elastisitas menunjukkan kekakuan suatu material. Apabila nilai E semakin besar, menandakan semakin kakunya suatu material. Nilai E ini diturunkan dari persamaan hukum Hooke. Dari persamaan tersebut juga nampak bahwa kekakuan suatu material relatif terhadap yang lain dapat di amati dari sudut kemiringan α pada garis proporsional.

3. Modulus elastisitas atau modulus young adalah perbandingan antara tegangan dan regangan dan dapat menggambarkan besaran tingkat elastisitas bahan. Modulus elastisitas merupakan angka yang digunakan untuk mengukur objek atau ketahanan bahan untuk mengalami deformasi elastis ketika gaya diterapkan pada suatu benda.
4. Kekerasan atau hardness adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaanya akan mangalami pergesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban identasi atau penetrasi (penekanan). Dengan pengujian ini kita dapat dengan mudah mengetahui gambaran sifat mekanis suatu material. Meskipun pengukuran hanya dilakukan pada suatu titik, atau daerah tertentu saja, nilai kekerasan cukup valid untuk menyatakan kekuatan suatu material. Dengan melakukan uji keras, material dapat dengan mudah di golongkan sebagai material ulet atau getas.

Penelitian Sebelumnya

Telah banyak penelitian – penelitian sebelumnya yang membuat campuran dengan menggunakan resin PVC dan berbagai macam plasticizer lainnya, berikut beberapa penelitian yang telah saya rangkum dengan menggunakan bahan utama berupa resin PVC.

Tabel 1 Penelitian Terdahulu

Bahan Plasticizer	Hasil Penelitian		Informasi Tambahan	Referensi
	Kekuatan Tarik	Elastisitas		
PVC - ECLO	18,6 MPa	136,18 %		Sangram Shamrao, Hana Mohan Jena
PVC - DOP	8,74 Mpa		Variasi : DOP (300ml, 400ml dan 500ml) PVC (2000g)	Yogi Dhani Ermanardo, Syamsul Hadi
PVC – DOP – Fiber Glass	38,66 MPa		Variasi : DOP (20, 25, 30, 35) Fiber glass (10, 15, 20, 25, 30)	Sunarso, Siti Rochani
PVC – DOP – Serbuk Kayu	45,33 MPa		Variasi : DOP (20, 25, 30, 35, 40, 45) Serbuk Kayu (20, 25 30, 35, 40)	Irene Sri Sukaeni, Susilawati, M. Sri Wahyuni
PVC – DOP	55,1 – 78,6		Variasi : DOP (10, 15, 20, 25, 30)	Ir. Siti Rochani, Dra. Supraptinginingsih, Sofyan Krani B. Sc, Hernadi Surip, Sunarso, Suyatini

METODE

Tempat pelaksanaan penelitian dan pengambilan data akan dilaksanakan di BRIN LIPI Cibinong, Bogor.

Alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Botol Kaca

Botol yang digunakan sebagai wadah untuk proses pencampuran antara PVC dengan VCO, botol tersebut berbahan kaca karena jika berbahan plastik akan menambahkan kandungan kimia baru yang berasal dari plastik tersebut.



Gambar 1 Botol Kaca

2. Kaca Bening

Kaca bening digunakan sebagai wadah untuk menaruh hasil pencampuran antara PVC dengan VCO. Agar dapat menjadi lembaran spesimen yang akan diuji nantinya.



Gambar 2 Kaca Bening

3. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk mengukur berat dari PVC dan VCO sebelum dilakukan proses pencampuran.



