

# Pustakawan Instiper

## jurnal\_21796

 19 Maret 2025

 Cek Plagiat

 INSTIPER

---

### Document Details

**Submission ID**

trn:oid::1:3187603408

**Submission Date**

Mar 19, 2025, 10:38 AM GMT+7

**Download Date**

Mar 19, 2025, 10:41 AM GMT+7

**File Name**

JURNAL\_ALWI\_2.docx

**File Size**

115.1 KB

**18 Pages**

**5,471 Words**

**32,673 Characters**

# 16% Overall Similarity




The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

## Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text

---

## Top Sources

- 16%  Internet sources
- 8%  Publications
- 1%  Submitted works (Student Papers)

---

## Integrity Flags

### 0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

## Top Sources

- 16% Internet sources
- 8% Publications
- 1% Submitted works (Student Papers)

## Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	jurnal.instiperjogja.ac.id	2%
2	Internet	publikasiilmiah.unwahas.ac.id	1%
3	Internet	repositori.uin-alauddin.ac.id	<1%
4	Internet	repository.unja.ac.id	<1%
5	Internet	jurnal.yudharta.ac.id	<1%
6	Internet	id.123dok.com	<1%
7	Internet	123dok.com	<1%
8	Internet	docplayer.info	<1%
9	Publication	Roni Jonoko, Hasanuddin Hasanuddin, Mega Nurhanisa. "Sifat Fisis dan Mekanis ...	<1%
10	Internet	jurnal.untan.ac.id	<1%
11	Internet	www.jurnal.unsyiah.ac.id	<1%

12	Internet	jpti.journals.id	<1%
13	Internet	ejournal.unsa.ac.id	<1%
14	Internet	ejournal.unmus.ac.id	<1%
15	Internet	journal.uniga.ac.id	<1%
16	Internet	journal.unpad.ac.id	<1%
17	Internet	www.ejournal.warmadewa.ac.id	<1%
18	Internet	zombiedoc.com	<1%
19	Internet	media.unpad.ac.id	<1%
20	Internet	etd.repository.ugm.ac.id	<1%
21	Internet	repository.iti.ac.id	<1%
22	Internet	repository.ub.ac.id	<1%
23	Internet	journal.wima.ac.id	<1%
24	Internet	jurnal.uhn.ac.id	<1%
25	Internet	ojs.unud.ac.id	<1%

26	Internet	repositori.usu.ac.id	<1%
27	Publication	Mohammad Prasanto Bimantio, Haris Marturia Sembiring, Reni Astuti Widyowan...	<1%
28	Publication	Noli Novidahlia. "Karakteristik Fisikokimia dan Sensori Jelly Drink Sari Buah Mang...	<1%
29	Internet	meti2911.staff.gunadarma.ac.id	<1%
30	Internet	repository.unair.ac.id	<1%
31	Publication	Moch. Amin Alamsjah, Kurnia Ayu K. W, Boedi Setya Rahardja. "PEMANFAATAN LI...	<1%
32	Internet	digilib.unila.ac.id	<1%
33	Internet	eprints.undip.ac.id	<1%
34	Internet	text-id.123dok.com	<1%
35	Publication	Yogi Yogi, Ahmad Yani, Nurhaida Nurhaida. "SIFAT FISIK DAN MEKANIK PAPAN SE...	<1%
36	Internet	adoc.pub	<1%
37	Internet	akses.ptki.ac.id	<1%
38	Internet	e-journal.upr.ac.id	<1%
39	Internet	ejournal.kemenperin.go.id	<1%

40	Internet	ejournal.unib.ac.id	<1%
41	Internet	es.scribd.com	<1%
42	Internet	jfu.fmipa.unand.ac.id	<1%
43	Internet	journal.nurscienceinstitute.id	<1%
44	Internet	pdfcoffee.com	<1%
45	Internet	ppjp.ulm.ac.id	<1%
46	Internet	www.neliti.com	<1%
47	Internet	www.scribd.com	<1%
48	Publication	Rohny S. Maail. "SIFAT FISIS PAPAN SEMEN DARI LIMBAH KULIT BATANG SAGU", J...	<1%
49	Publication	Hartono Hartono, Indit Andaresta. "PENGARUH PENGELOLAAN PERSEDIAAN BAH...	<1%
50	Publication	Marhani Marhani, Yunus Musa, Asmiaty Sahur, Sartika Laban. "Analisis Interaksi ...	<1%
51	Internet	journal.uin-alauddin.ac.id	<1%



Biofoodtech: Journal of Bioenergy and Food Technology Vol. 3 (2024), No.1  
Journal home page: <https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/BFT>

## KARAKTERISTIK PAPAN KOMPOSIT DENGAN SUBSTITUSI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) DAN PERLAKUAN SERAT

**Alwi Mashudin Yahya, Ida Bagus Banyuro Partha, Reni Astuti Widyowanti**

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, INSTIPER Yogyakarta

Jl. Nangka II, Maguwoharjo (Ringroad Utara), Yogyakarta\*)

*Correspondence email: reniastuti8484@gmail.com*

### ABSTRACT

Composite boards are generally made from plastic and natural wood, on the one hand, oil palm empty fruit bunches (TKKS) which are palm oil mill waste contain lignocellulose which is one of the requirements for composite board making materials. This study aims to determine the effect of TKKS fiber substitution on composite boards, determine the effect of TKKS fiber arrangement on composite boards, determine the composition of TKKS substitution and TKKS fiber arrangement that produces composite boards that are suitable for their uses. This research uses the Complete Block Design (RBL) method with 2 factors. The first factor is the substitution of TKKS based on 20 grams of sengon powder with 3 levels, namely 40% (8 grams), 50% (10 grams), 60% (12 grams). The second factor is the arrangement of the TKKS fibers with 3 levels, namely random, parallel, cross. The results of this study indicate that the substitution of TKKS with sengon powder base affects the chemical properties, namely water content, as well as physical properties in the form of water absorption, thickness development, density, porosity, and flexibility in composite boards. The arrangement of TKKS fibers affects the physical properties which include water absorption, thickness development, density, porosity, and flexibility of the composite board. The best results of this study were found in the treatment of 40% sengon powder: 60% TKKS fiber with an average value of 3,493% moisture content, 27,581% water absorption, 2,241% thick development, 2,13 g/cm<sup>3</sup> density, 27,189% porosity, and 63.641 kgf/cm<sup>2</sup> flexibility value is the most brittle sample so it is suitable to be applied to furniture such as tables, cabinets, and stacking shelves.

