



Pengaruh Serat Agave Sisal Terhadap Kekuatan Impak dan Tekan Komposit Nilon Termoplastik Gliserol

Riswan Eko W. Susanto¹, Maskuri², Saiful Arif³

Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

Email: riswan.eko@polinema.ac.id ¹, maskuri@polinema.ac.id ², saifularif.ppm@gmail.com ³

Abstrak

Komposit SINIROL merupakan komposit berbahan serat sisal matriksnya nilon dan gliserol, yang diperoleh dari perbandingan komposisi kompositnya. SINIROL ini diharapkan dapat bermanfaat dan diaplikasikan sebagai material baru sebagai bahan alternatif, seperti gips sebagai penyangga tulang patah, polimer sintetis sebagai pelindung kepala, dan juga bisa difungsikan guna peralatan-peralatan kedokteran yang lain. Dalam metode penelitian ini komposisi komposit SINIROL dengan serat sisal sebesar 20%, 30%, dan 40% (m/v), dalam *continues unidirectional*. Dengan perbandingan Nilon Termoplastik (gr) dan gliserol (mL) sebesar (1:0,3). Mesin uji impak *Impact Tester (Hung-Ta)* dengan spesimen impak ASTM D6110-10 dan uji tekan menggunakan *Universal Testing Machine (UTM WDW-20)* dengan spesimen tekan ASTM D695-15. Dari hasil penelitian diperoleh kekuatan Impak dan tekan tertinggi komposit SINIROL pada komposisi sisal 30% masing-masing besarnya 0,954 Joule/mm² dan 104,16 N/mm², sedangkan pada komposisi persentase yang lain mengalami penurunan kekuatan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya serat sisal maka kekuatan impak dan kekuatan tekannya meningkat, akan tetapi jika melampaui nilai optimunya, kekuatannya menurun. Penurunan tersebut disebabkan ikatan antara matriks dan fillernya yang rendah serta dimungkinkan terjadinya mikroporositas disebabkan *residual stress*. Dapat disimpulkan bahwa penambahan serat sisal berpengaruh terhadap kekuatan impak dan kekuatan tekan komposit SINIROL.

Kata Kunci: Gliserol, Kekuatan Impak, Kekuatan Tekan, Nilon Termoplastik, Serat Agave Sisal

ABSTRACT

The SINIROL Composite is a composite made from sisal fiber with a thermoplastic nylon matrix and glycerol, which was obtained from the comparison of the composite composition. SINIROL is expected to be useful and applied as a new material as an alternative material, such as gypsum as a support for broken bones, synthetic polymer as a head protector, and can also be used for other medical equipment. In this research method, the composite composition of SINIROL with sisal fiber is 20%, 30%, and 40% (m/v), in continuous unidirectional. With a ratio of Thermoplastic Nylon (gr) and glycerol (mL) of (1:0.3). Impact Tester (Hung-Ta) machine with ASTM D6110-10 impact specimen and compression test using Universal Testing Machine (UTM WDW-20) with ASTM D695-15 compression specimen. The results showed that the highest impact and compressive strength of the SINIROL composite at the composition of 30% sisal were 0.954 Joule/mm² and 104.16 N/mm², respectively, while the other percentage compositions experienced a decrease in strength. This shows that with increasing sisal fiber, the impact strength and compressive strength increase, but if it exceeds the optimal value, the strength decreases. This decrease is due to the low bond between the matrix and the filler and the possibility of microporosity due to residual stress. So it can be concluded that the addition of sisal fiber affects the impact strength and compressive strength of the SINIROL composite.

