

Pemanfaatan Serbuk Pelepah Kelapa Sawit Menjadi Papan Partikel dengan Perekat *Urea Formaldehyde*

Yesaya Mate^{*)}, Erista Adisetiya, Reza Widyasaputra

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
INSTIPER Yogyakarta

^{*)}Email Korespondensi: mateyesaya@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi rasio serbuk pelepah kelapa sawit dan Perekat *Urea Formaldehyde UF* terhadap sifat fisik dan mekanis pada papan partikel serta menentukan rasio terbaik sesuai standar SNI 03-2105-2006. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan tiga perlakuan, yaitu A1 (90:10), A2 (85:15), dan A3 (80:20), masing masing diulang sebanyak 6 kali sehingga diperoleh 18 satuan percobaan. Parameter yang diamati meliputi densitas, porositas, kadar air, dan kuat lentur (*Modulus of Rupture/MOR*). Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA), dan apabila berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Duncan (DMRT) pada taraf 5%, Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi rasio serbuk pelepah kelapa sawit dan Perekat *Urea Formaldehyde UF* tidak berpengaruh nyata terhadap densitas dan porositas, tetapi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air dan nilai MOR. Nilai densitas adalah 0,505-0,572 g/cm³ dan memenuhi persyaratan SNI 03-2105-2006. Nilai porositas Adalah 49,670-51,526% tanpa perbedaan yang signifikan antara perlakuan. Kadar air adalah 4,4-6,4%, dengan perlakuan A2 (85:15) menghasilkan kadar air tertinggi. Nilai MOR tertinggi diperoleh pada perlakuan A3 (80:20) sebesar 9,627 MPa dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan A3 (80:20) merupakan perlakuan terbaik karena menghasilkan sifat fisik mekanis papan partikel yang paling baik dengan densitas yang masih memenuhi standar.

Kata kunci: serbuk pelepah kelapa sawit, papan Partikel, *Urea Formaldehyde UF*, Rancangan Acak Lengkap (RAL), densitas, kadar air, porositas, kuat lentur (MOR)

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan produsen minyak sawit terbesar di Dunia dengan luas lahan yang terus meningkat. Namun, pertumbuhan industri yang pesat ini diiringi oleh peningkatan volume limbah biomassa, khususnya pelepah kelapa sawit. Diperkirakan sekitar 10-11 ton/ha/tahun bahan kering pelepah kelapa sawit dihasilkan setiap tahunnya dari perkebunan kelapa sawit. Di masa lalu, pelepah kelapa sawit dibuang di sisi perkebunan dan kemudian dicampurkan ke dalam tanah sebagai mulsa organik. Meskipun bermanfaat untuk nutrisi tanah, akumulasi pelepah dalam jumlah besar dengan praktik yang tidak terkendali dapat menjadi tempat berkembang biak hama kelapa sawit yang mematikan, *Oryctes rhinoceros*. Hal ini dapat mengurangi produktivitas tanaman.(Aisyah, 2025).

Di sisi lain, industri papan partikel nasional menghadapi tantangan serius terkait keberlanjutan pasokan bahan baku kayu dari hutan alam maupun hutan tanaman

industri. Keterbatasan ini mendorong perlunya eksplorasi bahan berlignoselulosa non-kayu sebagai alternatif. Pelepah kelapa sawit mengandung serat kasar dan selulosa yang cukup tinggi, berkisar antara 35-45%, yang memenuhi kriteria dasar sebagai material pengisi papan partikel.(Lutfan, 2024). Pemanfaatan serbuk pelepah kelapa sawit menjadi papan partikel, tidak hanya mengurangi beban lingkungan, tetapi juga memberikan nilai tambah ekonomi pada produk sampingan industri perkebunan yang sebelumnya tidak bermanfaat secara optimal.(Adiansyah, 2023).

Kualitas papan partikel sangat ditentukan oleh jenis perekat dan rasio campuran bahan baku. Penggunaan Perekat *Urea Formaldehyde UF* atau *Phenol Formaldehyde* telah umum digunakan karena kemampuannya menghasilkan ikatan antar partikel yang kuat. Oleh karena itu, penelitian mengenai variasi konsentrasi perekat resin pada serbuk pelepah kelapa sawit menjadi krusial untuk menghasilkan papan partikel yang memenuhi standar mutu (SNI), baik dari segi sifat fisis maupun mekanisnya. (Sushardi, 2022).

Proses pembuatan papan partikel dari serbuk pelepah kelapa sawit adalah persiapan bahan baku serbuk pelepah kelapa sawit, yang pertama pengambilan pelepah kelapa sawit dan dihancurkan untuk menghasilkan serbuk kelapa sawit dan di ayakan supaya mendapatkan hasil ayakan itu yang dipakai untuk pembuatan papan partikel, yang pertama siapkan wadah untuk pencampuran serbuk dengan Perekat *Urea Formaldehyde UF* secara merata, pencetakan mal, serta pengepresan mekanik atau manual untuk mengikat menjadi papan partikel dan di jemur dengan cahaya matahari lalu di oven selama 24 jam dan di potong papan partikel yang Panjang 18cm lebar 18cm dengan gergaji dan ukuran panjang dan lebar papan partikel yang di gergaji untuk melakukan uji panjang dan lebar 5 cm dan 5 cm untuk melakukan uji coba. (Bintani, 2009).

Pencampuran terlalu banyak Perekat *Urea Formaldehyde UF* saat membuat papan partikel dari serbuk kelapa sawit dapat menyebabkan beberapa masalah, baik dari segi kualitas produk akhir maupun proses produksi, Papan menjadi terlalu padat dan rapuh, Perekat *Urea Formaldehyde UF* yang berlebihan mengisi ruang antar partikel sepenuhnya, mengurangi porositas alami papan partikel, dan membuatnya lebih padat, lebih keras, dan lebih rapuh, sehingga mudah retak atau patah saat diberi tekanan mekanik. Perekat *Urea Formaldehyde UF* adalah salah satu komponen bahan baku yang paling mahal dalam produksi papan partikel. Penggunaan yang berlebihan secara langsung meningkatkan biaya produksi secara signifikan, menurunkan efisiensi ekonomi.(Lubis, 2017).