Keywords: Composite board; fiber arrangement ; sengon particles; substitution; TKKS

## PENDAHULUAN

Bahan komposit adalah jenis bahan teknologi yang relatif baru di dunia teknologi lewat kombinasi dua ataupun lebih bahan. Bahan yang diperlukan untuk membuat papan komposit adalah penguat (serat), pengikat atau matriks (resin), dan katalis. Bahan dasar yang digunakan dalam papan komposit memiliki sifat yang berbeda dan membuat komponen tetap dengan sifat unik untuk aplikasi tertentu (Fadilah, 2020).

Komposit serat dibentuk menggunakan serat menjadi bahan penguatnya dan berfungsi menguatkan struktur konstruksi. Komposit partikel merupakan material yang dihasilkan melalui penguat dengan bentuk partikel ataupun serbuk yang ditambahkan ke dalam matriks guna mendorong kekuatan dan karakteristik mekaniknya (Saputera dkk., 2024).

Matriks merupakan salah satu bahan pengikat suatu komposit untuk mempertahankan kekuatan penyebaran retakan, tekanan, tarikan, maupun cuaca ekstrim yang dapat merusaknya. Matriks terbuat dari bahan resin yang akan saling mengikat dengan material yang menjadikan beban yang dikenakan pada komposit mengalami persebaran dengan merata (Diana dkk., 2022).

Katalis yakni bahan kimia yang disebut sebagai *methyl ethyl ketone peroxide* (MEKPO) merupakan senyawa polimer berbentuk cair, warnanya bening. Katalis berfungsi sebagai pemercepat proses pengeringan dari bahan matriks pada komposit, semakin banyak katalis bisa dikatakan pengeringan makin cepat, namun apabila terlalu banyak menyebabkan komposit getas (Sihombing, 2022).

Menurut Nurfadilah (2024) pada komposit berpenguat serat alam, pemberian katalis dan resin berpengaruh besar pada kekuatan mekanik komposit tersebut. Peran katalis sangat berpengaruh untuk meningkatkan kekuatan pada komposit. Selain untuk mempercepat proses pengeringan resin, katalis juga berperan sebagai material pengikat yang menjadi penyatu serat-serat penguat, yang bisa membuat resin bisa menambah kekuatan tarik komposit. Pengikatan serat-serat sebagai penguat tidak hanya oleh resin, namun juga adanya tambahan katalis pada resin. Reaksi kimia yang terjadi dapat terpengaruh akibat dari adanya variasi penggunaan katalis. Sehingga sifat mekanik komposit yang diperoleh pada akhirnya akan terpengaruh juga.

Salah satu contoh material komposit ialah papan komposit yang terbuat dari partikel kayu ataupun serat alam maupun serat sintesis yang diikat dengan matriks dan menggunakan katalis untuk mempercepat laju reaksi pengerasan. Papan komposit pada umumnya diaplikasikan sebagai *furniture* seperti laci kayu, permukaan meja, panel dinding dan pintu geser (Wibowo dkk., 2021).



Menurut Siagian dkk. (2024) serat sintetis biasanya berbahan plastik yang memiliki kekurangan salah satunya tidak ramah lingkungan. Sedangkan serat alam didapat dari sumber daya alam yang bisa diperbarui dari mulai serat kayu, serat rami, serat bambu, serat pisang, dan lain-lain.

Salah satu upaya untuk mengurangi penggunaan plastik pada pembuatan papan komposit adalah menggantikan serat sintetis menggunakan serat alami seperti serat kayu. Permintaan dan konsumsi papan komposit dari serat kayu menunjukkan peningkatan, karena stabilitasnya dan harganya yang murah dibandingkan dengan serat sintetis (Desiasni dkk., 2023).

Menurut Tanjung dkk. (2023) sengon termasuk jenis kayu yang sering dimanfaatkan dalam industri pengolahan kayu dan limbahnya berupa serbuk kayu sengon dapat dimanfaatkan menjadi bahan untuk membuat papan komposit yang sangat baik. Serbuk kayu sengon mengandung komponen utama lignin (26,8%) yang dapat membantu ikatan antara serbuk dan resin, selulosa (49,40%), hemiselulosa (24,59%), dan zat ekstraktif kayu, yang membuatnya bisa mengisi pori-pori dan mudah menyerap air. Berdasarkan kandungan lignin, selulosa dan hemiselulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat papan komposit. Serbuk kayu sengon memiliki karakteristik sebagai berikut : berat jenis 0,62-0,75 kg/cm<sup>3</sup>, kadar abu 1,4%, kadar silika 0,4%, serabut 66,3%, nilai kalor 5081 kal/gram, kerapatan 0,31 g/cm<sup>3</sup>.

Menurut Dewanti (2018) TKKS mengandung lignin (25,83%), selulosa (33,25%), hemiselulosa (23,24%), kadar air (8,56%), dan holoselulosa (56,49%). Menurut Florenza dkk. (2021) kayu atau serat yang mengandung lignoselulosa dapat digunakan dalam pembuatan papan komposit. Lignoselulosa adalah biomassa tanaman yang mencakup tiga unsur utama, yakni selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Lignin ada di dalam dinding sel maupun di daerah antar sel (lamela tengah) membuat kayu menjadi keras dan kaku yang menjadikannya kuat menahan tekanan mekanis yang besar. Contoh serat yang mengandung lignoselulosa adalah : serat tebu dengan kandungan selulosa 26-43%, hemiselulosa 17- 23%, pentosa 20-33%, dan lignin 13-22%, serat kulit jagung dengan kandungan selulosa 36,81%, hemiselulosa 27,01%, dan lignin 15,7%, serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan kandungan selulosa (33,2%), hemiselulosa (23,24%), lignin (25,83%), holoselulosa (56,49%) dan kadar air (8,56%).