Keywords: *Glycerol, Impact Strength, Compressive Strength, Thermoplastic Nylon, Agave Sisal Fiber*

A. PENDAHULUAN

Dalam penelitian ini aplikasi yang ingin dicapai yaitu sebagai material alternatif pengganti bahan gypsum. Dimana bahan gypsum yang selama ini digunakan sebagai bahan basis penahan/penyangga tulang yang patah, memiliki beberapa kelemahan diantaranya gypsum mudah pecah sehingga perlu dibuat kembali, terdapat beberapa pengguna gypsum yang merasakan ketidak nyaman karena kelembabannya atau tidak tahan air. Dimana dalam penyembuhan luka sendiri tingkat kelembapan mempengaruhi percepatan penyembuhan, sehingga dirasa perlu adanya bahan alternatif yang aman gunu mempercepat penyembuhan tersebut. Sehingga muncullah penelitian yang bertujuan untuk memperoleh material baru yang ramah terhadap tubuh manusia dan lingkungan, tahan terhadap air, memiliki kekuatan yang sama atau melebihi kekuatan gypsum, dan tidak mengandung racun.

Sehingga dilakukan penelitian-penelitian guna memperoleh material baru tersebut, dengan membandingkan material baru tersebut dengan gypsum sebagai parameternya. Dimana telah diupayakan penelitian-penelitian yang menggunakan bahan dasar biomaterial dan tiruan yang aman bagi kesehatan manusia guna memperoleh material baru tersebut. Penggunaan bahan penyusun gusi gigi yang terbuat dari polimer dirasa sebagai alternatif material yang tepat dengan dipadukan dengan bahan alam lain (seperti; serat alam dan material penyusun lain yang berasal dari alam) yang tersusun dalam sebuah komposit. Komposit yang digunakan tersebut menggunakan polimer (Nilon Termoplastik yang digunakan untuk basis gigi tiruan) yang dipadukan dengan gliserol yang berfungsi sebagai plastisizer. Nilon Termoplastik digunakan karena memiliki sifat tidak beracun, tidak mengiritasi, tidak larut dalam cairan mulut, estetik baik, mudah di manipulasi dan diperbaiki serta perubahan dimensinya kecil (Pinayungan R.Y., 2015).

Komposit SINIROL merupakan kepanjangan dari serat Sisal Nilon dan gliserol, dengan komposisi perbandingan yang telah dilakukan pengujian sebelumnya serta berdasarkan hasil riset/penelitian para peneliti. SINIROL ini diharapkan dapat bermanfaat dan diaplikasikan sebagai material baru sebagai material alternatif pengganti material lain, seperti gipsu sebagai penyangga tulang patah, polimer sintesis sebagai pelindung kepala/helm, dan juga bisa difungsikan guna peralatan-peralatan kedokteran yang lain. Yang tentunya memerlukan penelitian-penelitian lanjutan. Berikut pada tabel 1 ditunjukkan beberapa hasil penelitian yang terkait dan digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini.

Tabel 1 State Of The Art

NO	PENELITI	TAHUN	JUDUL ARTIKEL	URAIAN
1	Agustini RiaNingsih, dkk.	2015	Perbedaan Kekuatan Tekan Basis Gigi Tiruan Berbahan Nilon termoplastik pada beberapa ketebalan	bahwa terdapat perbedaan kekuatan tekan basis gigi tiruan berbahan termoplastik nilon pada beberapa ketebalan. 2. Semakin tebal basis gigi tiruan, semakin besar pula kekuatan tekannya
2	Arif Wibawa dan Endang Setyawati Hisam	2015	Pengaruh Penambahan Limbah <i>Gypsum</i> Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung	Hasil dari pengujian didapat nilai S terbesar terjadi pada sampel tanah yang dicampur dengan limbah gypsum sebanyak Nilai ini terjadi kenaikan sebesar 116,34% dari sampel tanah asli yang dilakukan pemeraman waktu selama 14 hari. Gypsum juga lebih menyerap banyak air sehingga membuat campuran limbah
3	Nagarjuna Reddy Paluvai, dkk.	2015	<i>Mechanical and thermal properties of sisal fiber reinforced acrylated epoxidized castor oil toughened diglycidylether of bisphenol A epoxy nano composites</i>	Sifat mekanik mengalami peningkatan secara signifikan dengan penggabungan tanah liat C30B dan ASTF. Bahwa partikel nanoclay dapat mempengaruhi peningkatan sifat ulet dari campuran berbasis bio, serta alkali-silane meningkatkan ikatan permukaan antara matriks dan serat sisal
4	Wennie Fransisca dan Ismet Danial Nasution	2015	Pengaruh penambahan seratkaca dan seratpoliester terhadap kekuatan impak bahan basis gigi tiruan resinakrilik polimerisasipanas	Hasil penelitian menunjukkan dengan penambahan SK 1% atau SP 1% dapat meningkatkan kekuatan impak, sehingga bahan basis gigitiruan yang dihasilkan akan lebih resisten terhadap benturan.
5	Riswan Eko W.Susanto, dkk.	2021	Pengaruh Serat Agave Sisalana Terhadap Kekuatan Flexural Komposit Resin Akrilik dan Gliserol	Dimana perbandingan resin akrilik (gr) dan gliserol (mL) sebesar (1:0,8) dan serat agave sisalana sebesar 20%, 30%, dan 40% (m/v). Kekuatan Flexural komposit

