



DAMPAK PERLAKUAN PERMUKAAN PARTIKEL TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KEKUATAN MEKANIK KOMPOSIT POLIPROPILEN

Alexander Aldi Perdana¹⁾, Miftaql Nurhuda²⁾, Dr. I Made Kastiawan, S. T., M. T.³⁾

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
e-mail: alexanderaldiii@gmail.com, miftaqlnurhuda189@gmail.com
, madekastiawan@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan dunia yang semakin pesat diperlukan ide - ide kreatif untuk memanfaatkan pengolahan limbah dari alam, seperti serat alam. Limbah alam dapat dimanfaatkan untuk pembuatan material alternatif yang dapat disamakan dengan material logam skala industri berupa komposit. Material komposit yaitu perpaduan 2 bahan material atau lebih yang bertujuan untuk membuat material semakin lebih baik dari segi sifat mekanik, maupun secara ekonomis. Serat Alam sebagai (*reinforcement*) material komposit mempunyai karakteristik yang sangat ringan, dapat mudah dibentuk, memiliki ketahanan terhadap korosi, dan memiliki harga yang terjangkau. Polipropilen sebagai pengikat (*matrix*) termasuk kategori komposit PMC (*Polymer Matrix Composite*). Pada penelitian ini mempunyai tujuan menentukan nilai kekuatan material komposit polipropilena yang diperkuat partikel tempurung kelapa dengan ukuran 200 - 250 *mesh* yang diberikan 6 varian perlakuan. Pembuatan komposit dicampur dengan kecepatan 30 rpm dalam waktu 20 menit, proses pengujian sifat mekanis yang diberikan adalah uji tarik dan *impact*. Dari data penelitian didapatkan bahwa ukuran partikel tempurung kelapa 200 - 250 *mesh* pada variasi perlakuan cairan alkali 7% mempunyai nilai tegangan tarik sebesar 24,03 Mpa dan nilai uji *impact* menghasilkan energi serap 1,054 Joule. Sedangkan nilai terendah pada uji tarik didapatkan varian perlakuan air panas 120°C sebesar 8,90 MPa dan pengujian *impact* dengan nilai 0,582 Joule.

Kata kunci : Komposit Alam, Serbuk Tempurung Kelapa, Cairan Alkali, Polipropilen, Uji Mekanik

ABSTRACT

As the world develops increasingly rapidly, creative ideas are needed to utilize natural waste processing, such as natural fibers. Natural waste can be used to make alternative materials that can be compared to industrial scale metal materials in the form of composites. Composite materials are a combination of 2 or more materials which aim to make the material better in terms of mechanical properties and economically. Natural Fiber as a (reinforcement) composite material has the characteristics of being very light, can be easily formed, is resistant to corrosion, and has an affordable price. Polypropylene as a binder (matrix) is included in the PMC (Polymer Matrix Composite) composite category. This research aims to determine

the strength value of polypropylene composite material reinforced with coconut shell particles with a size of 200 - 250 mesh which is given 6 treatment variants. Composite preparation was mixed at a speed of 30 rpm within 20 minutes, the mechanical properties testing process provided was tensile and impact tests. From the research data it was found that the coconut shell particle size of 200 - 250 mesh in the 7% alkaline liquid treatment variation had a tensile stress value of 24.03 Mpa and the impact test value produced an absorbed energy of 1.054 Joules. Meanwhile, the lowest value in the tensile test was obtained by the 120°C hot water treatment variant of 8.90 MPa and the impact test with a value of 0.582 Joules.

Keywords: *Natural Composite, Coconut Shell Powder, Alkali Liquid, Polypropylene, Mechanical Test*

PENDAHULUAN

Di era yang terus berkembang, kita perlu mencari solusi untuk mendaur ulang sampah, khususnya sampah alam seperti serat alam. Limbah serat alam dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan material alternatif dengan menggabungkan 2 bahan atau lebih yang disebut material komposit.

Material komposit adalah perpaduan 2 bahan material atau lebih yang bertujuan untuk membuat material yang lebih baik dari segi sifat mekanis, maupun secara produksi material yang ekonomis. Material komposit terdiri atas bahan *matrix* (sebagai bahan pengikat) dan *reinforcement* (untuk bahan penguat). Macam – macam komposit terbagi menjadi 3 yaitu: *Polymer Matrix Composite*, *Metal Matrix Composite*, *Ceramic Matrix Composite*. Pada penelitian ini akan membuat material komposit dengan jenis Serbuk Alam PMC dengan bahan *matrix* berpenguat partikel tempurung kelapa, dan bahan pengikat polipropilen.

Ekajatif, Dkk (2019), Serat dari Alam sebagai bahan *reinforcement* material komposit berkarakteristik yang sangat ringan, dapat mudah dibentuk, memiliki ketahanan terhadap korosi, dan memiliki harga yang murah. Dengan *Matrix* dari batok kelapa itu sendiri termasuk kategori komposit PMC (*Polymer Matrix Composite*) yang dimana partikel tempurung kelapa merupakan bagian dari jenis serat alam. Material komposit yang menggunakan serat alam dapat terdegradasi secara alamiah, dan seratnya cenderung ekonomis dibandingkan dengan bahan sintetis (Thakur, 2017).

Matrix polipropilen, Ismathul Dinny (2022) polipropilen merupakan polimer jenis termoplastik terbentuk dari kombinasi molekul kecil yang disebut monomer yang akan menjadi molekul makro. Polipropilen yang memiliki sifat mekanik yang tinggi lebih kuat dan lebih ringan dan stabil terhadap suhu tinggi tetapi sulit diuraikan pada lingkungan dikarenakan polipropilen terbuat dari bahan plastik yang susah terurai, dengan menjadikan solusi bahan plastik ini dicampurkan serat alam supaya plastik dapat diuraikan agar ramah lingkungan.