Gambar 3 Timbangan Digital

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persiapan Alat Dan Bahan

Sebelum dimulainya eksperimen atau penelitian maka dilakukan persiapan alat dan bahan dengan ketentuan bahan yang digunakan, yaitu :

Tabel 2 Keterangan Bahan Penelitian

No	Uraian	Keterangan
1		Resin PVC 500 gram
2		VCO 250 ml
3		THF 100 ml

Pembuatan Sample Eksperimen

Pembuatan sample eksperimen dilakukan di rumah pribadi dengan menggunakan berbagai macam variasi ukuran untuk pencampuran antara Resin PVC, VCO dan Pelarut THF. Sample yang dibuat sebanyak 5 macam, dengan keterangan sebagai berikut :

Tabel 3 Variasi berat bahan

No	Variasi Berat
1	PVC : 400 mg VCO : 20 ml THF : 9 ml
2	PVC : 400 mg VCO : 30 ml THF : 9 ml
3	PVC : 400 mg VCO : 40 ml THF : 9 ml
4	PVC : 400 mg VCO : 50 ml

THF : 9 ml
PVC : 400 mg
5 VCO : 60 ml
THF : 9 ml



Gambar 4 Takaran Bahan



Gambar 5 Hasil Sample Eksperimen

Pengujian Tarik atau Tensile Test

Pengujian tarik atau tensile test yang dilakukan pada sample dilakukan di BRIN LIPI Cibinong Bogor dengan menggunakan mesin Universal Testing Machine (UTM) Shimadzu AGS-X series 10 kN. UTM 10 kN adalah alat pengujian sifat mekanik material. Pengujian yang dapat dilakukan menggunakan UTM 10 kN meliputi: Pengukuran Modulus elastisitas (Modulus of elasticity/MOE) & Modulus patah (Modulus of rupture/MOR), Pengukuran kekuatan tarik (Tensile Strength), Uji tekan (compression test).

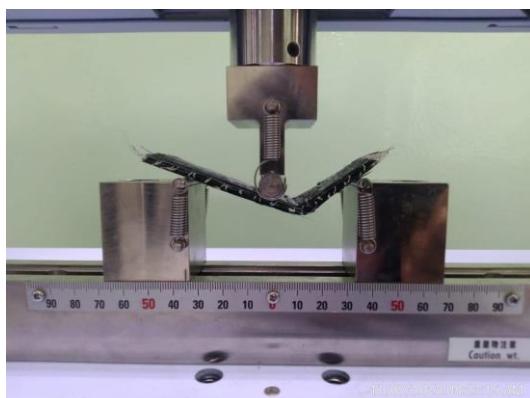
Sampel uji berupa komposit polimer dan produk biomaterial standar atau sesuai dengan ketentuan ASTM ASTM 638, ukuran sampel: panjang min 8 cm, lebar min 2,5 cm, tebal maks 6 mm. ASTM d 882 utk film, ukuran sampel: panjang min 8 cm, lebar 2,5 cm, tebal maks 1 mm. Komposit papan partikel, lebar min 5 cm, tebal min 0,5 cm, panjang 15x tebal.



Gambar 7 Mesin uji tarik



Gambar 8 Uji tarik atau tensile test



Gambar 9 Uji bending

Analisa Hasil Eksperimen

Setelah melakukan 5 sampel eksperimen dengan pencampuran antara serbuk plastik PVC, cairan VCO dengan pelarut THF, variasi dari ukuran berat yang diberikan adalah sebanyak PVC 400 mg, THF 9 ml dan VCO dengan menggunakan 5 variasi ukuran berat 20 ml, 30 ml, 40 ml, 50 ml dan 60 ml. Serta memperhatikan teknik pencampurannya dengan menggunakan sistem pengaduk yang benar dan waktu penuangan bahan secara bersamaan tidak berjarak jauh serta proses pengeringan sampel hingga menjadi sampel yang utuh dan tidak getas atau mudah hancur dengan memperhatikan suhu dan lingkungan ruang yang aman. Karena jika salah dalam teknik pencampuran dan proses pengeringan tersebut maka sampel tidak akan bisa berbentuk utuh dan bahkan masih bisa menjadi bentuk cairan. Hal tersebut disebabkan karena sifat dari VCO dan THF yang memiliki tingkat densitas rendah, sehingga ketika dicampurkan dengan resin PVC akan lebih cair.

Sedangkan ketika kandungan variasi berat antara VCO dengan pelarut THF lebih sedikit maka hasilnya lebih lembut dan dapat menyatu. Gumpalan yang terjadi disebabkan akibat jeda waktu antara memasukkan cairan VCO dan pelarut THF kedalam wadah yang sudah berisi dengan resin PVC dan gumpalan dapat terjadi juga karena terlalu banyak nya resin PVC dibandingkan dengan cairan VCO dan pelarut THF.

SIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dalam pembuatan sampel eksperimen ini adalah proses pencampuran antara PVC, VCO dengan THF harus sesuai dan sangat hati – hati karena jika salah step maka cairan tersebut

akan susah menyatu dan akan menimbulkan gumpalan. Proses pencetakan atau pengeringan sampel agar menjadi material yang utuh harus memperhatikan keadaan dan suhu ruangan tidak boleh terlalu panas ataupun dingin, karena bisa merusak hasil sample dan sample tidak bisa berbentuk padat melainkan akan selalu cair.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Wahyu Seno, Anis Rakhmawati, dan Yudhi Amandha, (2019), Pemanfaatan Limbah PP (Poly Propylene) dan Gerusan Batu Bata dalam Pembuatan Paving Block, *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Tidar*. Diunduh dari <https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/jiris/article/viewFile/2231/1236>
- Alrashid, Dendi Nugraha, (2014), Eksplorasi Sampah Plastik Menggunakan Metode Fabrikasi untuk Produk Fashion. *Jurnal Tingkat Sarjana Bidang Senirupa dan Desain*. 1(1), 1-10, diunduh dari <https://docplayer.info/38963378-Eksplorasi-sampah-plastik-menggunakan-metode-fabrikasi-untuk-produk-fashion.html>.
- Creative Mechanism Staff. 2016. *Everything You Need to Know About Polypropylene (PP) Plastic*. Creative Mechanism. Diakses dari <https://www.creativemechanisms.com/blog/all-about-polypropylene-pp-plastic> pada April 2021.
- Dewi, Retia Kartika. 2020. Mengapa Corona Picu Lonjakan Limbah Plastik di Asia Tenggara?. *Kompas.com*. Diakses dari <https://www.kompas.com/tren/read/2020/08/10/070000165/mengapa-pandemi-corona-picu-lonjakan-limbah-plastik-di-asia-tenggara?page=all> pada Desember 2020.
- Idris, Lukas Kano Mangalla, dan Budiman Sudia, (2018), Pengaruh Variasi Komposisi Komposit Berbahan Gypsum, Serat Ijuk Pohon Aren Dan Resin Polyester Terhadap Kemampuan Meredam Suara. *ENTHALPY-Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 3(2), 1-11. Diunduh dari <http://ojs.uho.ac.id/index.php/ENTHALPY/article/download/4213/3273>.
- Karyawan, I Kadek Eka, I Wayan Karyasa, dan I Gusti Lanang Wiratma, (2017), Pembuatan Papan Komposit Dari Limbah Plastik Polyvinyl Chloride (PVC) Dan Limbah Batang Jagung, *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 11(2), 94-106. Diunduh <https://ejurnal.undiksha.ac.id/index.php/JPM/article/view/12580>
- Kelvin, Pram Eliyah Yuliana, dan Sri Rahayu. 2015. Pemetaan Lokasi Kebakaran Berdasarkan Prinsip Segitiga Api Pada Industri Textile. *Seminar Nasional "Inovasi dalam Desain dan Teknologi"*. 36-43, Maret 2015: Sekolah Tinggi Teknik Surabaya. (<https://ideatech.stts.edu/proceeding2015/036%20-%20Kelvin.pdf> diunduh pada April 2021)
- Mujiarto, Iman, (2005), Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif. *Traksi Staff Pengajar AMNI Semarang*. 3(2), 65-73, diunduh dari <https://mesinunimus.files.wordpress.com/2008/02/sifat-karakteristik-material-plastik.pdf>
- Nuruddin, Abdul Wahid, Hendra Suwardana, Anggia Kalista, dan Nanang Wicaksono. 2020. Studi Literatur: Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah B3 (Oli Bekas). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. 5(1), 108-112, Agustus 2020: Universitas PGRI Ronggolawe. (<http://prosiding.unirow.ac.id/index.php/SNasPPM/article/view/320> diakses pada April 2021)
- Pani, Soelarso, Heribertus Sukarja, dan Yustinus P. Sigit, (2017), Pembuatan Biofuel dengan Proses Pirolisis Berbahan Baku Plasik LDPE pada Suhu 250°C dan 300°C. *Jurnal Engine*. 1(1), 1-10, diunduh dari https://ejurnal.up45.ac.id/index.php/Jurnal_ENGINE/article/view/226.
- Pradana, Bathara Indra Poetra, 2017, "Pengaruh Fraksi Berat Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Bahan Akustik Polypropylene/Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit pada Aplikasi Door Panel Mobil". Tugas Akhir S-1. Program Studi Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. https://repository.its.ac.id/1869/1/271310045-Undergraduate_Theses.pdf. Diakses pada April 2021.
- Rahman, Auliya, Moh. Farid, dan Hosta Ardhyananta, (2016), Pengaruh Komposisi Material Komposit Dengan Matriks Polypropylene Berpenguat Serat Alam Terhadap Morfologi dan Kekuatan Sifat Fisik. *Jurnal Teknik ITS*. 5 (2). 209-211, diunduh dari <https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/download/18566/3170>.
- Rita, Novia. 2016. *Modul Guru Pembelajar: Teknik Pengolahan Minyak dan Gas*. Medan: Kemendikbud PPPPTK