tertinggi pada serat sisal yang 30% , serta terendah serat 20% , serat sisal 40%. Menunjukkan bahwa penambahan Serat mampu meningkatkan kekuatan *Flexural*, tetapi bila melampaui nilai maksimum maka penambahan Serat akan menyebabkan penurunan kekuatan mekanis.

B. METODE

Metode penelitian yang digunakan merupakan *true experimental research*, Material yang digunakan adalah SINIROL yang merupakan paduan material/komposit Serat Agave Sisal sebagai filler komposit dipadukan dengan polimer Nilon Termoplastik dan gliserol sebagai matriks komposit. Variasi yang diteliti pada serat Agave sisal dengan variasi volume; 20%, 30%, 40%. Sedangkan Matriksnya tersusun dari perbandingan Nilon Termoplastik dan gliserol (1 gram : 0,3 mL). Proses pembuatan spesimen dengan proses blending dengan pemanasan 200^o C Nilon dalam pemanasan tanur serta dalam kondisi mencair ditambahkan gliserol, yang kemudian dituang dalam cetakan dan dipress. Serat telah terpasang pada cetakan dalam bentuk serat pajang (*continues unidirectional*). Pengujian mekanik yang dilakukan berupa; Uji Impak dan Uji Tekan. Mesin Tekan menggunakan Universal Testing Machine (UTM WDW-20) dan sedang uji impak menggunakan *Impact Tester (Hung-Ta)* yang merupakan pengujian Impak Charpy. Pelaksanaan pembuatan spesimen dan pengujian dilaksanakan di Laboratorium Uji Material Prodi. Teknik Mesin PSDKU Polinema Kediri. Berikut spesifikasi spesimen berdasarkan ASTM *testing* masing-masing; Uji Impak (ASTM D6110-10, 2011) tersusun Nilon Termoplastik Gliserol dengan % serat , 55 x 10 x 10

mm³, dan Uji Tekan (ASTM D695-15, 2015) tersusun Nilon Termoplastik Gliserol dengan % serat diameter 15 mm x tinggi 50 mm

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini bahan serat agave sisal sebagai filler dan Nilon Termoplastik yang dipadukan gliserol sebagai matriks dari komposit SINIROL (kepanjangan dari Sisal Nilon dan Gliserol). Untuk memperoleh sifat mekanik seperti kekuatan Impak dan kekuatan tekan maka dilakukan pengujian tersebut, dengan spesimen masing masing 4 variabel (tanpa serat 0%, serat 20%, serat 30%, dan serat 40%), serta jumlah perulangan masing-masing sebanyak 3 kali. Proses pengujian ditunjukkan pada gambar 1 untuk proses pengujian impak charpy menggunakan ASTM D6110-10, sedangkan pada gambar 2 merupakan proses pengujian tekan dengan ASTM D695-15.



Gambar 1. Spesimen saat diuji Impak *Charpy*; (a) Pemasangan spesimen uji, (b) Posisi awal sebelum penumbukan, (c) Posisi penumbukan spesimen, (d) Skala sudut hasil penumbukan Impak.