Masalah cetakan dan penekanan (pressing) perekat *Urea Formaldehida UF* berlebihan dapat menyebabkan perekat meluap ke permukaan alat cetak atau pelat penekan mekanik atau manual, menyebabkan papan partikel menempel pada peralatan dan mempersulit proses pelepasan Perekat *Urea Formaldehyde UF* yang lebih tinggi (jika menggunakan berbasis *formaldehida*), Banyak *Urea Formaldehyde UF* yang digunakan dalam papan partikel (seperti *urea-formaldehida*) mengandung *formaldehida*. Kelebihan Perekat *Urea Formaldehyde UF* dapat menyebabkan emisi *formaldehida* yang lebih tinggi dari produk akhir, yang merupakan masalah kesehatan dan lingkungan, berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian terkait pemanfaatan serbuk pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku papan partikel dengan Perekat *Urea Formaldehyde UF* sangat penting dilakukan. (Sushardi, 2022).

METODE PENELITIAN

Waktu, Tempat, dan Jenis Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian INSTIPER Yogyakarta. Kegiatan penelitian meliputi persiapan bahan baku,

pembuatan papan partikel, pengondisian sampel, serta pengujian sifat fisik dan mekanis papan partikel.

Penelitian dilaksanakan selama kurang lebih dua bulan, meliputi tahap persiapan bahan, pembuatan sampel papan partikel, pengujian laboratorium, pengolahan data, dan analisis hasil.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), 1 Faktor dengan 3 Taraf, yaitu susunan serbuk (faktor A) dan rasio serbuk pelepah kelapa sawit terhadap Perekat *Urea Formaldehid UF* (Masing-masing faktor terdiri atas tiga taraf dan sehingga diperoleh rancangan faktorial 3 perlakuan $\times$ 6 Ulangan = 18 satuan percobaan diperlakukan sebagai kelompok (blok), yaitu setiap kelompok memuat seluruh kombinasi perlakuan sebagai berikut. Faktor (A) : Rasio Serbuk Pelepah Kelapa Sawit Dan perekat *urea formaldehid UF* Sebagai Berikut:

A1 = Serbuk: UF = 90:10

A2 = Serbuk: UF = 85:15

A3 = Serbuk: UF = 80:20

Percobaan dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yang terdiri atas 3 taraf perlakuan. Setiap perlakuan diulang sebanyak 6 kali sehingga diperoleh 18 satuan percobaan (3 perlakuan $\times$ 6 ulangan), Untuk memudahkan pelaksanaan penelitian, dibuat tata letak pengacakan perlakuan serbuk pelepah kelapa sawit sebagai berikut.

Kombinasi Perlakuan

Kombinasi kedua faktor menghasilkan sembilan kombinasi perlakuan sebagai berikut.

Tabel.1. Formulasi kombinasi perlakuan papan partikel.

Bahan	Perlakuan		
	A1 (90:10)	A2 (85:15)	A3 (80:20)
Serbuk pelepah kelapa sawit (g)	90	85	80
Perekat Urea Formaldehida (UF) (g)	10	15	20
NH ₄ CL (mL)	0,5	0,5	0,5
Total Formula (g)	100	100	100

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:

1. Siapkan Serbuk pelepah kelapa sawit, keringkan dengan oven pada suhu 70oC selama 2 jam. Kemudian serbuk pelepah kelapa sawit dihaluskan lalu disaring dengan ukuran 30 Mesh sehingga menghasilkan bubuk. Timbang bahan baku serbuk pelepah kelapa sawit sesuai tabel A1=90:10, A2=85:15 dan A3=80:20 dengan berat total 100g. Aduk sampai tercampur dengan merata. sesuai tabel A1=90%, A2=85% dan A3=80% dari berat sampel. Tambahkan alkohol secukupnya hingga kedua bahan tersebut berbentuk seperti adonan yang sudah terbentuk kemudian dimasukkan ke alat pencetak dengan diameter 18 cm, dan tinggi 5 cm, Papan pertikel dari serbuk pelepah kelapa sawit yang sudah dicetak kemudian dikeringkan dengan cara di oven pada suhu 105 oC selama 24 jam, dengan kerapatan papan pertikel dari serbuk pelepah kelapa sawit 0,80 g.cm-3, kadar air 9,11%, daya serap air 213,12%. Kerapatan persyaratan papan partikel kerapatan memenuhi papan partikel menurut SNI 03-2105-1996 yaitu sebesar 0,50 g/cm3 sampai dengan 0,90 g/cm3.
2. Pada tahap ini juga ditambahkan Amonium Klorida (NH₄CL) sebagai katalis dalam jumlah 0,5 mL untuk mempercepat proses pengerasan perekat. Seluruh bahan kemudian

dicampur menggunakan *mikser* hingga perekat terdistribusi secara merata dan diperoleh campuran yang homogen.

3. Pengujian, meliputi pengujian sifat fisis papan partikel pemotongan sesuai dengan acuan SNI No. 03-1027-1995, yang menyatakan bahwa fiberglass harus memiliki tepi potong yang lurus, rata, dan bebas dari cacat visual seperti retakan atau tidak teratur.