Menurut Hanifi dkk. (2022) kekuatan komposit dapat dipengaruhi oleh susunan serat, karena akan mempengaruhi daya ikat antara serat dan *polyester*. Susunan serat terbaik yang didapatkan dari material komposit berbahan eceng gondok adalah berlapis (acak) dengan nilai *yield stress* 17,423 MPa dan *max stress* 19,077 MPa. Ini berarti bahwa semakin banyak variasi susunan serat semakin tinggi kekuatan tarik sebagai hasil dari ketegangan

Menurut Manurung (2022) susunan serat secara acak pada pembuatan material komposit memberikan kekuatan yang lebih baik dibandingkan penempatan secara lurus memanjang. Pernyataan tersebut terbukti melalui temuan studi terdahulu, yakni pembuatan bahan komposit berbahan serat bambu dan resin *Polyester* dengan perlakuan serat acakan dan memanjang. Susunan serat acakan menunjukkan nilai uji tarik terbaik sebesar 93,0457 kg, sedangkan untuk susunan serat lurus memanjang menunjukkan nilai uji tarik terbaik sebesar 40,8767 kg. Banyaknya variasi susunan serat yang dibentuk pada bahan komposit meningkatkan kekuatan material tersebut.

Menurut Desiasni dkk (2023) serbuk kayu mempengaruhi kualitas material komposit. Makin kecil ukuran serbuknya, maka nilai kekuatan material komposit akan semakin kecil, ukuran partikel yang kecil dapat membuat proses pelumasan resin menjadi lebih sulit, jika resin tidak meresap atau mengikat dengan baik maka katan antara resin dan material akan lemah dan mengurangi kekuatan mekanik pada papan komposit. Penelitian yang membuat komposit polyester berpenguat partikel serbuk aren dengan ukuran partikel 40-60 mesh, 60-80 mesh, dan 80-100 mesh. Temuan studi menunjukkan, kekuatan *bending* tertinggi terdapat pada ukuran partikel dengan mesh 80-100 sebesar 86.87 MPa.

Mengacu paparan tersebut, maka akan dilakukan inovasi pembuatan papan komposit dengan substitusi tandan kosong kelapa sawit (TKKS) melalui penelitian berjudul "Karakteristik Papan Komposit dengan Substitusi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan Perlakuan Susunan Serat". Kebaruan dari penelitian ini adalah material yang digunakan yaitu serbuk kayu sengon dengan substitusi serat TKKS untuk pembuatan papan komposit. Alasan menggunakan serbuk kayu sengon karena mengandung lignoselulosa, mudah untuk diperoleh dan harganya murah, sedangkan alasan menggunakan serat TKKS karena mengandung lignoselulosa sehingga dapat digunakan sebagai substitusi pembuatan papan komposit, panel akustik, atau bahan kebutuhan industri. Pada penelitian ini digunakan matriks resin *polyester*, karena lebih mudah didapatkan, harganya yang murah, dan lebih tahan terhadap air dan katalis *methyl ethyl ketone peroxide* (MEKPO) karena dapat diaplikasikan pada suhu ruang dan harganya yang murah.

Penelitian ini menggunakan 2 faktor, faktor pertama adalah substitusi serat TKKS dengan bahan dasar serbuk kayu sengon, faktor kedua adalah susunan serat TKKS yang dilapisi serbuk kayu sengon. Analisis yang akan dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari analisis sifat kimia (kadar air) dan analisis sifat fisik (daya serap air, uji pengembangan tebal, uji densitas, uji porositas, uji kelenturan (*bending*)).

1

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian bertempat di Pilot Plant Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Stiper Yogyakarta dan Laboratorium PUTP Politeknik ATMI Surakarta selama 2 bulan yaitu pada 24 Oktober – 10 Desember 2024.

7

### Alat dan Bahan

Alat yang dipergunakan pada pembuatan papan komposit adalah gunting dan pisau, timbangan digital, cetakan, jangka sorong, oven, stopwatch, dan alat uji kelenturan (*bending*). Bahan yang digunakan adalah serbuk kayu sengon, tandan kosong kelapa sawit, resin polyester, katalis MEKPO, dan NaOH

27

### Rancangan Percobaan

Penelitian dilaksanakan mempergunakan rancangan blok lengkap (RBL) yang terdiri dari dua faktor yaitu.

23

Faktor 1 : Substitusi TKKS berdasarkan total berat serbuk sengon 20 gram dengan 3 taraf :

A1 : 40% (8 g)

A2 : 50% (10 g)

A3 : 60% (12 g)

Faktor 2 : susunan serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan 3 taraf :

B1 : Acakan

B2 : Sejajar

B3 : Acakan

Kontrol yang dipergunakan pada penelitian ini ialah papan komposit berbahan 100% (20 g) serbuk sengon

Faktor pertama dan kedua memiliki 3 taraf dan dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali sehingga  $3 \times 3 \times 2 = 18$  satuan eksperimental.

1

## 1 **Prosedur Penelitian**

### 1. Penyiapan serat TKKS

Cacah TKKS dan ambil bagian seratnya, lalu rendam menggunakan NaOH dengan konsentrasi 100g/l dan didiamkan selama 2 jam. Bilas dengan air bersih lalu dilakukan penjemuran hingga serat benar benar kering dengan kadar air 3 – 5%. Uraikan serat dengan hati hati secara manual hingga terpisah satu sama lain.

### 2. Penyiapan serbuk sengon

Ambil serbuk sengon berdiameter antara 1 – 2 cm, cuci menggunakan air bersih untuk menghilangkan pasir atau tanah, tiriskan serbuk sengon, keringkan hingga kadar air mencapai 3 – 5 %.

### 3. Pembuatan papan komposit

Siapkan bahan berupa serbuk sengon, serat TKKS, resin, katalis, dan alat alat yang digunakan. Oleskan *vaseline* pada permukaan cetakan berbentuk persegi 10 x 10 cm. Campur resin dan katalis pada mangkuk, kemudian diaduk hingga homogen. Masukkan serbuk sengon kedalam cetakan sebanyak setengah dari taraf yang digunakan. Masukkan TKKS dan susun serat sesuai dengan taraf perlakuan. Masukkan sisa serbuk sengon. Tuang resin secara merata. Ratakan adonan secara merata menggunakan spatula. Biarkan adonan mengeras selama 4 hari, pada hari pertama pengeringan dilakukan pada ruangan tertutup, lalu pada hari selanjutnya cukup diangin anginkan. Setelah adonan mengering, rapikan papan komposit yang telah jadi menggunakan pisau *cutter* lalu amplas agar permukaannya halus.lalu papan komposit siap dilakukan pengujian.