Sijabat, Dkk (2013) Teknologi material bahan – bahan saat ini mengalami perkembangan yang cepat. Ini akan didorong oleh kebutuhan tertentu yang memerlukan bahan dengan karakteristik khusus. Salah satu hasilnya adalah perkembangan bahan komposit polimer. Kemudahan dalam membentuknya sesuai kebutuhan, baik dari segi kekuatan dan bentuk, serta rasio kekuatan terhadap beratnya yang sangat baik, mendorong adopsi komposit polimer sebagai alternatif untuk bahan logam tradisional dalam berbagai produk. Penggunaan batok kelapa sebagai bahan pengisi dalam produksi komposit termoplastik dengan *matrix* polipropilena. Temuan dari riset menunjukkan bahwa kekuatan tarik meningkat dengan menambahkan serbuk tempurung kelapa, dan modulus tertinggi diperoleh kandungan bubuk tempurung kelapa 60% yaitu 12,2 MPa dan 260 MPa.

METODE PENELITIAN

Pada observasi ini memakai partikel tempurung kelapa sebagai *reinforcement*. Bubuk batok kelapa diperoleh dari industri penggilingan tempurung kelapa dalam negeri di kabupaten Malang. Serbuk yang dihasilkan berupa ukuran partikel yang tidak sesuai dengan ukuran *mesh* yang diinginkan. Oleh karena itu, tergantung pada variabel yang digunakan dalam fraksi berat, diperlukan proses pengayakan 200 -250 *mesh*.



Gambar 1. Bubuk Tempurung Kelapa

Menurut penelitian Chereminisoff, campuran kimia batok kelapa adalah sebagai berikut: selulosa 26,60%, lignin 29,40%, pentosan 27,70%, pelarut ekstraksi 4,20%, anhidrida uronat 3,50%, abu 0,62%, nitrogen 0,11%, air 8,01%. Di sebagian besar wilayah pedesaan, serabut dan batok kelapa digunakan sebagai alternatif pengganti bahan bakar berbentuk batok kering atau arang. Dalam beberapa tahun terakhir, tempurung kelapa juga banyak digunakan sebagai bahan pendidikan (APE), seperti pada kelas biologi, matematika, dan fisika, serta dapat juga digunakan sebagai bahan pembuatan cinderamata. (Mira Ariyanti dkk. 2018).

Bahan yang digunakan sebagai pengikat *matrix* atau *filler* adalah polipropilen. Polipropilena adalah polimer termoplastik. *Thermoplastic* ini polimer yang melunak akan meleleh bila terkena panas, namun kembali ke bentuk semula bila didinginkan (Gibson, 2016).



Gambar 2. Polipropilena Masplen 5402

Pada komposit yang diperkuat serat tidak dikasih perlakuan, sambungan (ikatan mekanis) antara serat dan UPRS terhambat oleh adanya lapisan lilin pada daerah *surface* serat sehingga tidak lengkap. Tujuan dari perlakuan Na-OH ini adalah untuk melarutkan susuna lilin pada permukaan serat, seperti lignin, hemiselulosa, dan kontaminan. Dengan menghilangkan susunan lilin ini, ikatan serat - *matrix* menjadi lebih kuat dan kekuatan tarik komposit meningkat. Perlakuan Na-OH yang berkepanjangan dapat merusak unsur selulosa. Ternyata, selulosa sendiri merupakan unsur *point* penunjang kekuatan serat. Hal ini secara signifikan mengurangi kekuatan serat jika terkena perlakuan basa dalam waktu lama (Kuncoro Diharjo. 2006).

Cairan alkali adalah cairan yang mengandung unsur kimia senyawa zat yang dapat membentuk ion Na-OH, saat ditambahkan ke air berfungsi untuk membersihkan partikel/serbuk tempurung kelapa dari minyak atau kotoran yang masih menempel.



Gambar 3. Cairan Alkali

Tabel 1 Sifat mekanik Cairan Alkali

Sifat	Nilai	Satuan
Massa Jenis	2,13	G/cm ³
Temperatur Optimum	70	°C

Alat penunjang penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa alat untuk proses pengerjaan.

Alat yang dipakai adalah :

1. Alat pengayak
2. Pencampur dengan mesin
3. Oven Pengering
4. Gerinda dan grinding
5. Ayakan Jaring 200 - 250
6. Dongkrak
7. Tempat wadah pembentukan
8. Pengukur waktu

Metode Pengolahan

Bubuk batok kelapa ukuran partikel yang diperoleh belum memenuhi standar yang diinginkan. Oleh karena itu dilakukan proses pengayakan dengan menggunakan mesin pengayak hingga diperoleh ukuran partikel 200 - 250 *mesh*. Proses penyortiran ini menggunakan tenaga transfer dari mesin penyortiran. Serbuk tempurung kelapa yang digetarkan akan bergerak dan masuk ke lubang saringan sehingga dapat diayak tanpa menimbulkan debu. Saat memasang filter, jarak yang sangat pendek harus dijaga untuk menghindari tercampurnya partikel bubuk kerang dengan campuran kotoran lainnya.



Gambar 4. Mesin Ayak



Gambar 5. Tungku Perlakuan



Gambar 6. Alat Pengeringan

Kemudian filter *mesh* diangkat dan dimasukkan ke dalam oven untuk proses pengeringan. Selanjutnya partikel serbuk tempurung kelapa dipisahkan dari debu dan kotoran dengan cara direndam dan dicuci dalam air bersuhu 60°C, air panas 120°C, larutan alkali 3%, larutan alkali 5%, dan larutan alkali 7% selama 20 menit. Pada proses perendaman terlihat kotoran partikel yang mengapung harus dibuang sedangkan yang mengendap didasar akan dijadikan *reinforcement* komposit (Kastiawan et al., 2020). Setelah direndam, partikel ditiriskan kemudian dikeringkan didalam oven bersuhu 110°C dengan waktu 45 menit untuk mengurangi kadar air pada partikel tempurung kelapa.