Pres Mekanis

Campuran dalam cetakan dikempa menggunakan alat pres untuk memadatkan partikel, mengurangi rongga, dan membantu pengerasan perekat. Kondisi pengempaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Kondisi Pres Mekanis

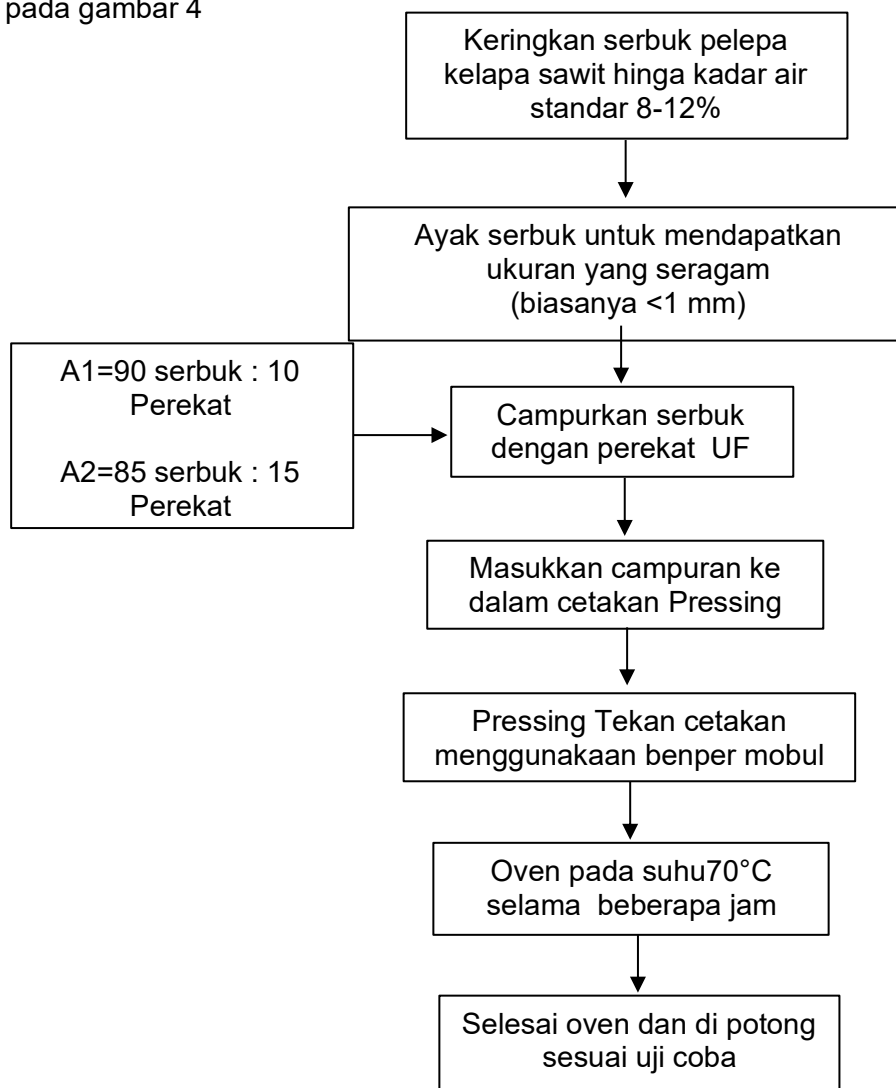
Parameter	Nilai
Tekanan pres mekanis papan partikel	0,309 (kg/cm ² atau MPa)
Lama pres Mekanis papan partikel	24 (Jam)
Ukuran cetakan papan partikel	(P= 18 cm ³) (L = 18 cm ³)
Tinggi cetakan papan partikel	T= 5 (cm ³)
Target kerapatan papan partikel	0,617(g/cm ³)

Keterangan nilai kondisi pengempaan diisi sesuai alat dan pelaksanaan penelitian. Apabila digunakan manual screw pres tanpa pengaturan suhu, proses dituliskan sebagai pres manual.

Tahap pres mekanis merupakan proses penting dalam pembuatan papan partikel karena berfungsi memadatkan campuran serbuk pelepah kelapa sawit dan perekat *urea formaldehid UF* sehingga terbentuk papan yang baik. Pada penelitian ini, campuran dimasukkan ke dalam cetakan berukuran 18 cm × 18 cm dengan tinggi cetakan 5 cm, kemudian dipres menggunakan alat pres mekanis. dilakukan pada tekanan selama 24 jam. Lama pres mekanis tersebut bertujuan agar perekat *urea formaldehid UF* mampu mengikat papan partikel secara optimal dan menghasilkan papan partikel yang baik.

Tekanan yang diberikan selama proses pres menyebabkan papan partikel saling sehingga pada rongga antara papan partikel berkurangnya rongga akan meningkatkan antara papan partikel dan memperbaiki daya rekat terhadap serbuk pelepah kelapa sawit. Selain itu, proses pres mekanis juga membantu pembentukan dimensi papan yang seragam sesuai ukuran cetakan yang telah di bentuk berukuran 18 cm × 18 cm, Karena penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, seluruh perlakuan memperoleh kondisi peres mekanis yang sama, yaitu tekanan selama 24 jam.(Haryanto, 2019)Diagaram Alir

Diagram alir pembuatan papan partikel dari serbuk pelepa kelapa sawit disajikan pada gambar 4



Gambar 1. Proses pembuatan papan partikel menggunakan serbuk pelepa kelapa sawit.

Hasil Dan Pembahasan Sifat Tampak

Hasil pengujian sifat fisik dan mekanis papan partikel dari serbuk pelepas kelapa sawit dengan perekat *urea formaldehida* (UF). Analisis statistik yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan faktor tunggal berupa rasio serbuk pelepas kelapa sawit terhadap perekat *Urea Formaldehid UF* pada tiga taraf, yaitu A1 (90:10), A2 (85:15), dan A3 (80:20). Pada model satu faktor ini, kode A1, A2, dan A3 tidak diperlakukan sebagai faktor perlakuan, melainkan sebagai pengamatan berulang bagi masing-masing taraf A. Dengan demikian setiap taraf rasio memiliki $n = 6$ observasi sehingga total data yang dianalisis berjumlah 18 observasi, yang dianalisis meliputi densitas, kadar air, porositas, dan kuat lentur (*Modulus of Rupture/MOR*).