Bidang Bangun dan Listrik

- Rohmad, Agung, Heru Sukanto, dan Wijang Wisnu Raharjo, (2013), Karakterisasi Produk Ubin Berbahan Dasar Plastik PP dan Karet Ban Bekas Dengan Metode *Pressured Sintering*, *Mekanik*, 11(2), 123-129. Diunduh dari <https://jurnal.ft.uns.ac.id/index.php/mekanika/article/download/138/131>.
- Rompetrol Petrochemicals S. R. L. Romania. 2008. *MSDS-01: -Polypropylene -Material Safety Data Sheet*. Diunduh dari <https://www.petrobul-bg.com/files/MSDS%20PP%20eng.pdf> pada Maret 2021.
- Sari, Kartika Indah dan Ahmad Bima Nusa, (2019), Pemanfaatan Limbah Plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) Sebagai Bahan Pembuatan *Paving Block*. *Buletin Utama Teknik Universitas Harapan Medan*. 15(1), 29-33. Diunduh dari <http://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/1869>. Diakses pada Oktober 2021.
- Setiawan, Hanung Bayu, Hartono Yudo dan Jokosisworo, (2017), Analisis Teknis Komposit Serat Daun Gebang (*Corypha Utan L.*) sebagai Alternatif Bahan Komponen Kapal Ditinjau dari Kekuatan Tekuk dan Impak. *Jurnal Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro*. 5(2), 456-464. Diunduh dari <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/16963>
- Setiawan, Verda N., Tobing, Surta. 2020. SOS Sampah Selama Pandemi. *Katadata.co.id*. Diakses dari <https://katadata.co.id/timredaksikatadata/analisisdata/5fc719de77307/banjir-sampah-plastik-selama-pandemi> pada Desember 2020.
- Shanti, DGD. Dharma. 2016. *Plastik sebagai Kemasan Makanan dan Minuman*. Bali: Universitas Udayana. Diunduh dari https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_1_dir/b08f2213f6fac505e71538badabaaf19.pdf
- Sidauruk, Juan Octavian Daniel, 2017, "Pengaruh Suhu dan Waktu Pirolisis Plastik Polipropilena Terhadap Yield dan Kualitas Carbon Nanotube". Skripsi. Universitas Indonesia. <https://library.ui.ac.id/detail?id=20456771&lokasi=lokal>. Diakses pada April 2021
- Silviyati, Idha, Endang Supraptiah, Iqbal Ramadhan dan Meiditha Wulandari, (2019), Pengaruh Penambahan *High Density Ethylene* (HDPE) dan Oli Bekas sebagai Binder pada Bata Ringan dengan Variasi Filler. *Jurnal Kinetika Politeknik Negeri Sriwijaya*, 10(3), 14-18. Diunduh dari <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/article/view/2324>. Diakses pada Oktober 2021.
- Siskayanti, Rini dan M. Engkos Kosim, (2017), Analisis Pengaruh Bahan Dasar Terhadap Indeks Viskositas Pelumas Berbagai Kekentalan. *Jurnal Rekayasa Proses Universitas Gajah Mada*. 11(2), 94-100. Diunduh dari <https://jurnal.ugm.ac.id/jrekpros/article/download/31147/19612>
- Siskayanti, Rini. 2017. Perbandingan Kinerja Pelumas Motor Skutik Mineral dan Sintetik pada Uji Jalan Sampai 6000 KM. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2015*. 17 November 2015: Universitas Muhammadiyah Jakarta. (<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/download/454/420> diakses pada Maret 2021)
- Siswanto, R., A. Ghofar dan M. Tamjidilah, (2020). Pengolahan Limbah Plastik di Wilayah Kel. Cempaka Menggunakan Mesin Pelumer Plastik. *Elemen: Jurnal Teknik Mesin*, 7, 61-69, diunduh dari <http://je.politala.ac.idcd>
- Sudirman, Aloma K.K., Indra Gunawan, Ari Handayani, dan Evi Hertinviana, (2002), Sintesis Dan Karakterisasi Komposit Polipropilena/Serbuk Kayu Gergaji, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 4(1), 20-25. Diunduh <http://jurnal.batan.go.id/index.php/jsmi/article/download/4889/4255>.
- Sudirman, Aloma Karo Karol, Ari H.I., dan Bambang Sugeng, (2004), Analisis Sifat Kekuatan Tarik, Derajat Kristalinitas Dan Strukturmikro Komposit Polimer Polipropilena-Pasir, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 6(1), 1-6. Diunduh dari <https://media.neliti.com/media/publications/272822-none-1c4636b4.pdf>.
- Sukirman, Silvia.2003. *Perkerasan Lentur Jalan*. Bandung: Nova
- Sunardi, Fawaid Moh., dan M. Fikri Rasyid Noor, (2015), Variasi Campuran Fly Ash Batubara Untuk Material Komposit. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*. 1(1), 90-102. Diunduh dari <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jwl/article/download/528/412>.
- Surono, Untoro Budi, (2014), Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak, *Jurnal Teknik Mesin Universitas Janabadra Yogyakarta*, 3(1), 32-40. Diunduh dari <http://jurnalteknik.janabadra.ac.id/wp-content/uploads/2014/03/05-Artikel-Untoro-Revisi.pdf>.
- Syahwalia, Richa dan Mochamad Chalid, (2016), Modifikasi Bitumen dengan Penambahan High Density