Tabel 2. Data hasil uji Impak SINIROL

No	Komposisi Serat (volume)	Berat Pendulum (w) (Kg)	Jarak lengan pengayun (l) (m)	gaya gravitasi (g) (m/s ²)	Sudut posisi awal (α) (derajat)	Sudut posisi akhir (β) (derajat)	Cos ($\beta-\alpha$) (radian)	Usaha untuk mematahkan Joule
1	Tanpa serat (0%) ke-1	25	0,45	9,8	150	117,50	0,4043	44,57
2	Tanpa serat (0%) ke-2	25	0,45	9,8	150	118,50	0,3889	42,87
3	Tanpa serat (0%) ke-3	25	0,45	9,8	150	118,00	0,3966	43,72
4	Serat Sisal 20% ke-1	25	0,45	9,8	150	104,50	0,6156	67,87
5	Serat Sisal 20% ke-2	25	0,45	9,8	150	105,00	0,6072	66,94
6	Serat Sisal 20% ke-3	25	0,45	9,8	150	105,00	0,6072	66,94
8	Serat Sisal 30% ke-2	25	0,45	9,8	150	100,00	0,6924	76,33
9	Serat Sisal 30% ke-3	25	0,45	9,8	150	99,50	0,7010	77,28
10	Serat Sisal 30% ke-1	25	0,45	9,8	150	100,50	0,6838	75,39
10	Serat Sisal 30% ke-1	25	0,45	9,8	150	109,00	0,5405	59,59
11	Serat Sisal 40% ke-2	25	0,45	9,8	150	110,50	0,5158	56,87
12	Serat Sisal 40% ke-3	25	0,45	9,8	150	110,00	0,5240	57,77

Setelah Spesimen dilakukan pengujian impak dan tekan maka diperoleh data-data hasil uji sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2., yang merupakan hasil data uji impak dalam besar sudut setelah terjadi penumbukan, dengan berat pendulum 25 kg, jarak lengan pendulum 0,45 meter, dengan sudut awal tanpa beban 150 derajat. Dari hasil perolehan uji posisi sudut akhir maka didapatkan besarnya usaha untuk mematahkan spesimen tersebut dengan menghitungnya dalam persamaan uji Impak, sehingga diperoleh usahanya dalam Joule. Untuk memperoleh Nilai kekuatan impak maka nilai usaha tersebut harus dibagi dengan luas area spesimen yang ditakik, dan didapatkan Kekuatan Impak dalam Joule/mm².



Gambar 2. Spesimen saat diuji Tekan, (a) Posisi awal sebelum penekanan (uji Tekan), (b) Posisi awal setelah penekanan (uji Tekan)

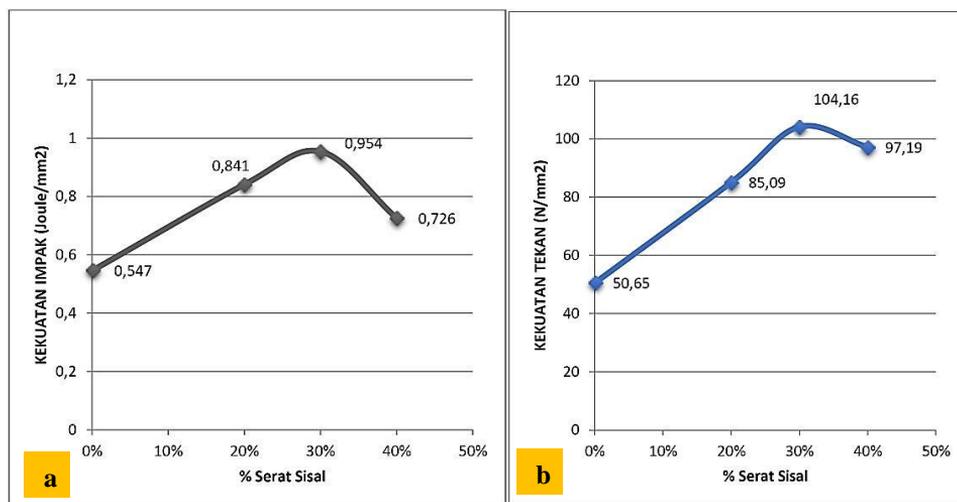
Sedangkan pada tabel 3. ditunjukkan hasil data uji tekan yang menggunakan mesin UTM, dimana dari hasil pengujian ini diperoleh data yang secara otomatis menunjukkan mesin UTM berupa Nilai kekuatan Tekannya. Dimana parameter yang perlu ditentukan berupa diameter spesimen, tebal spesimen, serta pengaturan pada mesin. Kemudian dilanjutkan dengan merata-rata data hasil tersebut, sehingga diperoleh nilai kekuatan tekannya. Dalam penelitian ini variabel serat yang diambil berdasarkan perbandingan volume spesimen dengan satu kelompok kontrol (spesimen kontrol) yaitu kelompok komposit tanpa ada penambahan serat, dengan adanya kelompok kontrol ini dapat diperoleh perbandingan kekuatan antara penambahan serat dan tanpa penambahan serat.