Pembahasan disusun secara berurutan untuk setiap parameter yang diamati, diawali dengan deskripsi nilai rata-rata hasil pengujian, kemudian dilanjutkan dengan hasil analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati. Apabila hasil (ANOVA) menunjukkan pengaruh nyata atau sangat nyata, maka dilakukan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antara

perlakuan. Pembahasan tidak hanya menjelaskan ada atau tidaknya pengaruh perlakuan, tetapi juga menguraikan mekanisme yang menyebabkan perbedaan hasil, serta membandingkannya dengan persyaratan mutu papan partikel berdasarkan SNI 03-2105-2006 dan didukung oleh referensi yang relevan. Nilai F tabel yang digunakan pada analisis ragam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan derajat bebas perlakuan 2 dan derajat bebas galat 15 adalah $F(2,15) = 3,68$ pada taraf 5% dan 6,36 pada taraf 1%, Menurut (Issue, 2026).

Tabel 3. Rerata, Simpangan Baku, dan Koefisien Variasi Tiap Taraf

Parameter	Taraf	n	Rerata	SD
Densitas (g/cm ³)	A1 (90:10)	6	0,505	0,023
	A2 (85:15)	6	0,536	0,050
	A3 (80:20)	6	0,572	0,073
Porositas (%)	A1 (90:10)	6	51,526	3,742
	A2 (85:15)	6	49,670	5,710
	A3 (80:20)	6	50,616	5,447
Kadar Air (%)	A1 (90:10)	6	0,045	0,007
	A2 (85:15)	6	0,064	0,015
	A3 (80:20)	6	0,044	0,010
MOR (MPa)	A1 (90:10)	6	3,655	1,870
	A2 (85:15)	6	5,705	2,226
	A3 (80:20)	6	9,627	2,996

Pada Tabel 3. hasil statistik deskriptif menunjukkan bahwa setiap perlakuan terdiri atas 6 ulangan (n=6). Nilai densitas meningkat seiring bertambahnya kadar perekat *Urea Formaldehid UF*, dari 0,505 g/cm³ pada A1 menjadi 0,572 g/cm³ pada A3, yang menunjukkan bahwa penambahan perekat cenderung meningkatkan kerapatan papan partikel. Nilai porositas berkisar antara 49,670-51,526%, sedangkan kadar air berada pada kisaran 0,044-0,064 (4,4-6,4%), dengan perbedaan antarperlakuan yang relatif kecil. Pada parameter kuat lentur (MOR), nilai rerata meningkat dari 3,655 MPa pada A1 menjadi 9,627 MPa pada A3, menunjukkan bahwa peningkatan kadar perekat *Urea Formaldehid UF* cenderung meningkatkan kekuatan lentur papan partikel. Secara umum, nilai simpangan baku (SD) pada seluruh parameter relatif kecil, sehingga hasil pengujian antarulangan cukup seragam. Data statistik deskriptif ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap setiap parameter yang diamati.

Densitas (Kerapatan) Papan Partikel

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai rata-rata densitas meningkat seiring bertambahnya kadar perekat *Urea Formaldehid UF* yaitu A1 (90:10) sebesar 0,505 g/cm³, A2 (85:15) sebesar 0,536 g/cm³, dan A3 (80:20) sebesar 0,572 g/cm³. Seluruh perlakuan memenuhi persyaratan SNI 03-2105-2006 untuk papan partikel, yaitu 0,40-0,90 g/cm³. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa variasi rasio serbuk pelepah kelapa sawit dan perekat *Urea Formaldehid UF* tidak berpengaruh nyata terhadap densitas, ditunjukkan oleh nilai Fhitung (2,81) yang lebih kecil daripada Ftabel 5% (3,68) dan Ftabel 1% (6,36), Meskipun densitas cenderung meningkat dengan bertambahnya kadar perekat, peningkatan tersebut belum menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik, sehingga penambahan perekat *Urea Formaldehid UF* 10-20% belum memberikan pengaruh nyata terhadap densitas papan partikel.

Tabel 4. Hasil Pengujian Densitas (Kerapatan) Papan Partikel

Perlakuan	Susunan serbuk dan perekat UF	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Ulangan IV	Ulangan V	Ulangan VI	Rerata	SD
A1	90 : 10	0,473	0,532	0,493	0,514	0,490	0,526	0,505	0,0229
A2	85 : 15	0,497	0,533	0,583	0,527	0,472	0,604	0,536	0,0500
A3	80 : 20	0,674	0,513	0,558	0,651	0,508	0,526	0,572	0,0728

Dari hasil penelitian densitas menunjukkan bahwa nilai rata-rata densitas meningkat karena bertambahnya kadar perekat *Urea Formaldehid UF* Perlakuan A1 (90:10) menghasilkan densitas 0,505 g/cm³, A2 (85:15) sebesar 0,536 g/cm³, dan A3 (80:20) sebesar 0,572 g/cm³. Yang ini menunjukkan bahwa semakin banyak perekat *Urea Formaldehid UF* yang digunakan, semakin padat papan partikel yang dihasilkan karena perekat mengisi rongga antara papan partikel sehingga ikatan menjadi lebih kuat.

Pada perlakuan A3 (80:20) menghasilkan densitas tertinggi, sedangkan A1 (90:10) menghasilkan densitas terendah. Nilai standar deviasi yang relatif kecil (0,0229-0,0728) menunjukkan hasil pengujian antarulangan cukup seragam. Seluruh nilai densitas berada pada kisaran 0,505-0,572 g/cm³, sehingga telah memenuhi persyaratan SNI 03-2105-2006 untuk papan partikel, yaitu 0,40-0,90 g/cm³. Hasil ini menunjukkan bahwa serbuk pelepah kelapa sawit dengan perekat *Urea Formaldehid UF* dapat menghasilkan papan partikel yang memenuhi standar mutu dari aspek densitas. Menurut peningkatan kadar perekat *Urea Formaldehid UF* dapat meningkatkan densitas papan partikel karena perekat mengisi pori-pori kosong di antara partikel dan memperkuat ikatan antarpartikel. Namun, peningkatan densitas juga dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku, ukuran partikel, kadar air, dan proses mekanik.