39 Formulasi pembuatan papan komposit disajikan pada tabel 1.

28 Tabel 1. Formulasi pembuatan papan komposit

Komponen	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3
Serat TKKS (g)	8	8	8	10	10	10	12	12	12
Serbuk sengon (g)	12	12	12	10	10	10	8	8	8
Resin (g)	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Katalis (g)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Vaseline (g)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Susunan serat TKKS	Acakan	Sejajar	Silangan	Acakan	Sejajar	Silangan	Acakan	Sejajar	Silangan

Analisis yang dilakukan yaitu :

1. Analisis kimia : uji kadar air (% db) (Mirza dkk., 2020)
2. Analisis fisika :
  - a. Uji daya serap air (%) (Desiasni dkk., 2021)
  - b. Uji pengembangan tebal (%) (Said dkk., 2021)
  - c. Uji densitas ( $\text{g/cm}^3$ ) (Desiasni dkk., 2023)
  - d. Uji porositas (%) (Haisyah dkk., 2021)
  - e. Uji kelenturan (*bending*) ( $\text{kgf/cm}^2$ ) (Prayoga dan Novi, 2021)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Analisis Sifat kimia (kadar air)

Kadar air pada papan komposit dipengaruhi oleh kondisi udara di sekitarnya, hal ini dikarenakan kandungan yang ada pada papan komposit yakni Lignoselulosa yang menyebabkan papan bersifat higroskopis dan menjadi lembab (Hidanto dan Mora 2019). Hasil uji keragaman menunjukkan bahwa substitusi TKKS (A) dan susunan serat (B) berpengaruh sangat nyata, tetapi tidak ada interaksi antara kedua factor tersebut. Kemudian dilakukan uji *Duncan* yang disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji jarak berganda *Duncan* kadar air (% db)

Perlakuan	Hasil Rerata			Rata-rata
	B1 (Acakan)	B2 (Sejajar)	B3 (Silangan)	
A1 (40% : 60%)	7,743	7,311	7,209	7,421 <sup>a</sup>
A2 (50% : 50%)	4,622	4,489	4,086	4,399 <sup>b</sup>
A3 (60% : 40%)	3,611	3,493	3,079	3,395 <sup>c</sup>
rata-rata	5,325 <sup>c</sup>	5,098 <sup>b</sup>	4,791 <sup>a</sup>	

Dapat dilihat tabel 2 substitusi TKKS berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air papan komposit, dimana semakin banyak substitusi TKKS akan mengurangi kadar air pada papan komposit. Hal ini berkaitan dengan kadar air pada bahan penyusun spesimen yakni TKKS dan serbuk sengon, menurut Dewanti (2018) kadar air TKKS 8,56 % db dan kadar air pada serbuk sengon sebesar 10% db (Tanjung dkk., 2023).

Selanjutnya susunan serat TKKS juga berpengaruh terhadap kadar air papan komposit, didapati susunan serat acakan menghasilkan kadar air paling tinggi dan susunan serat silangan menghasilkan kadar air terendah. Penyebabnya ialah rongga pada spesimen dengan susunan serat acakan karena serat yang tidak saling mengikat satu sama lain sehingga mudah menyerap air. Pada spesimen dengan susunan serat secara menyilang menghasilkan lebih sedikit rongga karena serat saling mengikat satu sama lain, sehingga resin dapat melumasi spesimen dengan lebih baik hingga rongga atau ruang kosong yang terbentuk lebih sedikit.

### B. Analisis sifat fisika

#### 1. Daya serap air (%)

Daya serap air pada papan komposit adalah kemampuan papan tersebut untuk menyerap air ketika terpapar oleh kelembapan atau direndam dalam air. Hasil uji keragaman menunjukkan substitusi TKKS (A) dan susunan serat sangat berpengaruh nyata terhadap

10 daya serap air, tetapi tidak ada interaksi antara kedua faktor tersebut terhadap daya serap air.  
16 kemudian dilakukan uji *Duncan* yang disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji jarak berganda *Duncan* daya serap air (%)

Perlakuan	Hasil Rerata			Rata-rata
	B1 (Acakan)	B2 (Sejajar)	B3 (Silangan)	
A1 (40% : 60%)	33,421	28,557	32,227	31,401 <sup>b</sup>
A2 (50% : 50%)	34,726	27,906	31,807	31,480 <sup>b</sup>
A3 (60% : 40%)	33,326	27,580	29,641	30,182 <sup>a</sup>
rata-rata	33,824 <sup>c</sup>	28,014 <sup>a</sup>	31,225 <sup>b</sup>	

9 Substitusi serat TKKS berpengaruh sangat nyata terhadap daya serap air papan komposit. Dimana semakin banyak substitusi TKKS mengurangi daya serap air papan komposit, hal ini berkaitan dengan ukuran serbuk sengan yang dipergunakan dalam pembuatan papan komposit. Serbuk sengan berukuran 1 – 2 cm yang membuat air lebih mudah terperangkap pada spesimen komposit. Ukuran partikel yang kecil mengakibatkan ikatan antar partikel satu sengan yang lainnya menjadi berkurang, makin kecil ukuran partikelnya maka daya serap air pun makin tinggi (Hasan dkk. 2020).

9 Susunan serat juga sangat berpengaruh nyata terhadap daya serap air pada papan komposit. Papan komposit dengan susunan serat acakan menyebabkan nilai daya serap air tinggi, hal ini terjadi karena banyak rongga kosong yang disebabkan oleh penyusunan serat yang tidak teratur hingga memudahkan air untuk terperangkap pada spesimen. Semakin banyak ruang kosong atau porositas maka makin banyak air yang bisa diserap oleh papan komposit.

44 Susunan serat sejajar mendapatkan nilai daya serap air yang rendah dibandingkan acakan dan silangan. Serat yang disusun secara rapat dan sejajar membuat spesimen lebih padat dan menghasilkan lebih sedikit ruang kosong atau porositas. Dengan lebih sedikit ruang kosong maka air yang terserap kedalam spesimen akan lebih sedikit.

Pada susunan serat silangan mendapatkan nilai daya serap air yang lebih rendah dibanding acakan. Susunan serat silangan menciptakan ruang lebih banyak dibanding susunan serat sejajar namun lebih terstruktur dibanding serat acakan. Susunan serat silangan memungkinkan air menyerap secara perlahan dan tidak sebanyak susunan serat acakan karena arah serat yang berlawanan lebih banyak menghambat penyerapan air.