Tabel 3. Data hasil uji Tekan dengan UTM

Komposit SINIROL		Kekuatan Tekan
Nomor	Komposisi Serat (volume)	Max Strength (N/mm ²)
1	Tanpa serat (0%) ke-1	50,489
2	Tanpa serat (0%) ke-2	50,53
3	Tanpa serat (0%) ke-3	50,93
4	Serat Sisal 20% ke-1	84,37
5	Serat Sisal 20% ke-2	85,85
6	Serat Sisal 20% ke-3	85,03
7	Serat Sisal 30% ke-1	101,17
8	Serat Sisal 30% ke-2	104,33
9	Serat Sisal 30% ke-3	106,98
10	Serat Sisal 40% ke-1	95,96
11	Serat Sisal 40% ke-2	96,37
12	Serat Sisal 40% ke-3	99,24

Dalam pembahasan penelitian ini terlebih dahulu diawali dengan pengelompokan rata-rata kekuatan impak dan tekan, berdasarkan variabel penelitian. Dimana pada komposit SINIROL ini memiliki rata-rata kekuatan impak tertinggi pada komposit serat 30% sebesar 0,954 Joule/mm², dan nilai kekuatan impak terendah pada komposit tanpa serat sebesar 0,547 Joule/mm² serta komposit serat 40% sebesar 0,726 Joule/mm², sedangkan komposit serat 20% sebesar 0,841 Joule/mm². Kemudian untuk rata-rata kekuatan tekan diperoleh nilai kekuatan tekan tertinggi pada komposit serat 30% sebesar 104,16 N/mm², dan nilai kekuatan tekan terendah pada komposit tanpa serat sebesar 50,65 N/mm², serta komposit serat 20% sebesar 85,09 N/mm², sedangkan kekuatan tekan komposit serat 40% sebesar 97,19 N/mm². Nilai kekuatan impak dan tekan tersebut dapat dilihat pada gambar 3. Serat sisal yang ditambahkan dalam

Nilon Termoplastik dan Gliserol dapat meningkatkan kekuatan impak dan tekan jika komposisi serat sisal tersebut ideal dan mampu melakukan ikatan *interface* secara baik dengan matriksnya, sehingga dapat menahan dan menghambat tekanan yang diterima, hal tersebut berdampak pada peningkatan kekuatan impak dan tekan Nilon Termoplastik dan Gliserol (menurut Chianelli-Junior R, .etl., 2013).