Tabel 5. Analisis Ragam (ANOVA) Densitas Papan Partikel

Sumber Keragaman	db	JK	RK	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%	Keterangan
Perlakuan	2	0,01395	0,00698	2,81	3,68	6,36	tn
Galat	15	0,03727	0,00248				
Total	17	0,05122					

Keterangan: db = JK = RK = Fhitung = 2,81; Ftabel 5% = 3,68; Ftabel 1% = 6,36; tn = tidak berpengaruh nyata, karena Fhitung (2,81) < Ftabel 5% (3,68).

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan variasi susunan serbuk pelepah kelapa sawit dan perekat *Urea Formaldehid UF* tidak berpengaruh nyata terhadap densitas papan partikel. Hal ini ditunjukkan oleh nilai Fhitung sebesar 2,81, yang lebih kecil daripada Ftabel 5% (3,68) maupun Ftabel 1% (6,36), sehingga hipotesis yang menyatakan adanya pengaruh perlakuan terhadap densitas ditolak.

Meskipun nilai rata-rata densitas meningkat dari perlakuan A1(90:10), A3(80:20), peningkatan tersebut belum cukup besar untuk menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik. Hal ini diduga karena variasi penambahan perekat UF sebesar 10%, 15%, dan 20% masih menghasilkan densitas yang relatif sama, sehingga perbedaan antara perlakuan tidak nyata menurut. (Dewi, 2023). menyatakan bahwa pengaruh kadar perekat *Urea Formaldehid UF* terhadap densitas papan partikel bergantung pada target densitas, karakteristik bahan baku, dan kondisi proses pengempaan, sehingga peningkatan kadar perekat *Urea Formaldehid UF* tidak selalu menghasilkan peningkatan densitas yang signifikan.

Porositas Daya Serap Air

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai rata-rata porositas papan partikel pada perlakuan A1 (90:10) sebesar 51,526%, A2 (85:15) sebesar 49,670%, dan A3 (80:20) sebesar 50,616%. Perbedaan nilai porositas antarperlakuan relatif kecil dengan nilai standar deviasi yang rendah, sehingga hasil pengujian antarulangan cukup seragam. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa variasi rasio serbuk pelepah kelapa sawit dan perekat *Urea Formaldehid UF* tidak berpengaruh nyata terhadap porositas papan partikel, ditunjukkan oleh nilai Fhitung (0,195) yang lebih kecil daripada Ftabel 5% (3,68) dan Ftabel 1% (6,36). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan perekat *Urea Formaldehid UF* pada rasio 90:10, 85:15, dan 80:20 belum memberikan perubahan yang signifikan terhadap porositas papan partikel, karena kemampuan perekat dalam mengisi rongga antarpartikel relatif sama pada setiap perlakuan sehingga perbedaan porositas lebih dipengaruhi oleh variasi antarulangan daripada perlakuan yang diberikan.

Tabel 6. Hasil Pengujian Porositas Papan Partikel

Perlakuan	Susunan serbuk dan perekat UF	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Ulangan IV	Ulangan V	Ulangan VI	Rerata	SD
A1	90:10	51,361	51,834	55,2000	55,800	49,119	45,839	51,526	3,742
A2	85:15	52,837	53,953	41,339	43,600	54,607	51,685	49,67	5,710
A3	80:20	43,2000	45,714	51,556	50,311	56,667	56,250	50,616	5,447

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai rata-rata porositas papan partikel pada perlakuan A1 (90:10) sebesar 51,526%, A2 (85:15) sebesar 49,670%, dan A3 (80:20) sebesar 50,616%. Nilai porositas tertinggi diperoleh pada perlakuan A1(90:10) sedangkan yang terendah pada perlakuan A2 (85:15).

Perbedaan nilai porositas antara perlakuan relatif rendah, sehingga menunjukkan bahwa variasi komposisi serbuk dan perekat *Urea Formaldehid UF* belum memberikan perubahan yang besar pada porositas papan partikel. ini karena jumlah perekat *Urea Formaldehid UF* yang digunakan masih mampu mengisi rongga antara papan partikel dengan tingkat yang hampir sama pada setiap perlakuan.

Pada nilai standar adalah 3,7421-5,7106, yang menunjukkan bahwa hasil pengujian antara ulangan cukup seragam. Secara umum, porositas papan partikel dipengaruhi oleh kerapatan susunan partikel dan kemampuan perekat dalam mengisi rongga di antara papan partikel. Semakin sedikit rongga yang terbentuk, maka porositas papan akan semakin rendah.

Tabel 7. Analisis Ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	db	JK	RK	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%	Keterangan
Perlakuan	2	10,251	5,126	0,195	3,68	6,36	tn
Galat	15	394,674	26,312				
Total	17	404,925					

Keterangan : Nilai Fhitung = 0,195 lebih kecil daripada Ftabel 5% = 3,68, sehingga perlakuan tidak berpengaruh nyata (tn) terhadap nilai porositas papan partikel.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa variasi komposisi serbuk pelepah kelapa sawit dan perekat *Urea Formaldehid UF* tidak memberikan pengaruh nyata terhadap porositas papan partikel. Hal ini ditunjukkan oleh nilai Fhitung (0,195) yang lebih kecil daripada Ftabel 5% (3,68). Dengan demikian, perbedaan rata-rata porositas pada setiap perlakuan terjadi karena variasi antarulangan dan bukan disebabkan oleh perlakuan yang diberikan. Menurut,(Shell, 2021), porositas papan partikel dipengaruhi oleh kerapatan penyusunan

partikel, distribusi perekat, ukuran partikel, kadar air, dan tekanan selama proses pengempaan. Apabila factor faktor tersebut relatif seragam, maka nilai porositas antara perlakuan cenderung tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Kadar Air Papan Partikel