Pembentukan Sampel

Polipropilena dibuat menggunakan enam varian pengolahan dengan menggunakan air panas 60°C, air panas 120°C, cairan alkali 3%, cairan alkali 5%, dan cairan alkali 7% fraksi berat 10%. *Polypropylene* ditimbang menggunakan timbangan digital. Setelah menyiapkan dan menimbang polipropilen ke dalam wadah, masukkan ke dalam oven pengaduk yang sudah dipanaskan dengan temperatur leleh 165°C ~ 170°C. *Polypropylene* mencapai titik leleh dalam waktu sekitar 15 hingga 25 menit. Setelah mencapai puncak leleh, bubuk batok kelapa dimasukkan ke dalam oven pencampur dengan perbandingan berat tertentu. Saat dimasukkan ke dalam blender, sebaiknya dengan kecepatan sedang agar bubuk tempurung kelapa tersebar menyeluruh pada oven. Campuran diaduk dengan *speed* pengadukan 30 rpm dengan waktu 20 menit. Cairan komposit dituangkan pada cetakan kayu dibuat untuk proses pembentukan.



Gambar 7. Pembentukan Spesimen

Kemudian adonan komposit dimasukkan ke dalam cetakan, dipasang tutup, dan cetakan diberi tekanan dengan dongkrak dengan beban 20 kg/cm² dengan waktu pengepresan 5 menit.

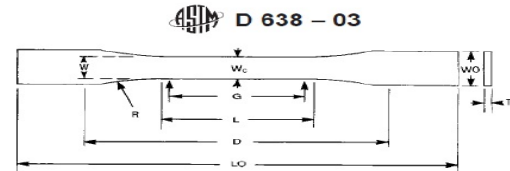


Gambar 8. Penekanan Cetakan Spesimen

Spesimen dibentuk menggunakan mesin milling yang memenuhi standar ASTM yang cocok untuk pengujian komposit polipropilena. Pembentukan benda uji tarik menurut ASTM D 638 - 03 dan pembentukan benda uji *impact* menurut ASTM D - 256:



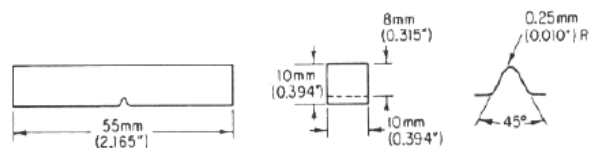
Gambar 9. Pembentukan Spesimen



Specimen Dimensions for Thickness, T , mm [in.]^A

Dimensions (see drawings)	7 [0.28]	
	Type I	Tolerances
W—Width of narrow section ^{E,F}	13 [0.50]	±0.5 [±0.02] ^{B,C}
L—Length of narrow section	57 [2.25]	±0.5 [±0.02] ^C
WO—Width overall, min ^G	19 [0.75]	+6.4 [+0.25]
Wc—Width overall, min ^G
LO—Length overall, min ^H	165 [6.5]	no max [no max]
G—Gage length ^I	50 [2.00]	±0.25 [±0.010] ^C
Gc—Gage length ^I	...	±0.13 [±0.005]
D—Distance between grips	115 [4.5]	±5 [±0.2]
R—Radius of fillet	76 [3.00]	±1 [±0.04] ^C
RC—Outer radius (Type IV)	...	±1 [±0.04]

Gambar 10. Uji tarik ASTM D 638 – 03



Gambar 11. Uji *Impact* ASTM D 256 – 03

Sampel dibentuk menggunakan mesin milling yang memenuhi standar ASTM dan sesuai untuk pengujian komposit polipropilena. Persiapan benda uji untuk uji tarik menurut ASTM D 638 - 03 dan pembentukan benda uji *impact* menurut ASTM D 256:



Gambar 12. Sampel Uji Tarik dan Uji *Impact*

Menghitung Fraksi Berat

Fraksi berat merupakan perbandingan komposisi suatu material komposit yang terdiri dari berat *matrix* dan berat tulangan. Berat bahan komponen dapat dihitung dengan rumus berikut ini: (Kaw, 1997).

$$P = P + P$$

Dimana :

P = berat komposit

P = berat *reinforcement / filler*

P = berat *matrix*

Hitung kombinasi

Selama pembentukan, 3 sampel komposit dibuat menggunakan polipropilen dengan berat total 300 gram dan 30 gram bubuk tempurung kelapa.

- Variasi Tanpa perlakuan
Fraksi berat 1% STK
Fraksi berat 90% PP
300gr PP + 30 gr STK
= 330gr Material Campuran
- Variasi Air Hangat 60 °C
Fraksi berat 10% STK
Fraksi berat 90% PP
300gr PP + 30 gr STK
= 330gr Material Campuran
- Variasi Air Panas 120 °C
Fraksi berat 10% STK
Fraksi berat 90% PP
300gr PP + 30 gr STK
= 330gr Material Campuran
- Variasi Cairan Alkali 3 %
Fraksi berat 10% STK
Fraksi berat 90% PP
300gr PP + 30 gr STK
= 330gr Material Campuran
- Variasi Cairan Alkali 5 %
Fraksi berat 10% STK
Fraksi berat 90% PP
300gr PP + 30 gr STK
= 330gr Material Campuran
- Variasi Cairan Alkali 7 %
Fraksi berat 10% STK
Fraksi berat 90% PP
300gr PP + 30 gr STK
= 330gr Material Campuran

Hasil dan Pembahasan

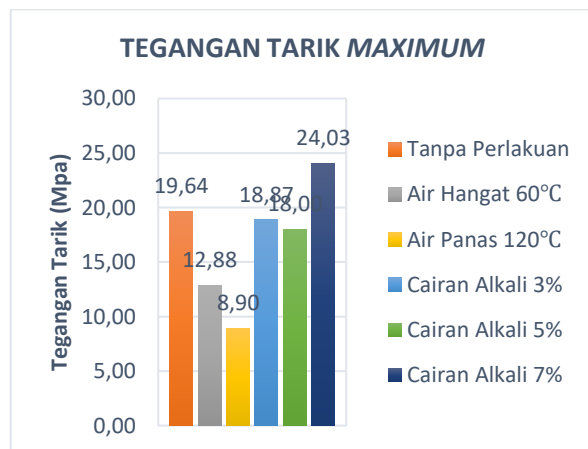
Uji tarik dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan yang menunjukkan seberapa kuat material komposit polipropilena yang diperkuat partikel tempurung kelapa mampu menahan beban dari tarik yang diberikan. Uji dilaksanakan di Politeknik Negeri Malang.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Uji Tarik