## 2. Pengembangan tebal (%)

Pengembangan tebal pada papan komposit adalah penambahan ketebalan yang terjadi ketika papan komposit menyerap air atau kelembaban dari lingkungannya. Hasil uji keragaman menunjukkan bahwa substitusi TKKS (A) dan susunan serat sangat berpengaruh terhadap daya serap air, tapi tak terdapat interaksi faktor A dan B. kemudian dilakukan uji *Duncan* yang tersaji melalui tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji jarak berganda *Duncan* pengembangan tebal (%)

Perlakuan	Hasil Rerata			Rata-rata
	B1 (Acakan)	B2 (Sejajar)	B3 (Silangan)	
A1 (40% : 60%)	9,863	3,924	7,369	7,052 <sup>c</sup>
A2 (50% : 50%)	8,357	3,503	6,575	6,145 <sup>b</sup>
A3 (60% : 40%)	7,690	2,241	5,692	5,207 <sup>a</sup>
rata-rata	8,636 <sup>c</sup>	3,222 <sup>a</sup>	6,545 <sup>b</sup>	

Substitusi serat TKKS sangat berpengaruh nyata terhadap pengembangan tebal. Seiring bertambahnya serat TKKS pada papan komposit bisa dikatakan makin sedikit pengembangan tebal yang terjadi. Pengembangan tebal berkorelasi sangat kuat dengan daya serap air, dimana makin banyak daya serap air, maka makin besar pengembangan papan komposit. Pengembangan tebal terbesar terdapat pada sampel A1B1 9,863%, hal ini disebabkan oleh komposisi serbuk sengon sebanyak 60%, serbuk sengon bersifat higroskopis (mudah menyerap air) yang menyebabkan penyerapan air terjadi lebih banyak sehingga pengembangan tebal meningkat (Shobib dkk. 2023).

Perlakuan Serat acakan juga menjadi salah satu penyebab tingginya nilai pengembangan tebal, pada susunan serat secara acakan merupakan susunan serat dengan pengembangan tebal tertinggi, penyebabnya ialah banyaknya rongga ataupun ruang kosong pada spesimen, sehingga memungkinkan air terserap dan menyebabkan peningkatan volume.

Susunan serat sejajar menjadi susunan serat dengan pengembangan tebal terkecil, serat yang disusun dengan sejajar menjadikan spesimen lebih padat dan mengurangi ruang kosong pada spesimen, pengembangan tebal yang lebih rendah disebabkan karena air tidak bisa menyebar dan mengendap dengan mudah didalam spesimen, akibatnya pengembangan tebal terjadi lebih sedikit.

Susunan serat silangan menciptakan rongga yang lebih banyak dibanding susunan serat sejajar, namun lebih sedikit dibanding susunan serat acakan. Serat yang disusun secara silangan memungkinkan air tetap terserap namun secara perlahan karena jaringan serat lebih rapat sehingga air dapat terserap secara perlahan.



### 3. Densitas ( $\text{g/cm}^3$ )

Uji densitas pada papan komposit adalah pengujian massa dalam volume suatu benda. Tinggi dan rendahnya kerapatan dipengaruhi oleh rongga pada papan komposit. Hasil uji keragaman menunjukkan bahwa substitusi TKKS (A) dan susunan serat sangat berpengaruh terhadap densitas, tetapi tidak ada interaksi faktor A dan B. Kemudian dilakukan uji *Duncan* yang disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji jarak berganda *Duncan* densitas ( $\text{g/cm}^3$ )

Perlakuan	Hasil Rerata			Rata-rata
	B1 (Acakan)	B2 (Sejajar)	B3 (Silangan)	
A1 (40% : 60%)	0,708	1,146	0,884	0,913 <sup>a</sup>
A2 (50% : 50%)	0,813	1,260	0,907	0,993 <sup>b</sup>
A3 (60% : 40%)	0,876	1,458	1,064	1,133 <sup>c</sup>
rata-rata	0,799 <sup>a</sup>	1,288 <sup>c</sup>	0,952 <sup>b</sup>	

Semakin kecil nilai densitas pada papan komposit maka semakin ringan komposit tersebut. Densitas yang tinggi pada papan komposit cenderung lebih kuat, lebih sedikit menyerap air, dan lebih tahan lama (Surono dan sukoco, 2020).

Substitusi serat TKKS sangat berpengaruh terhadap densitas pada papan komposit. Serat TKKS memiliki struktur yang lebih padat dan kasar bila dibandingkan dengan serbuk sengon yang membuat resin dapat mengikat secara lebih baik pada spesimen, maka semakin banyak TKKS yang terkandung pada spesimen, semakin tinggi nilai densitas papan komposit.

Susunan serat juga sangat berpengaruh pada papan komposit, susunan serat acakan menciptakan terbentuknya banyak ruang kosong diantara serat yang tidak saling berhubungan, hal ini menyebabkan material menjadi kurang rapat dan padat dan menghasilkan densitas yang lebih rendah.

Susunan serat sejajar memiliki nilai densitas yang paling tinggi karena serat mengikat lebih rapat satu sama lain, dengan susunan secara paralel dan teratur menciptakan lebih sedikit ruang kosong.

Susunan serat silangan memiliki nilai densitas lebih tinggi dibanding acakan, namun tidak melebihi tingginya nilai densitas pada susunan sejajar, hal ini disebabkan oleh terbentuknya sudut antar serat satu sama lain yang menyebabkan terbentuknya ruang kosong.

### 4. Porositas (%)

Uji porositas dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak rongga atau ruang kosong yang terdapat pada papan komposit. Hasil uji keragaman menunjukkan bahwa

11 substitusi TKKS (A) dan susunan serat sangat berpengaruh terhadap porositas, tetapi tidak  
15 ada interaksi antara faktor A dan B. Kemudian dilakukan uji *Duncan* yang disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji jarak berganda *Duncan* porositas (%)

Perlakuan	Hasil Rerata			Rata-rata
	B1 (Acakan)	B2 (Sejajar)	B3 (Silangan)	
A1 (40% : 60%)	33,907	28,860	32,136	31,634 <sup>b</sup>
A2 (50% : 50%)	34,217	28,001	30,889	31,036 <sup>a</sup>
A3 (60% : 40%)	33,326	27,188	29,790	30,101 <sup>a</sup>
rata-rata	33,816 <sup>c</sup>	28,016 <sup>a</sup>	30,938 <sup>b</sup>	

Porositas pada papan komposit merupakan ruang kosong atau pori - pori pada struktur spesimen. Diketahui papan komposit dengan porositas tertinggi terdapat pada sampel A1B1 33,907% banyaknya serbuk sengon yang terkandung pada sampel A1B1 menyebabkan nilai porositasnya tinggi. Serbuk sengon memiliki struktur yang lebih halus sehingga resin tidak dapat mengikat material dengan baik. Hal ini juga dibuktikan oleh rendahnya nilai porositas pada sampel A3B2 27,189% dengan serat TKKS 60% menghasilkan porositas yang cenderung rendah. Serat TKKS memudahkan resin menyerap dan membentuk ikatan yang padat antar partikel sehingga tidak banyak pori pori yang terbentuk.