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan A2 (85:15) memiliki kadar air rata-rata tertinggi yaitu 6,4%, diikuti A1 (90:10) sebesar 4,5% dan A3 (80:20) sebesar 4,4%. Seluruh perlakuan masih memenuhi persyaratan SNI 03-2105-2006. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa variasi rasio serbuk pelepah kelapa sawit dan perekat *Urea Formaldehid UF* berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, ditunjukkan oleh nilai Fhitung (7,28) yang lebih besar daripada Ftabel 5% (3,68) dan Ftabel 1% (6,36). Uji lanjut Duncan (DMRT) taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan A2 berbeda nyata dengan A1 dan A3, sedangkan A1 dan A3 tidak berbeda nyata. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan perekat *Urea Formaldehid UF* dengan rasio 85:15 memberikan kadar air yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, namun seluruh perlakuan tetap menghasilkan papan partikel yang memenuhi standar kadar air menurut SNI 03-2105-2006.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kadar Air Papan Partikel

Perlakuan	Susunan serbuk dan perekat UF	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Ulangan IV	Ulangan V	Ulangan VI	rerata	SD
A1	90 : 10	5,4610	3,9971	4,1013	5,4610	3,9971	4,1013	0,045	0,007
A2	85 : 15	7,1920	4,3801	7,6770	7,1920	4,3801	7,6770	0,064	0,015
A3	80 : 20	5,547%	4,7433	3,0806	5,2547	4,7433	3,0806	0,044	0,010

Hasil pengujian kadar air menunjukkan bahwa perlakuan A2 (85:15) memiliki nilai rata-rata tertinggi yaitu 6,4%, diikuti A1 (90:10) sebesar 4,5%, sedangkan A3 (80:20) memiliki nilai rata-rata terendah yaitu 4,4%. Perbedaan nilai kadar air antarperlakuan relatif kecil, yang menunjukkan bahwa variasi komposisi serbuk dan perekat *Urea Formaldehid UF* tidak memberikan perbedaan yang besar terhadap kadar air papan partikel. Seluruh nilai kadar air yang diperoleh masih memenuhi persyaratan SNI 03-2105-2006, yaitu berada pada kisaran 5-20% dengan A2 memenuhi secara langsung, sedangkan A1 dan A3 berada sangat dekat dengan batas bawah). Nilai standar deviasi yang rendah menunjukkan bahwa hasil pengujian antarulangan relatif seragam dan konsisten.

Pada faktor rancangan yang digunakan adalah RAL (Rancangan Acak Lengkap) satu faktor dengan 3 perlakuan dan 6 ulangan (18 data). Hasil perhitungan ANOVA adalah sebagai berikut.

Tabel 9. Analisis Ragam (ANOVA), terhadap Kadar Air Papan Partikel

Sumber Keragaman	db	JK	RK	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%	Keterangan
Perlakuan	2	0,00168	0,00084	7,28	3,68	6,36	sangat nyata
Galat	15	0,00173	0,00012				
Total	17	0,00341					

Keterangan: db = derajat bebas, JK = jumlah kuadrat, RK = kuadrat tengah, Fhitung = nilai F hitung, dan Ftabel = nilai F tabel pada taraf nyata 5% dan 1%. Sangat nyata menunjukkan bahwa Fhitung (7,28) > Ftabel 1% (6,36), sehingga perlakuan berpengaruh sangat nyata pada kadar air papan partikel.

Faktor analisis ragam (ANOVA) pada Rancangan Acak Lengkap (RAL) menunjukkan bahwa perlakuan variasi susunan serbuk pelepah kelapa sawit dan perekat *Urea Formaldehid UF* memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kadar air papan partikel. Hal ini ditunjukkan oleh nilai Fhitung (7,28) yang lebih besar daripada Ftabel 5% (3,68) maupun Ftabel 1% (6,36). Dengan demikian, perlakuan yang diberikan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air papan partikel.

Faktor ini menunjukkan bahwa perbedaan komposisi serbuk dan perekat *Urea Formaldehid UF* memengaruhi kadar air papan partikel. Semakin tepat komposisi perekat yang digunakan, semakin baik kemampuan papan dalam mempertahankan kadar air sesuai standar. Oleh karena itu, variasi perlakuan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap sifat kadar air papan partikel. (Muhamad, 2025), yang melaporkan bahwa peningkatan kadar perekat pada papan partikel berbahan biomassa kelapa sawit dapat memperbaiki sifat fisik papan, termasuk menurunkan penyerapan air dan menjaga kestabilan kadar air.

Tabel 10. Uji Duncan (DMRT) Kadar Air Papan Partikel

Perlakuan	Susunan Serbuk Dan Perekat UF	Rata-rata Kadar Air (%)	Notasi
A2	85:15	6,4	a
A1	90:10	4,5	b
A3	80:20	4,4	b

Keterangan: Angka yang diikuti yang sama pada kolom, A1:A3 yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata taraf 5%.

Pada uji duncan (DMRT) pada RAL taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan A2 (85:15) menghasilkan kadar air tertinggi sebesar 6,4%, berbeda nyata dengan perlakuan A1 (90:10) dan A3 (80:20). Sementara itu, perlakuan A1 (4,5%) dan A3 (4,4%) memiliki notasi huruf yang sama (b), sehingga keduanya tidak berbeda nyata. Hasil ini menunjukkan bahwa komposisi serbuk pelepah kelapa sawit dan perekat *Urea Formaldehid UF* sebesar 85:15 memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap kadar air papan partikel dibandingkan perlakuan lainnya. Meskipun demikian, seluruh perlakuan masih menghasilkan kadar air yang memenuhi persyaratan SNI 03-2105-2006. Menurut, (Kehutanan, 2025), kadar air papan partikel dipengaruhi oleh bahan baku, distribusi perekat, serbuk dan proses press mekanik. Ikatan papan partikel yang lebih baik cenderung memiliki kestabilan kadar air yang lebih baik karena pori-pori kosong di dalam papan partikel menjadi lebih sedikit.