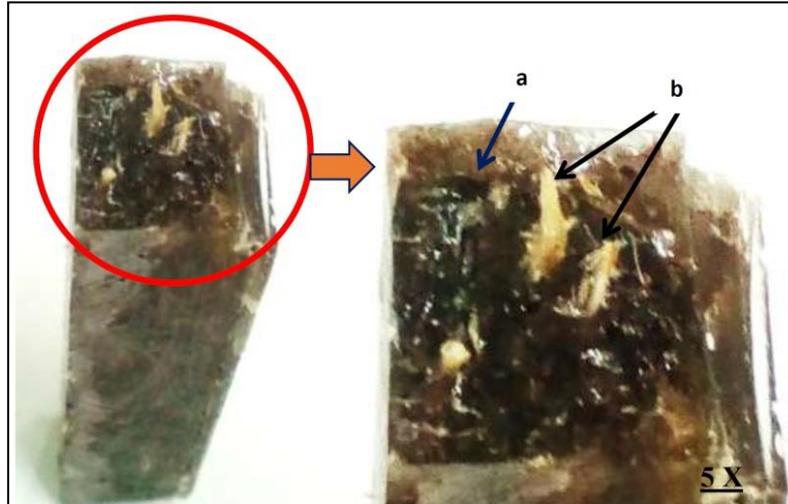


Gambar 3. Grafik Kekuatan dari hasil Uji (a) Kekuatan Impak (Joule/mm²) dan (b) Kekuatan Tekan (N/mm²)

Dari gambar 3 menunjukkan grafik hasil uji impak dan uji tekan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai kekuatan impak dan tekan komposit mengalami kenaikan sampai pada batas maksimalnya pada komposisi komposisi serat 30% setelah itu mengalami penurunan. Sedangkan komposit tanpa serat memiliki kekuatan impak dan tekan paling rendah karena tidak memiliki material penyusun fillernyasehingga kekuatan impak dan tekan yang ditunjukkan merupakan sifat kekuatan antarapaduan nilon termoplastik dan gliserol (dengan perbandingan 1:0,3). Kemudian rendahnya kekuatan impak dan tekan komposit sisal 40%, dan Sisal 20% apabila dibandingkan komposit sisal 30% diduga

karena pada rasio serat sisal dan matriks komposit yang digunakan tidak seimbang hal ini menyebabkan komposit pada komposisi tersebut tidak mampu mengisi *Serat* dengan sempurna. Ketidakseimbangan tersebut mengakibatkan kekuatan Impak dan kekuatan tekanya menjadi rendah.

Berdasarkan pada hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa dengan bertambahnya volume *serat sisal* maka akan meningkatkan kekuatan mekanisnya, akan tetapi jika melampaui nilai maksimum kekuatannya maka semakin bertambahnya volume *serat sisal* akan cenderung menurunkan kekuatan mekanis. Hal ini disebabkan secara teoritis nilon termoplastik dan gliserol belum bisa berpadu satu sama lain, serta belum mempunyai matriks berikatan secara merata rapat dengan fillernya (serat sisal), yang mengakibatkan nilai energi serap bahan komposit menurun.



Gambar 4. Foto Makro hasil patahan dari uji impak pada komposit komposisi serat 20%, (a) matriks nilon termoplastik dan gliserol, (b) serat sisal yang mengalami *pullout*

Dalam gambar 4 di atas ditunjukkan salah satu contoh hasil patahan dari uji impak, dimana pada gambar makro tersebut terlihat

adanya *pullout* pada serat sisal terhadap matriksnya, sedangkan berdasarkan hasil patah retak uji tekan memiliki sifat patah getas yang disebabkan karena material nilon termoplastik dan gliserol memiliki sifat kaku dan sedikit *brittle*, karena matriks nilon termoplastik dan gliserol tidak mampu berikatan secara rapat dengan *filler* serat sisal sehingga nilai energi ikatannya menurun, serta dimungkinkan terjadinya mikroporositas pada matriks SINIROL yang terisi oleh *residual stress*/tegangan sisa berupa *porosity*/gelembung udara. Hal ini berbeda dengan hasil patah yang terjadi pada matriks nilon dan gliserol tanpa penambahan serat (serat 0%) yang memiliki nilai kekuatan yang cukup rendah bila dibandingkan dengan komposit SINIROL, karena tidak ada ikatan antara filler dan matriksnya. Sehingga dapat diperoleh bahwa penambahan serat sisal sangat berpengaruh terhadap kekuatan mekanis kompositnya.