Susunan serat sejajar mendapatkan nilai porositas terendah dibandingkan susunan serat acakan dan silangan, hal ini disebabkan oleh sedikitnya rongga atau pori yang tercipta pada susunan serat sejajar. Dengan susunan serat yang disusun secara searah maka pengikatan antar serat menjadi lebih rapat, hal ini menyebabkan lebih sedikit rongga atau ruang kosong sehingga papan komposit memiliki struktur yang lebih padat dan porositas yang lebih rendah. Dibandingkan dengan susunan serat acakan, serat TKKS didistribusi secara acak, hal ini menciptakan banyak pori yang terbentuk karena serat tidak saling mengikat dengan baik, menyebabkan porositas meningkat. Susunan serat silangan memiliki ruang kosong yang lebih sedikit dibandingkan susunan serat acakan. Dengan susunan serat silangan, resin mampu menyerap lebih baik kedalam spesimen, namun dengan celah silangan antara serat menciptakan rongga atau pori pori.

### 5. Uji kelenturan (*bending*) (kgf/cm<sup>2</sup>)

10 Pengujian kelenturan dilakukan untuk mengukur kemampuan papan komposit dalam menahan beban yang diterapkan pada permukaan papan komposit. Hasil uji keragaman menunjukkan bahwa substitusi TKKS (A) dan Susunan serat sangat berpengaruh terhadap kelenturan papan komposit, lalu terdapat interaksi antara substitusi TKKS dan susunan serat

19 terhadap kelenturan. Kemudian dilakukan uji *Duncan* yang disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji jarak berganda *Duncan* kelenturan (kgf/cm<sup>2</sup>)

Perlakuan	Hasil Rerata			Rata-rata
	B1 (Acakan)	B2 (Sejajar)	B3 (Silangan)	
A1 (40% : 60%)	17.986	47.095	36.263	33.781 <sup>b</sup>
A2 (50% : 50%)	33.005	39.002	26.560	32.855 <sup>a</sup>
A3 (60% : 40%)	47.219	63.641	46.713	52.524 <sup>c</sup>
rata-rata	32.736 <sup>a</sup>	49.912 <sup>c</sup>	36.512 <sup>b</sup>	

Substitusi serat TKKS sangat mempengaruhi kekuatan kelenturan pada papan komposit. Menurut Meliana dan Asifa (2021) serat TKKS memiliki kekuatan mekanik yang tinggi 1008,55 kg/cm<sup>2</sup>, sehingga mampu menahan tekanan dengan baik dan membuat spesimen lebih getas, hal ini dibuktikan dengan meningkatnya nilai kelenturan seiring bertambahnya kandungan serat TKKS pada spesimen.

2 Susunan serat secara acakan dapat mendistribusikan beban dari berbagai arah dan membuat spesimen menjadi lebih lentur karena serat tersebar lebih merata pada seluruh spesimen. Dibuktikan dengan nilai rerata bending pada sampel A1B1 17.986 kgf/cm<sup>2</sup>. Menurut Hanifi dkk. (2022) kekuatan komposit dipengaruhi oleh variasi susunan serat, susunan serat secara acak membuat spesimen lebih kuat menahan lentur karena saat spesimen diberi tekanan matriks dan serat akan terlepas dari ikatannya tetapi ada sebagian serat masih berikatan sehingga serat tersebut belum dapat tercabut dan spesimen menjadi lebih lentur.

2 Susunan serat sejajar membuat ikatan yang lebih kuat pada spesimen. Susunan serat yang teratur dapat mendistribusikan gaya lebih efisien dibanding susunan serat acakan dan silangan, Kemampuan spesimen menahan pembengkokan meningkat karena serat bekerja secara maksimal dalam mendistribusikan gaya. Susunan serat yang teratur mampu menopang tekanan dengan lebih baik karena resin dapat mengikat serat dengan lebih baik sehingga spesimen menjadi lebih getas. Papan komposit yang getas cocok digunakan untuk *furniture* seperti meja, lemari, dan rak susun.

Susunan serat silangan memiliki kekuatan bending menyerupai susunan serat acakan bahkan cenderung lebih lentur. Susunan serat secara menyilang menyebabkan spesimen lebih lentur karena dengan susunan serat yang lurus dan berlawanan membuat spesimen mampu menahan tekanan dan mendistribusikan gaya dari dua arah sehingga spesimen dapat membengkok. Papan komposit yang lentur cocok digunakan untuk *skateboard* dan papan sirkuit cetak.

### C. Rerata Uji Keseluruhan

Tabel 8. Rerata analisis keseluruhan

Perlakuan	Kadar air (% db)	Daya serap air (%)	Pengembangan tebal (%)	Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	Porositas (%)	Kelenturan (kgf/cm <sup>2</sup> )
A1B1	7,743	33,421	9,863	0,708	33,907	17.986
A1B2	7,311	28,557	3,924	1,146	28,861	47.095
A1B3	7,209	32,227	7,369	0,884	32,137	36.263
A2B1	4,622	34,726	8,357	0,813	34,217	33.005
A2B2	4,489	27,906	3,503	1,260	28,001	39.002
A2B3	4,086	31,807	6,575	0,907	30,890	26.560
A3B1	3,611	33,326	7,690	0,876	33,327	47.219
A3B2	3,493	27,580	2,241	1,458	27,189	63.641
A3B3	3,079	29,641	5,692	1,064	29,790	46.713

diperoleh hasil terbaik sifat kimia yaitu kadar air pada sampel A3B3 3,079 % db. Sifat fisika terbaik diperoleh pada sampel A3B2. Hal ini disebabkan substitusi TKKS sebanyak 60% (12 gram) dan perlakuan susunan serat sejajar, dimana semakin banyak TKKS yang terkandung dalam spesimen maka daya serap air, pengembangan tebal porositas akan semakin rendah, lalu densitas dan kekuatan menahan kelenturan semakin tinggi. Ini membuat papan komposit semakin kuat. Papan komposit dengan karakteristik seperti A3B2 cocok digunakan untuk *furniture* seperti meja, lemari, dan rak susun. Selain itu papan komposit yang mudah membengkok seperti pada sampel A1B1 cocok digunakan untuk *skateboard* dan papan sirkuit cetak. Seluruh sampel pada penelitian ini telah memnuhi standar SNI 03-2105-2006 yakni kadar air <14%, densitas 0,40 g/cm<sup>3</sup> – 0,90 g/cm<sup>3</sup> dan kelenturan 10<sup>4</sup> kgf/cm<sup>2</sup>.