Ukuran Serbuk (Mesh)	Variasi Perlakuan	Spesimen	σ_{Max} (MPa)	ϵ_{Max} (%)	E (MPa)
200 - 250	Tanpa Perlakuan	1	17,59	0,78	11,76
		2	22,95	0,80	10,34
		3	18,37	0,76	6,37
		Rata – rata	19,64	0,78	9,49
	Air Hangat 60°C	1	11,17	1,96	2,71
		2	11,90	2,88	1,11
		3	15,57	2,00	3,47
		Rata – rata	12,88	2,28	2,43
	Air Panas 120°C	1	7,71	0,76	5,40
		2	9,60	2,62	5,26
		3	7,46	3,60	0,49
		Rata – rata	8,90	2,11	20,19
	Cairan Alkali 3%	1	19,31	1,24	6,53
		2	19,20	0,70	9,60
		3	18,10	4,92	2,32
		Rata – rata	18,87	2,29	6,15
	Cairan Alkali 5%	1	17,58	1,54	6,47
		2	18,21	4,98	1,52
3		18,22	5,22	1,57	
Rata – rata		18,00	3,91	3,19	
Cairan Alkali 7%	1	24,32	1,80	10,88	
	2	21,88	3,08	2,87	
	3	25,90	6,20	1,08	
	Rata – rata	24,03	3,69	4,95	

Tegangan Tarik *Maximum*

Data hasil uji tarik spesimen variasi partikel 200 - 250 mesh dengan variasi perlakuan air hangat 60°C, air panas 120°C, cairan alkali 3%, cairan alkali 5%, dan cairan alkali 7% memperoleh hasil tegangan tarik yang disajikan pada grafik :



Gambar 13. Grafik Hubungan Tegangan Tarik *Max* Terhadap 6 varian perlakuan

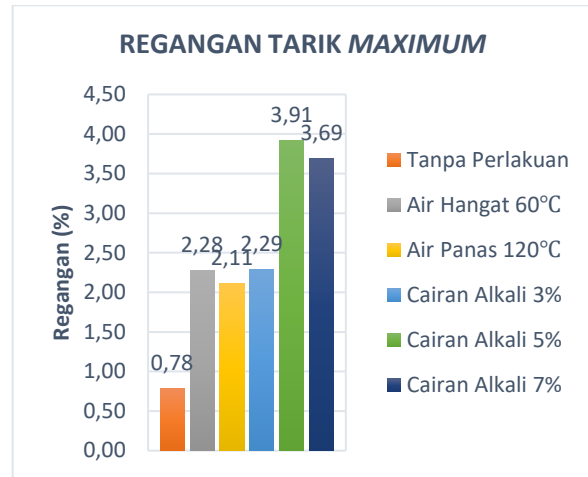
Dari grafik tabel yang ada diatas sampel pembentukan memakai partikel tempurung kelapa sebesar 200 – 250 *mesh* perbandingan 6 varian memiliki nilai rata – rata tegangan tarik *max* memiliki hasil paling tinggi yaitu 24,03 MPa dengan perlakuan cairan alkali 7%. Sedangkan pada variasi perlakuan air panas 120°C mengalami penurunan tegangan menjadi 8,90 MPa. Untuk penurunan tegangan tarik disebabkan oleh variasi dengan temperatur panas paling tinggi menyebabkan kerusakan pada struktur *reinforcement* material komposit dan pada bentuk spesimen akan terjadi celah pada *interface*.

Dalam penelitian yang dikemukakan oleh Kastiawan, dkk (2020) ukuran partikel juga merupakan sebuah struktur bagian penting dalam hasil nilai tegangan tarik. Diketahui dengan semakin kecilnya sebuah partikel yang digunakan sebagai penguat dalam komposit maka nilai luas permukaan dalam *interface* akan semakin lebar. Dengan ukuran pada partikel serbuk yang semakin kecil kemungkinan terjadinya aglomerasi semakin besar sehingga hal ini dapat menurunkan kekuatan komposit.

Diketahui dari hasil pengujian dimana hasil pengujian tarik *maximum* pada spesimen komposit dengan bubuk batok kelapa, partikel 200 – 250 *mesh* perlakuan cairan alkali 3%, 5%, dan 7% memiliki nilai tegangan tarik max yang relatif lebih tinggi dengan tegangan sebesar 24,03 MPa. Namun pada variasi perlakuan dengan menggunakan temperatur air hangat 60°C, air panas 120°C memiliki nilai tegangan tarik yang lebih rendah sebesar 8,90 MPa.

Regangan Tarik *Maximum*

Dari data uji tarik benda uji berbagai ukuran partikel 200 - 250 *mesh* dengan variasi perlakuan air hangat 60°C, air panas 120°C, cairan alkali 3%, cairan alkali 5%, dan cairan alkali 7% memperoleh regangan tarik dibagikan grafik dibawah ini:

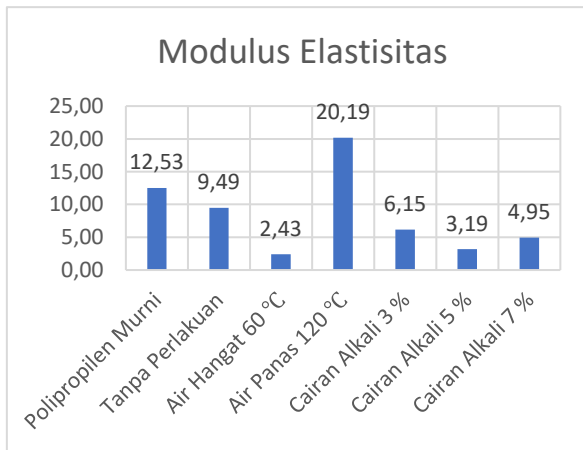


Gambar 14. Grafik Hubungan Tegangan Tarik *Max* Terhadap 6 varian perlakuan

Pada gambar 14 diatas, memperlihatkan grafik antara regangan tarik max pada partikel 200 - 250 *mesh* dengan perbandingan 6 varian memiliki nilai rata – rata regangan tertinggi cairan alkali 5% yaitu 3,91%. Sedangkan pada variasi tanpa perlakuan memiliki nilai regangan rata – rata terendah yaitu 0,78%. Dari grafik menunjukkan dengan perlakuan cairan alkali jika nilai regangan tarik meningkat, itu bisa menunjukkan bahwa deformasi elastis atau keuletan bahan semakin baik dengan perlakuan cairan alkali. Nilai regangan tarik signifikan meningkat ditandai pada variasi perlakuan cairan alkali 5% regangan tarik max, sedangkan mengalami penurunan regangan menjadi 0,78% .