Kuat Lentur (MOR)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan A3 (80:20) menghasilkan nilai kuat lentur (MOR) tertinggi sebesar 9,627 MPa, diikuti A2 (85:15) sebesar 5,705 MPa, dan A1 (90:10) sebesar 3,655 MPa. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa variasi rasio serbuk pelepah kelapa sawit dan perekat *Urea Formaldehid UF* berpengaruh sangat nyata terhadap nilai MOR, ditunjukkan oleh nilai Fhitung (11,53) yang lebih besar daripada Ftabel 5% (3,68) dan Ftabel 1% (6,36). Uji lanjut Duncan (DMRT) taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan A3 berbeda nyata dengan A1 dan A2, sedangkan A1 dan A2 tidak berbeda nyata. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar perekat *Urea Formaldehid UF* hingga 20% mampu meningkatkan kekuatan lentur papan partikel karena memperkuat ikatan antarpartikel, sehingga perlakuan A3 (80:20) merupakan perlakuan terbaik dalam menghasilkan nilai MOR yang lebih tinggi. menurut. (Yetti, 2019), menunjukkan bahwa papan partikel berbahan serbuk kelapa sawit dengan perekat urea formaldehida memiliki nilai

MOR yang meningkat kualitas ikatan antarpartikel kualitas yang baik Adalah yang kuat tahan beban dan nilai tertingi itu kualitas papan partikel yang baik.

Tabel 11. Hasil ujian Kuat Lentur (Modulus of Rupture/MOR), (RAL).

Perlakuan	Susunan serbuk dan perekat UF	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Ulangan IV	Ulangan V	Ulangan VI	Rerata	SD
A1	90 : 10	5,428	5,525	1,679	1,540	4,968	2,790	3,655	1,870
A2	85 : 15	5,051	2,137	6,020	5,486	6,547	8,988	5,705	2,226
A3	80 : 20	5,232	10,406	10,921	10,915	13,393	6,895	9,627	2,996

Hasil pengujian kuat lentur (MOR) menunjukkan bahwa perlakuan A3 (80:20) menghasilkan nilai rata-rata tertinggi yaitu 9,627 MPa, diikuti A2 (85:15) sebesar 5,705 MPa, sedangkan A1 (90:10) menghasilkan nilai terendah yaitu 3,655 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan perekat *Urea Formaldehid UF* maka nilai kuat lentur papan partikel cenderung meningkat.

Peningkatan nilai MOR terjadi karena jumlah perekat yang lebih banyak mampu memperkuat ikatan serbuk sehingga papan menjadi lebih padat dan lebih tahan terhadap beban lentur. Nilai standar deviasi berkisar 1,870-2,996, yang menunjukkan adanya variasi antarulangan, namun masih menggambarkan kecenderungan bahwa perlakuan A3 (80:20) memberikan sifat mekanis terbaik dibandingkan perlakuan lainnya.

Tabel 12. Analisis Ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	db	JK	RK	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%	Keterangan
Perlakuan	2	111,41	55,71	11,53	3,68	6,36	Sangat Nyata
Galat	15	72,47	4,83				
Total	17	183,88					

Keterangan: db = derajat bebas, JK = jumlah kuadrat, RK = kuadrat tengah, Fhitung = nilai F hitung, dan Ftabel = nilai F tabel pada taraf nyata 5% dan 1%. Sangat nyata menunjukkan bahwa Fhitung (11,53) > Ftabel 1% (6,36), sehingga perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap nilai kuat lentur (MOR) papan partikel.

Pada hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa variasi komposisi serbuk pelepah kelapa sawit dan perekat *Urea Formaldehid UF* memberikan pengaruh sangat nyata terhadap nilai MOR papan partikel. Hal ini ditunjukkan oleh nilai Fhitung (11,53) yang lebih besar daripada Ftabel 5% (3,68) maupun Ftabel 1% (6,36).

Berdasarkan nilai rata-rata, perlakuan A3 (80:20) menghasilkan nilai MOR tertinggi (9,627 MPa), sedangkan perlakuan A1 (90:10) menghasilkan nilai terendah (3,655 MPa). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar perekat *Urea Formaldehid UF* mampu meningkatkan kekuatan lentur papan partikel karena ikatan antara papan partikel menjadi lebih kuat dan struktur papan lebih kompak. Oleh karena itu, penambahan perekat hingga 20% memberikan sifat mekanis yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya meneurut. (Mekanova, 2017), menyatakan bahwa penambahan perekat *Urea Formaldehid UF* pada papan partikel berbahan serbuk pelepah kelapa sawit mampu meningkatkan kekuatan lentur dibandingkan papan tanpa perekat, karena perekat *Urea Formaldehid UF* mengurangi rongga pada papan partikel dan memperbaiki distribusi tekanan saat papan partikel menerima beban.

Tabel 1.16. Hasil Uji Duncan (DMRT) Nilai MOR Papan Partikel

Perlakuan	Susunan Serbuk : Perekat UF	Rata-rata MOR (MPa)	Notasi Duncan
A3	80:20	9,627	a
A2	85:15	5,705	b
A1	90:10	3,655	b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Duncan (DMRT) Dan RAL taraf 5%.

Anasil Uji Duncan (DMRT) pada Rancangan Acak Lengkap (RAL), menunjukkan bahwa perlakuan A3 (80:20) menghasilkan nilai MOR tertinggi yaitu 9,627 MPa dan berbeda nyata dengan perlakuan A2 (85:15) serta A1 (90:10). Sementara itu, perlakuan A2 dan A1 memiliki notasi huruf yang sama (b), sehingga keduanya tidak berbeda nyata terhadap nilai MOR papan partikel.

Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar perekat *Urea Formaldehid UF* hingga 20% mampu meningkatkan kekuatan lentur papan partikel secara nyata. Semakin tinggi proporsi perekat, semakin kuat ikatan papan partikel serbuk pelepah kelapa sawit sehingga papan menjadi lebih padat dan mampu menahan beban lentur yang besar. Dan juga pada, perlakuan A3 (80:20) merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan nilai MOR papan partikel menurut. (Panuntun & Rahmadi, 2021), peningkatan kadar *Urea Formaldehid UF* pada papan partikel berbahan biomassa kelapa sawit mampu meningkatkan nilai Modulus of Rupture (MOR) karena semakin banyak perekat yang mengikat partikel secara efektif sehingga papan memiliki ketahanan lentur yang lebih kuat.