### D. Analisa Korelasi

Analisa korelasi adalah analisa yang digunakan untuk mengetahui hubungan parameter dengan parameter yang lain, yang ditandai oleh koefisien korelasi (r).

Tabel analisa korelasi disajikan pada tabel 8.

Tabel 8. Analisa Korelasi

	Analisis	Kadar_Air	Daya_Serap	Pengembangan_Tebal	Densitas	Porositas	Kelenturan
Kadar_Air	Pearson Correlation	1	.646**	.624**	-.550*	.697**	-.179
	Sig. (2-tailed)		.004	.006	.018	.001	.477
Daya_Serap	Pearson Correlation	.646**	1	.920**	-.907**	.947**	-.578*
	Sig. (2-tailed)	.004		.000	.000	.000	.012
Pengembangan_Tebal	Pearson Correlation	.624**	.920**	1	-.963**	.946**	-.656**
	Sig. (2-tailed)	.006	.000		.000	.000	.003
Densitas	Pearson Correlation	-.550*	-.907**	-.963**	1	-.919**	.727**
	Sig. (2-tailed)	.018	.000	.000		.000	.001
Porositas	Pearson Correlation	.697**	.947**	.946**	-.919**	1	-.543*
	Sig. (2-tailed)	.001	.000	.000	.000		.020
Kelenturan	Pearson Correlation	-.179	-.578*	-.656**	.727**	-.543*	1
	Sig. (2-tailed)	.477	.012	.003	.001	.020	

Keterangan: 0,00 s/d 0,20 = korelasi sangat lemah

0,21 s/d 0,40 = korelasi lemah

0,41 s/d 0,60 = korelasi sedang

0,61 s/d 0,80 = korelasi kuat

0,81 s/d 1,00 = korelasi sangat kuat

1,00 = korelasi sempurna

Tabel 8 Menunjukkan nilai bahwa nilai kriteria korelasi (r) dari kadar air terhadap daya serap air sebesar 0,646 dan pengembangan tebal sebesar 0,624 lalu signifikasi kadar air terhadap porositas sebesar 0,697 (korelasi kuat, searah). Korelasi dari ketiga parameter disebabkan oleh porositas yang dipengaruhi rongga yang terdapat pada spesimen. Banyaknya air yang terserap ke dalam spesimen menandakan terdapat rongga rongga. Apabila spesimen memiliki banyak rongga maka kadar air, daya serap air, pengembangan tebal dan porositas cenderung meningkat.

Korelasi daya serap air terhadap pengembangan tebal dan porositas menunjukkan signifikasi sebesar 0.920 dan 0.947 (korelasi sangat kuat, searah). Korelasi sangat kuat yang terjadi pada daya serap air terhadap pengembangan dan porositas disebabkan oleh banyak rongga yang terdapat pada papan komposit. Semakin banyak air yang terserap pada spesimen maka nilai pengembangan tebal semakin besar, hal ini berbanding lurus dengan porositas, semakin banyak air yang terserap pada papan komposit menandakan porositas pada spesimen tinggi.

Selanjutnya korelasi antara kadar air, daya serap air, pengembangan tebal dan porositas berbanding terbalik dengan densitas dengan nilai kriteria korelasi (r) -0,907 – -0,963 (sangat kuat, tetapi berlawanan arah). Hal ini dapat terjadi karena semakin tinggi nilai densitas maka semakin rendah nilai kadar air, daya serap air, pengembangan tebal dan porositas.

7 Densitas pada papan komposit menunjukkan sifat ringan pada bahan komposit, semakin kecil nilai densitas pada papan komposit maka semakin ringan, semakin banyak rongga dan semakin mudah menyerap air (Untoro dan Sukoco. 2020). Densitas juga berbanding lurus dengan kelenturan (*bending*). Semakin tinggi nilai densitas pada spesimen maka semakin tinggi kekuatan pada spesimen, hal ini disebabkan oleh semakin padat spesimen papan komposit maka semakin getas karena rongga yang cenderung lebih sedikit pada spesimen dengan densitas yang rendah maka saat spesimen diberi tekanan yang kuat akan mengalami patah, berbanding terbalik dengan spesimen dengan densitas rendah yang memiliki banyak rongga ketika diberi tekanan yang kuat maka rongga-rongga tersebut membantu mendistribusikan gaya agar spesimen melengkung hingga patah ketika diberi tekanan.

### KESIMPULAN

Substitusi TKKS pada pembuatan papan komposit dengan basis serbuk sengon berpengaruh terhadap sifat kimia yakni kadar air, maupun sifat fisika berupa daya serap air, pengembangan tebal, densitas, porositas, dan kelenturan pada spesimen papan komposit. Susunan serat TKKS pada papan komposit berpengaruh terhadap sifat fisika yang divalidasi daya serap air, pengembangan tebal, densitas, porositas, dan kelenturan pada spesimen papan komposit.

47  
35 Hasil terbaik dari penelitian ini terdapat pada sampel A3B2 (40% serbuk sengon : 60% serat TKKS, dengan perlakuan susunan serat sejajar) dengan nilai rerata kadar air 3,493%, daya serap air 27,581%, pengembangan tebal 2,241%, densitas 2,13g/cm<sup>3</sup>, porositas 27,189%. Pada uji kelenturan, sampel paling mudah melengkung terdapat pada sampel A1B1 dengan nilai kelenturan 17.986 kgf/cm<sup>2</sup> dan sampel paling getas terdapat pada sampel A3B2 dengan nilai kelenturan 63.641 kgf/cm<sup>2</sup>. Sampel yang getas dapat diaplikasikan sebagai *furniture* seperti meja, lemari, rak susun. Sampel yang mudah melengkung juga dapat diaplikasikan sebagai *skate board*, dan papan sirkuit cetak.