Modulus Elastisitas

Hasil yang telah diperoleh pengujian tarik pada sampel uji variasi perlakuan air hangat 60°C, air panas 120°C, cairan alkali 3%, cairan alkali 5%, dan cairan alkali 7% menghasilkan modulus elastisitas dipaparkan kedalam diagram dibawah ini yaitu:



Gambar 15. Grafik Modulus Elastisitas terhadap dengan 6 varian perlakuan

Dari grafik tabel diatas pada spesimen dicetak menggunakan serbuk tempurung kelapa, ukuran partikel sebesar 200 – 250 mesh yang memiliki nilai rata – rata modulus tertinggi yaitu perlakuan air panas 120°C sebesar 20,19 MPa. Sedangkan variasi perlakuan air hangat 60°C mengalami penurunan modulus elastisitas menjadi 5,87 MPa. Pada variasi perlakuan dengan temperatur air hangat 60°C disebabkan oleh temperatur kurang stabil mengakibatkan struktur pada *matrix* tidak bisa mengikat secara utuh dan *matrix* polipropilena tidak bisa masuk ke dalam susunan pori partikel dengan sempurna karena serbuk tidak terjadi pengikatan dengan maksimal pada *matrix*.

Uji *impact* dilakukan bertujuan seberapa hasil mendapatkan nilai kuat material komposit polipropilena berpenguat bubuk batok kelapa bertahan terhadap tumpuan benturan uji *impact* di Laboratorium Material Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang.

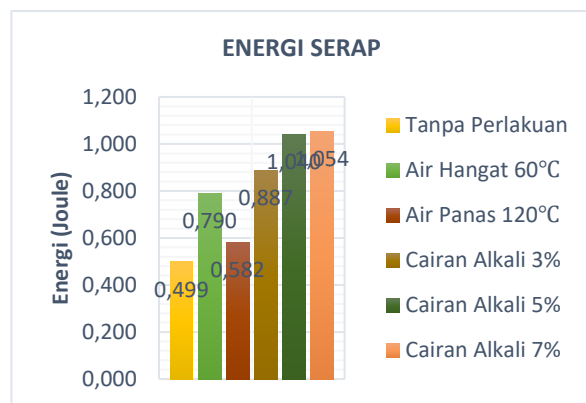
Tabel 3. Hasil Perhitungan Uji Impact 6 Varian Perlakuan

Ukuran Serbuk (Mesh)	Variasi Perlakuan	Spesimen	E (Joule)	HI (J/mm ²)
200 - 250	Tanpa Perlakuan	1	0,416	0,005
		2	0,998	0,012
		3	0,083	0,001
		Rata - rata	0,499	0,006
	Air Hangat 60°C	1	0,874	0,010
		2	0,582	0,007
		3	0,915	0,011
		Rata - rata	0,790	0,009
	Air Panas	1	0,416	0,005
		2	0,874	0,011

200 - 250	Cairan Alkali 3 %	120°C	3	0,458	0,005
		Rata - rata		0,582	0,007
		1		1,747	0,021
		2		0,416	0,005
	Cairan Alkali 5 %	3		0,499	0,006
		Rata - rata		0,887	0,011
		1		0,957	0,012
		2		1,747	0,021
	Cairan Alkali 7 %	3		0,416	0,005
		Rata - rata		1,040	0,012
		1		1,498	0,018
		2		0,749	0,010
		3		0,915	0,012
		Rata - rata		1,054	0,013

Energi Serap

Data uji *impact* untuk sampel dengan partikel 200 - 250 mesh dengan 6 varian perlakuan pada diagram berikut:



Gambar 16. Grafik Hubungan Energi yang diserap dengan 6 varian perlakuan

Dari grafik tabel diatas, sampel yang dibuat menggunakan partikel tempurung kelapa berukuran partikel 200 - 250 mesh dan berbagai perlakuan dengan cairan alkali 7% mempunyai nilai rata - rata energi serapan tertinggi yaitu 1,054 Joule. Sebaliknya, ketika suhu perlakuan *water hot* 120°C, energi yang diserap menurun menjadi 0,582 Joule. Dalam varian perlakuan, suhu *water hot* menurun dari 120°C karena ikatan *matrix* yang tidak sempurna seiring dengan bertambahnya jumlah partikel. Oleh karena itu, *matrix* dan pengisi tidak kuat lagi menahan energi tumbukan bandul yang besar.

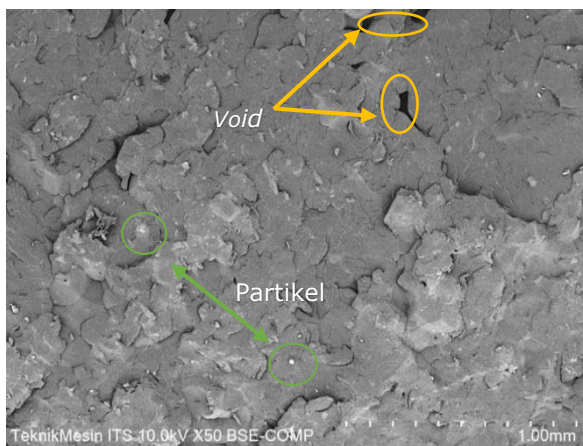
Hasil Uji SEM

Pemindaian Mikroskop Elektron Pemindaian mikroskop *elektron* atau pengujian SEM adalah jenis pemindaian mikroskop elektron atau pengujian SEM yang menghasilkan gambar sampel yang dipindai

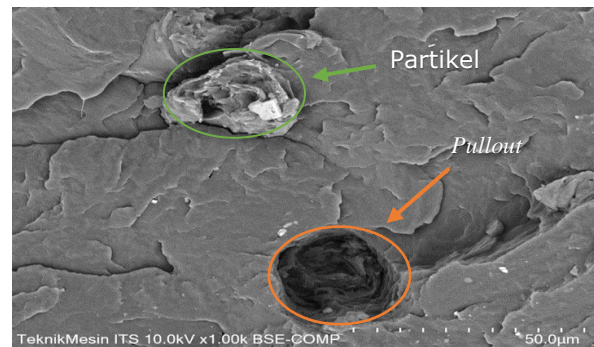
oleh berkas elektron untuk diperiksa morfologinya, yaitu bentuk permukaan, sebaran partikel, dengan perbesaran skala tetap dan bidang pandang yang jelas. Ini adalah mikroskop *elektron*. Untuk memeriksa keberadaan pori - pori. Tentang sampel benda uji. Uji SEM dilakukan di Institut Teknik Mesin ITS Surabaya.