KESIMPULAN

Hasil penelitian mengenai pemanfaatan limbah serbuk pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku papan partikel dengan perekat *Urea Formaldehid UF*, dapat disimpulkan bahwa:

1. Variasi rasio serbuk pelepah kelapa sawit dan perekat *Urea Formaldehid UF* memberikan pengaruh berbeda terhadap sifat fisik dan mekanis papan partikel. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air dan kuat lentur (MOR), tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap densitas dan porositas.
2. Nilai densitas papan partikel berkisar 0,505-0,572 g/cm³ dan seluruh perlakuan memenuhi persyaratan SNI 03-2105-2006 untuk papan partikel. Nilai porositas berkisar 49,670-51,526%, sedangkan kadar air berkisar 4,4-6,4% dengan hasil yang umumnya masih sesuai dengan persyaratan standar.
3. Perlakuan A3 (rasio serbuk : perekat *Urea Formaldehid UF* = 80 : 20) merupakan perlakuan terbaik karena menghasilkan nilai kuat lentur (MOR) tertinggi sebesar 9,627 MPa dengan densitas 0,572 g/cm³, menunjukkan bahwa penambahan perekat *Urea Formaldehid UF* sebesar 20% mampu meningkatkan kualitas papan partikel.
4. Berdasarkan proses pres mekanis dapat disimpulkan bahwa tahap proses pembuatan papan partikel karena memadatkan campuran serbuk pelepah kelapa sawit dan perekat *Urea Formaldehid UF*, sehingga mengurangi rongga pada papan partikel. Pada penelitian ini, pres mekanis dilakukan menggunakan cetakan berukuran 18 cm × 18 cm dengan tinggi 5 cm, dan waktu pengempaan selama 24 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiansyah, A., Dabukke, H., Sijabat, S., & Halawa, E. (2023). Pembuatan Papan Partikel (Partikel Board) dari Akar Kalapa Sawit dengan Inisiator BPO dan PP-g-MA. *Jurnal Teknologi, Kesehatan & Ilmu Sosial*, 5(1), 146-152.
- Aisyah, S., Mulyara, B., Adini, I., & Purwanto, H. (2025). Pembuatan papan partikel berbasis kulit tanduk kopi dan tandan kosong kelapa sawit. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 19(3), 726-733.
- Armadi, & amri. (2021). *Pengaruh Ukuran Variasi Serbuk Papan Partikel Dari Campuran Limbah Pelepah Sawit Dengan Plastik Daur Ulang*.
- Bintani, K., Haris, A., & Kunci, K. (2009). Papan partikel dari pelepah kelapa sawit. *PAPAN PARTIKEL DARI PELEPAH KELAPA SAWIT Oleh*, 4(38).
- Dewi, G. K., Widyorini, R., Aini, E. N., & Jihad, A. N. (2023). BERBASIS MALTODEKSTRIN PADA DUA METODE KEMPA (Properties of Petung Bamboo Particleboard with Maltodextrin-based Adhesive in Two Different Press Methods). *SIFAT PAPAN PARTIKEL BAMBU PETUNG DENGAN PEREKAT BERBASIS MALTODEKSTRIN PADA DUA METODE KEMPA*, 41(3).
- Farid, M., & Ardhyanta, H. (2017). *Isolasi Selulosa dari Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Nano Filler Komposit Absorpsi Suara : Analisis FTIR*. 6(2), 228–231.
- Husna, R., Yana, D., Kusmawati, I., Aisah, N., Ginting, D., & Syahputra, R. F. (2023). Fabrikasi Papan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Penambahan Bahan Fluoresensi Fosfor. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 7(2), 176-185.
- Lestari, A., & Mora, M. (2018). Pengaruh Variasi Massa Batang Pisang dan Cangkang Kelapa Sawit terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Papan Partikel Menggunakan Perekat Resin Epoksi. *Jurnal Fisika Unand*, 7(2), 124–129.
- Muhamad, S., Mulyosari, D., Anggiri, S., & Wijayanto, A. (2025). Sifat Fisis Dan Mekanis Papan Partikel Kayu Sengon (*Falcataria Moluccana*) Akibat Perlakuan Pendahuluan Panas. *Sifat Fisis Dan Mekanis Papan Partikel Kayu Sengon (Falcataria Moluccana) Akibat Perlakuan Pendahuluan Panas*, 10(1), 47-53.
- Lubis, W. P., Gultom, R., & Tanjung, T. A. (2017). PALPABO (PALM PARTICEL BOARD): INOVASI PAPAN BERKUALITAS DARI PELEPAH DALAM UPAYA MENOPTIMALISASI PEMANFAATAN LIMBAH PELEPAH KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Saintika*, 17(1), 35–40.
- Meldayanoor, M., Darmawan, M. I., & Norhalimah, N. (2020). Pembuatan Papan Komposit dengan Memanfaatkan Limbah Pelepah Kelapa Sawit dan Plastik Polyethylene Terephthalate (PET) Daur Ulang. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 7(1), 56-69.
- Mujtahid, I. A. (2024). *Karakteristik Papan Partikel Campuran Serbuk Gergajian Kayu Sengon (Falcataria Moluccana Miq.) Dan Cangkang Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.)* (Doctoral dissertation, UNIVESITAS JAMBI).
- Sudiryanto, G., Islam, U., & Ulama, N. (2015). *MEKANIK PAPAN PARTIKEL KAYU SENGON (Paraserienthes Falcataria (L) Nielson)*. 6(1), 67-74.
- Yetti, F. E. (2019). Pengaruh Presentase Massa Partikel Kayu dan Serat Lidah Mertua pada Core terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel. *Pengaruh Presentase Massa Partikel Kayu Dan Serat Lidah Mertua Pada Core Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Papan Partikel*, 8(4), 380-386.