### SARAN

Pada penelitian ini pencetakan spesimen dilakukan pengepresan secara manual didalam cetakan, akibatnya tekanan yang diberikan tidak stabil dan tidak merata. Resin tidak dapat melumasi spesimen secara merata sehingga banyak pori yang terbentuk mengakibatkan porositas tinggi.

Saran dari penelitian ini adalah gunakan alat *press* saat mencetak agar tekanan pencetakan stabil dan merata sehingga resin dapat mengenai seluruh bagian cetakan secara merata.

## DAFTAR PUSTAKA

- Desiasni, R., Nur A., dan Fauzi W. 2023. Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Papan Partikel Berdasarkan Variasi Ukuran Serbuk Kayu Mahoni (*Swietenia Macrophylla*) Sebagai Material Alternatif : Papan Komposit. *Jurnal tambora*, 7(2), 78–83.
- Desiasni, R., Rico C., dan Fauzi. W. 2021. Pengaruh Volume Limbah Serbuk Kayu Jati (*Tectona Grandis*) Terhadap Daya Serap Air Pada Komposit Partikel Dengan Matriks Epoksi. *Jurnal TAMBORA*, 5(2), 74–78.
- Dewanti, D. P. 2018. Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 81–87.
- Diana, L., Arrad G. S., dan Muhammad N. A. 2022. Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer. *Jurnal Kesehatan dan Masyarakat*, 2(2), 2808–6171.
- Fadilah, R. 2020. Analisis Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Material Komposit Pada Body Mobil Listrik Prosoe Kmhe 2019. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(1), 124–128.
- Florenza, D., Anerasari M., dan Erwana D. 2021. Rancang Bangun Alat Screw Extruder Untuk Pembuatan Papan Partikel Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Plastik LDPE. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI)*, 1(10), 403–413.
- Haisyah., Yudha A., dan Aazrul A. 2021. Konduktivitas Termal Papan Komposit dari Sekam Padi dan Ampas Tebu. *Prisma Fisika*, 9(3), 208–212.
- Hanifi, B. Q. I., Purwanto., dan Imam S. 2022. Pengaruh Variasi Susunan Serat Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Dengan Resin Polyester Sebagai Bahan Komposit Anti Peluru. *Momentum*, 16(1), 1–23.
- Hasan, A., Muhammad Y., dan Mutmainnah N. K. 2020. Papan Partikel Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) Dengan Perekat High Density Polyethylene. *Jurnal Kinetika*, 11(03), 8–13.
- Hidanto, W., dan Mora M. 2019. Analisis Pengaruh Komposisi Serbuk terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Papan Partikel Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit, Serbuk Kayu dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Fisika Unand*, 8(2), 106–112.
- Manurung T. 2022. Analisis Perbandingan Kekuatan Bahan Komposit Dengan Variasi Susunan Acak Dan Lurus Memanjang Berbasis Serat Bambu dan Resin Polyester. *Jurnal Kolaborasi Sains dan Ilmu Terapan*, 1(1), 19–23.
- Meliana., dan Asifa A. 2021. Analisis Pengaruh Ukuran Serat Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Komposit Berbahan Serat Batang Pisang Kepok. *Prisma Fisika*, 9(3), 221–227.

- Mirza, H., Muhammad F. M., dan Gusti A. R. T. 2020. Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel Dari Serbuk Gergajian Kayu Sengon Laut (*Paraserianthes falcataria*) Menggunakan Perekat PVAC. *Jurnal Sylva Scienteeae*, 3(5), 855–867.
- Nurfadilah, S. 2024. *Pengaruh Fraksi Volume Serat dan Persentase Katalis Terhadap Sifat Mekanik Komposit Polyester Berpenguat Serat Ijuk Dengan Metode Vacuum Bag*. Tesis. Fakultas Teknik. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Prayoga, D. A., Novi S. D. 2021. Pengaruh Jumlah Laminasi Core Komposit Sandwich Serat Kenaf Dengan Core Kayu Sengon Terhadap Kekuatan Bending. *Jtm*, 9(1), 1–10.
- Said M, L., Nurul F., dan Fadhlán D. 2021. Karakterisasi Sifat Fisis Papan Partikel Sabut Kelapa - Serat Pelepah Lontar. *Jurnal Fisika dan Terapannya*, 8(2), 1–12.
- Saputera, M. I. A., Rachmat S., dan Muchsin. (2024). Pengaruh Fraksi Volume dan Susunan Serat Komposit Polyester-Serat Eceng Gondok Terhadap Nilai Konduktifitas Termal. *Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa Rotary*, 6(1), 71–84.
- Shobib, A. T. D. S., Bambang P., Nur R., Mega K. 2023. Analisis Komposisi Selulosa, Hemiselulosa, dan Lignin Dalam Berbagai Jenis Kayu : Metode Chesson-Datta. *Inovasi Teknik Kimia*, 8(1), 1–14.
- Siagian, D. E. N. dan Muhammad H. S. P. 2024. Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan Natural Fiber As an Environmentally Friendly Composite Material. *CIVeng*, 5(1), 55–60.
- Sihombing, F. B. 2022. *Analisis Kekuatan Mekanik Material Komposit Yang Berpeluang Diaplikasikan Pada Handle Rem Sepeda Motor*. Tesis. Fakultas Teknik. Universitas Medan Area.
- Surono, U. B., Sukoco. 2020. Analisa Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Serat Ijuk Dengan Bahan Matrik Poliester. *Prosiding Seminar Nasional Xi*, 5(1), 15–30.
- Tanjung, R., Rita D., dan Fauzi W. 2023. Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Kekuatan Fisik, Mekanik dan Morfologi Komposit Berpenguat Serbuk Kayu Sengon (*Albizia Chinensis*) - Resin Epoxy. *Hexagon Jurnal Teknik dan Sains*, 4(1), 29–39.
- Wibowo, C. H., Sunardi., dan Rina L. (2021). Karakteristik Papan Komposit dengan Menggunakan Kulit Salak Sebagai Filler Komposit. *Jurnal Mettek*, 7(2), 109–117.