Hasil uji SEM Nilai Terbaik Uji Tarik *Max*

Untuk hasil dari perhitungan pengujian tarik ukuran partikel serbuk tempurung kelapa 200 – 250 *mesh* dengan variasi cairan alkali 7% menghasilkan nilai data tertinggi sebesar 24,03 MPa maka dituangkan bentuk gambar dibawah ini:



Gambar 17. Morfologi Sampel Uji Tarik *Max* Perlakuan Variasi Cairan Alkali 7%
Zoom 50x

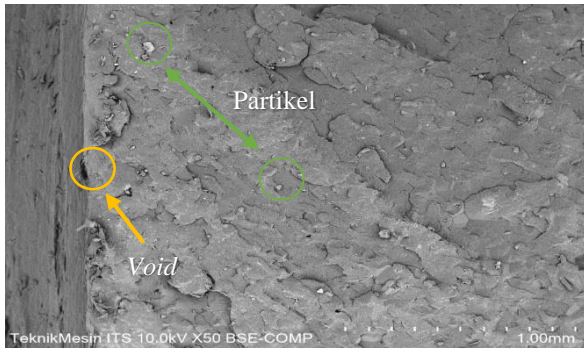


Gambar 18. Morfologi Sampel Uji Tarik *Max* Perlakuan Variasi Cairan Alkali 7%
Zoom 1000x

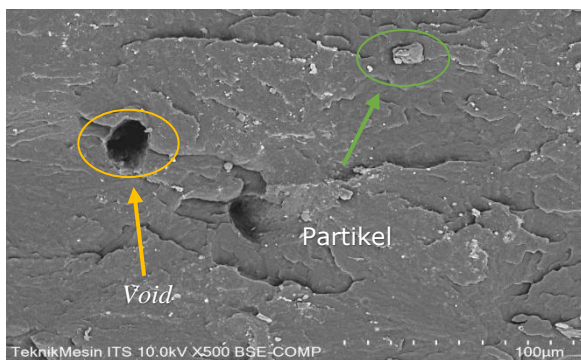
Gambar diatas menunjukkan perubahan morfologi sampel uji tarik ketika diberi larutan alkali 7%. Terlihat ada sedikit kekosongan pada *pullout*. Nilai tegangan tarik sampel ini sebesar 24,03 MPa yang merupakan nilai tegangan *maximum* tertinggi dibandingkan varian perlakuan lainnya. Oleh karena itu, terlihat adanya rongga kecil pada *pullout* sampel ini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai tariknya paling baik sehingga meningkatkan ketahanan sampel ini, dan nilai kekuatannya selalu lebih baik dibandingkan sampel perlakuan lainnya. Namun, distribusi partikel tetap sangat seragam, sebagaimana dibuktikan oleh beberapa agregasi pada antarmuka. Partikel yang terlihat juga terlepas selama uji tarik karena daya rekatnya pada *matrix* tidak terlalu kuat.

Hasil uji SEM Nilai Terbaik Uji *Impact*

Untuk hasil dari perhitungan pengujian *impact* ukuran partikel serbuk tempurung kelapa 200 – 250 *mesh* dengan variasi cairan alkali 7 % menghasilkan nilai data tertinggi energi yang diserap sebesar 1,054 Joule maka dituangkan bentuk gambar dibawah ini:



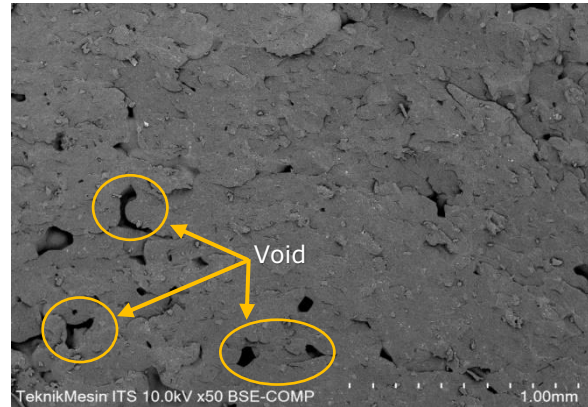
Gambar 19. Morfologi Sampel Uji *Impact* Perlakuan Variasi Cairan Alkali 7% Zoom 50x



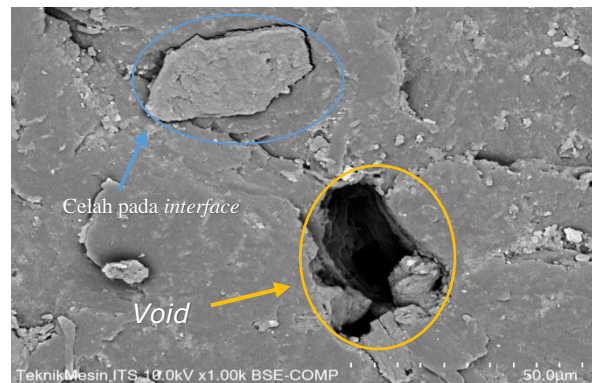
Gambar 20. Morfologi Sampel Uji *Impact* Perlakuan Variasi Cairan Alkali 7% Zoom 500x

Gambar diatas menunjukkan perubahan morfologi sampel uji tarik ketika diberi larutan alkali 7%. Terlihat ada sedikit kekosongan pada *pullout*. Nilai tegangan tarik sampel ini sebesar 24,03 MPa yang merupakan nilai tegangan *maximum* tertinggi dibandingkan varian perlakuan lainnya. Oleh karena itu, terlihat adanya rongga kecil pada antarmuka sampel ini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai tariknya paling baik sehingga meningkatkan ketahanan sampel ini, dan nilai kekuatannya selalu lebih baik dibandingkan sampel perlakuan lainnya. Namun, distribusi partikel tetap sangat seragam, sebagaimana dibuktikan oleh beberapa agregasi pada antarmuka. Partikel yang terlihat juga terlepas selama uji tarik karena daya rekatnya pada *matrix* tidak terlalu kuat.