- Polyethylene (HDPE) atau Polypropylene (PP) dengan Metode Hot Melt Mixing, *Jurnal Teknik Universitas Indonesia*, 1-20. Diunduh dari <https://library.ui.ac.id/naskahringkas/2019-08/S62223-richa%20syahwalia>
- Syukurilla, Imaniar, 2014, "Keseragaman Waktu Kontak Terhadap Penurunan Kadar Timbal (Pb) dalam Oli Bekas Menggunakan Adsorben Lempung dengan Aktivator Asam Sulfat". Tugas Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya. <http://eprints.polsri.ac.id/935/>. Diunduh pada Maret 2021.
- Tahir, Iqmal, Karna Wijaya, dan M. Utora Yahya, (2002), Hubungan Kuantitatif antara Struktur Molekul dan Titik Leleh dari Berbagai Senyawa Organik. *Indonesia Journal of Chemistry*, 2(2), 83-90. Diunduh dari <https://jurnal.ugm.ac.id/ijc/article/download/21918/14623>.
- Wagiswari, Aristania Nila dan M. Bayu Prasetyo, 2016, "Pabrik Polipropilen dan Propilen dan Etilen dengan Polimerisasi Fase Gas Teknologi Unpol". Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. <https://repository.its.ac.id/75484/>. Diakses pada April 2021.
- Wahyudi, Wanda, 2014. "Pengaruh Penambahan Bahan Aditif Ekstrak Daun Kapuk Terhadap Pengolahan Oli Bekas Menjadi Oli Standar Layak Pakai". Tugas Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya. <http://eprints.polsri.ac.id/920/1/cover%20dll.pdf>. Diunduh pada April 2021.