D. PENUTUP

Simpulan dari penelitian ini dimana; kekuatan Impak dan tekan tertinggi komposit SINIROL pada komposisi sisal 30% masing-masing besarnya 0,954 Joule/mm² dan 104,16 N/mm², sedangkan pada komposisi persentase yang lain mengalami penurunan kekuatan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menambahkan serat sisal maka kekuatan impak dan kekuatan tekannya meningkat, akan tetapi jika melampaui nilai maksimumnya maka akan menyebabkan penurunan kekuatannya. Penurunan ini dikarenakan matriks nilon termoplastik dan gliserol tidak mampu berikatan secara rapat dengan filler serat sisal sehingga nilai energi ikatannya menurun serta dimungkinkan terjadinya mikroporositas pada matriksnya SINIROL yang terisi oleh *residual stress*/ tegangan sisa berupa

porosity/gelembung udara. Sehingga dari hasil tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan serat sisal berpengaruh terhadap kekuatan impak dan kekuatan tekan komposit SINIROL. Saran guna pengembangan dan peningkatan sifat mekanik komposit dari komposit SINIROL ini bisa dalam variasi posisi/bentuk seratnya, seperti; bentuk anyam atau sandwich, serta proses pembuatan yang menghasilkan sedikit *porosity*, seperti; penggunaan *extrusion molding* atau *Injection molding*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif Wibawa dan Endang Setyawati Hisam. 2015. Pengaruh Penambahan Limbah *Gypsum* Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung. Vol. 3 No. 1: 113-121
- Arifudin, Yani, M., & Murtalaksono K. 2016. Bioremediasi Tanah Bertekstur Klei Terkontaminasi Minyak bumi: Aplikasi Teknik Biopile dengan Penambahan Pasir. Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Vol. 6 No. 1: 13-19.
- ASTM D695-15. 2015. "Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics," ASTM International 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States, (September, 2015)
- ASTM D6110-10. 2011. "Determining the Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics," ASTM International 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States, (April, 2011)
- Awing, M. M., & Koyama, A. T. 2013. Stabilitas Warna Basis Gigi Tiruan Resin Termoplastik Nilon Yang Direndam Dalam Larutan Pembersih Gigi Tiruan Peroksida Alkalin. Dentofasial 12 (2), 98-103.
- Fransisca Wennie dan Nasution Ismet Danial. 2015. Pengaruh penambahan seratkaca dan seratpoliester terhadap kekuatan

impak bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasipanas.
Jurnal B-Dent, Vol 2, No. 1, Juni 2015 : 16 – 22.

- Ningsih Agustini Ria, dkk. 2015. Perbedaan Kekuatan Tekan Basis Gigi Tiruan Berbahan Nilon Termoplastik pada Beberapa Ketebalan. Skripsi Fak. Kedokteran Gigi Univ. Muhammadiyah Surakarta.
- Paluvai Reddy Nagarjuna, etc. 2015. *Mechanical and thermal properties of sisal fiber reinforced acrylated epoxidized castor oil toughened diglycidyl ether of bisphenol A epoxy nanocomposites*. Journal of Reinforced Plastics and Composites, DOI: 10.1177/0731684415595126. Didownload dari jrp.sagepub.com by guest on July 19, 2015.
- Pinayungan R. Y. 2015. Perbedaan Kekuatan Impak Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik *Heat-Cured* Dengan Nilon Termoplastik Dalam Rendaman Sodium Hipoklorit 0,5% Sebagai Denture Cleanser. Skripsi Fakultas Kedokteran Gigi. Universitas Negeri Jember.
- R. Chianelli-Junior, Reis JML, Cardoso JL, Castro PF. 2013. Mechanical characterization of sisal fiber-reinforced recycled HDPE composites. *Materials Research*. 16(6):1393–7.
- Susanto Riswan E. W., dkk.. 2021. Pengaruh Serat agave Sisal terhadap kekuatan *Flexural* Komposit matrik Resin akrilik dan gliserol. *Jurnal Tecnoscienza* Vol. 5 No.2 April 2021.
- Wahyu, P., Viona, D., & Liana, R. 2016. Distribusi Frekuensi Pemakaian Gigi Tiruan Lepas Nilon Termoplastik dan Nilon Termoplastik Di Beberapa Praktek Dokter Gigi Di Banda Aceh. *Journal Caninus Denstistry* 1 (4), 1 – 5.