Hasil uji SEM Nilai Terburuk Uji Tarik *Max* Untuk hasil dari perhitungan pengujian tarik ukuran partikel serbuk tempurung kelapa 200 – 250 *mesh* dengan variasi air panas 120°C menghasilkan nilai data terendah 8,90 MPa maka dituangkan bentuk gambar dibawah ini:



Gambar 21. Morfologi Sampel Uji Tarik *Max* Perlakuan Variasi Air Panas 120°C Zoom 50x



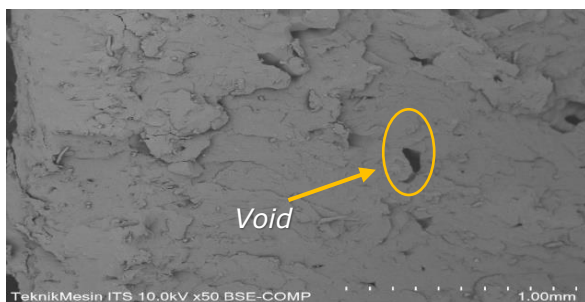
Gambar 22. Morfologi Sampel Uji Tarik *Max* Perlakuan Variasi Air Panas 120°C Zoom 1000x

Gambar diatas merupakan pengamatan SEM nilai terburuk suatu sampel tarik dengan ukuran partikel 200 hingga 250 *mesh*, yang berubah jika diolah dengan air pada suhu 120°C. Keadaan celah pada *interface* di atas merupakan keadaan benda uji yang mempunyai tegangan tarik paling rendah diantara benda uji yang diberi perlakuan lainnya, yaitu dengan nilai 8,90 MPa. Pengujian ini menggunakan sampel uji yang dipreparasi selama 20 menit dengan kecepatan pengadukan 30 rpm. Pengamatan

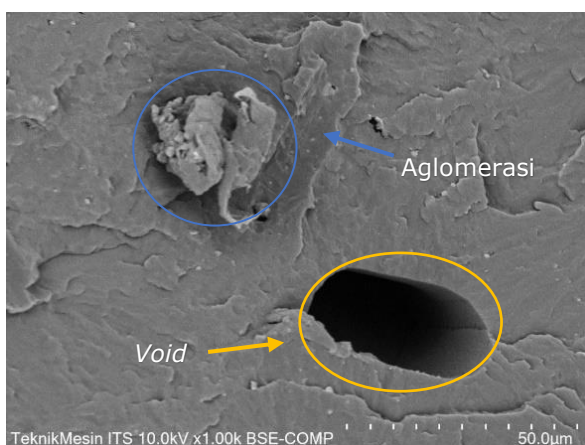
dari uji SEM menunjukkan bahwa partikel tidak terdistribusi secara merata. Distribusi partikel yang tidak homogen dapat dikenali dari celah *interface* pada beberapa titik pada antarmuka. *Void* yang besar ini dapat menyebabkan penurunan kekuatan sampel. Terlihat juga terdapat banyak kekosongan pada antarmuka. Hal ini karena cairan komposit mengering terlalu cepat sebelum diberi tekanan udara atau tekanan tekan.

Hasil uji SEM Nilai Terburuk Uji *Impact*

Untuk hasil dari perhitungan pengujian *impact* ukuran partikel serbuk tempurung kelapa 200 – 250 *mesh* dengan variasi air panas 120°C menghasilkan nilai data terendah 0,582 Joule maka dituangkan bentuk gambar dibawah ini:



Gambar 23. Morfologi Sampel Uji *Impact* Perlakuan Variasi Air Panas 120°C Zoom 50x



Gambar 24. Morfologi Sampel Uji *Impact* Perlakuan Variasi Air Panas 120°C Zoom 1000x

Gambar diatas merupakan pengamatan SEM nilai terburuk dari benda uji tumbukan dengan ukuran partikel 200 hingga 250 *mesh* dan diolah dengan air pada suhu 120°C. Keadaan antarmuka di atas merupakan spesimen pada energi serapan terendah dengan nilai 0,582 Joule. Pengujian ini menggunakan sampel uji yang dipreparasi selama 20 menit dengan kecepatan pengadukan 30 rpm. Pengamatan dari pengujian SEM pada sampel ini menunjukkan bahwa partikel - partikel tersebut tidak terdistribusi secara merata sepenuhnya. Distribusi partikel yang tidak homogen dapat dikenali dari penggumpalan pada titik antarmuka. Penggumpalan menyebabkan penurunan kekuatan sampel. Terlihat juga bahwa terdapat banyak rongga pada antarmuka karena udara terperangkap pada antarmuka atau cairan komposit terlalu banyak mengering sebelum tekanan tekan diterapkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan atas penelitian dari analisa yang telah dilakukan pada kekuatan material melalui pengujian sifat mekanik dengan variasi perlakuan yaitu: tanpa perlakuan, air hangat 60°C, air panas 120°C, cairan alkali 3%, cairan alkali 5%, dan cairan alkali 7% memperoleh hasil sebagai berikut:

1. Ukuran bubuk tempurung kelapa adalah 200 - 250 *mesh*, dan perlakuan larutan alkali 7% menghasilkan bahan pengisi komposit polipropilen dengan tegangan tarik (nilai hasil 24,03 MPa) lebih unggul dibandingkan dengan pengolahan air panas 120°C (nilai tegangan tarik) bernilai 8,90 yang akan dihasilkan MPa. Pada uji *impact*, nilai terbaiknya adalah 1,054 Joule jika diolah dengan cairan alkali 7%, sedangkan nilai hanya 0,582 Joule jika diolah dengan air panas 120°C.
2. Nilai intensitas tertinggi diperoleh dengan menggunakan parameter kecepatan pengadukan 30 rpm selama 20 menit untuk keenam varian perlakuan. Hal ini ditandai dengan varian perlakuan dengan

cairan alkali 7%, sedangkan varian dengan nilai intensitas lebih rendah adalah perlakuan dengan cairan alkali 7% variasi perlakuan air panas 120°C telah berubah.

3. Pengujian pemindaian mikroskop elektron untuk mengamati morfologi antarmuka menunjukkan bahwa pengadukan pada kecepatan 30 rpm selama 20 menit pun tidak cukup untuk membubarkan partikel. Masih banyak partikel yang menunjukkan aglomerasi dan rongga pada area antarmuka tertentu.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa poin utama dan saran yang dapat dijadikan acuan untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal pada penelitian berikutnya. Anda dapat mengirimkan saran berikut:

1. Dalam suatu proses memasukkan partikel serbuk tempurung kelapa pastikan cara pemasukan dilakukan ketika *mixer* dalam posisi pengadukan supaya partikel dapat terdistribusikan merata dengan material polipropilen.
2. Untuk proses pencetakan perhatikan waktu *holding* ketika proses pemindahan cetakan ke proses penekanan. Karena semakin lama waktu *holding* akan menimbulkan sifat mekanik polipropilen menurun.
3. Ketika proses pencetakan, pastikan cairan campuran serbuk tempurung kelapa dengan material polipropilen tidak sampai meluber/melebihi cetakan ketika dilakukan *press molding* agar tidak banyak bahan material yang terbuang dan mencegah meminimalisir timbulnya pori pada hasil cetakan.

DAFTAR PUSTAKA

Ariyanti, M. *et al.* (2018) 'Pertumbuhan Tanaman Kelapa (*Cocosnucifera* L.) Dengan Pemberian Air Kelapa', *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 2(2), pp. 201 - 212.

Bagas Ardiansyah (2021) 'Analisis Sifat Mekanis Komposit *Hybrid* Pada Skateboard', *Jurnal Ekonomi* Volume 18, Nomor 1 Maret2021, 2(1), pp. 41 - 49.

Boimau, K. *et al.* (2018) 'Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Poliester Berpenguat Serat Anyaman Batang Pisang', *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, pp. 125 - 128.

Dantes, K.R., Elisa, E. and Susila, I.M.P.B. (2023) 'Analisis Kekuatan *Impact* Dan Model Perpatahan Komposit Polyester Berpenguat Serat Alam Ijuk', *Jurnal Rekayasa Mesin*, 14(2), pp. 401–408.

Eko Nugroho, Asroni. (2016). Pengaruh Komposisi Resin Terhadap Kekuatan Mekanik Papan Partikel Yang Diperkuat Serbuk Kayu Akasia. 5(1), 14 – 20.

Falma Irawati Sijabat, Jenmorisdo Saragih and Halimatuddahlia (2013) 'Pengaruh Ukuran Serbuk Tempurung Kelapa Sebagai Pengisi Komposit Poliester Tak Jenuh Terhadap Sifat Mekanik Dan Penyerapan Air', *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(4), pp. 31 - 37.

Hanovatias, Y.R. and Mahyudin, A. (2023) 'Karakterisasi Sifat Mekanik dan Biodegradable Komposit *Hibrid* Polipropilena dengan Pati Singkong Menggunakan Serat Pinang dan Serat Eceng Gondok', *Jurnal Fisika Unand*, 12(3), pp. 458 - 464.

Khavilla, V.P. *et al.* (2019) 'Preparasi dan Karakterisasi PP (Polypropylene) Termodifikasi LLDPE (Linear Low Density Polyethylene) dengan Teknik Pencampuran Biasa', *Indonesian Journal of Chemical Science*, 8(3), pp. 176 - 184.

- Latief, A.E., Anggraeni, N.D. and Hernady, D. (2020) 'Karakterisasi Mekanik Komposit Matriks Polipropilena *High Impact* Dengan Serat Alam Acak Dengan Metode *Hand Lay Up* Untuk Komponen *Automotive*', Jurnal Rekayasa Hijau, 3(3), pp. 241 - 247.
- Made Kastiawan, I., Nyoman Sutantra, I. and Sutikno (2020) 'Effect of Melt Temperature and Holding Time on Mechanical Properties of Polypropylene Composites Bottom Ash Reinforced', IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 988(1).
- Mochammad Dariusnajiha, I Made Kastiawan (2023) 'Dampak Ukuran Partikel Dan Fraksi Berat Terhadap Kekuatan Material Komposit Polipropilen Berpenguat Serbuk Tempurung Kelapa' Prosiding Sinakama, Vol. 2, Januari.
- Randi Siregar, I., Fa'iz Alfatih, M. and Alimi, S. (2022) 'Eksperimen Uji Kekuatan Tarik Komposit Dengan Resin Epoxy Dan Penguat Serat Kulit Singkong Menggunakan Metode *Hand Lay Up*', Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine, 8(2), pp. 220 - 226.
- Sanam, H.A.O.R. (2022). Analisis Sifat Mekanik Komposit *Hybrid* Pada Skateboard. 'Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha', Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha, 10(2), pp. 14 - 21.
- Suhartana, S. (2007) 'Pemanfaatan Sekam Padi sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya untuk Penjernihan Air Sumur di Desa Asinan Kecamatan Bawen Kabupaten Semarang', Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi, 10(3), pp. 67 - 71.
- Sidik, R. (2018) 'Studi pengaruh penambahan *polypropylene* dan *low density polyethylene* terhadap sifat fisik dan mekanik *wood plastic composite* untuk aplikasi genteng ramah lingkungan', pp. 1 - 112.
- Suwanda, T. and Rahman (2010) 'Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Kekuatan *Bending* Komposit Berpenguat Serat Rami dengan *Matrix Polyester*', Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, 13(2), pp. 165 - 170.