

## PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) DAN SERBUK BAMBU SEBAGAI BAHAN PENGISI PAPAN PARTIKEL

### *Utilization of Plastic Waste and Bamboo Powder as Particle Board Filling Materials*

I Wayan Sugiarta\*, Aryani Rofaida\*, Shofia Rawiana\*, Pathurahman\*, Suparjo\*

\*Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram, Jl Majapahit 62 Mataram

Email : [sugiarta69@unram.ac.id](mailto:sugiarta69@unram.ac.id), [aryanirofaida@unram.ac.id](mailto:aryanirofaida@unram.ac.id), [sshofiarawiana@yahoo.co.id](mailto:sshofiarawiana@yahoo.co.id),  
[Pathurftunram@gmail.com](mailto:Pathurftunram@gmail.com), [suparjo14867@yahoo.com](mailto:suparjo14867@yahoo.com)

#### **Abstrak**

*Kebutuhan papan kayu terus meningkat sehingga menyebabkan ketersediaan kayu hutan semakin menipis. Salah satu bahan yang bisa digunakan sebagai pengganti kayu adalah bambu yaitu dengan memanfaatkan serbuknya untuk bahan pengisi papan partikel. Dalam pembuatan papan partikel dibutuhkan lem sebagai perekat dan salah satu alternatif untuk perekat ini dapat memanfaatkan plastik jenis Polyethylene Terephthalate (PET). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh proporsi filler serbuk bambu dan plastik PET terhadap sifat fisik dan mekanis papan partikel. Pada penelitian ini di gunakan lima variasi proporsi berbeda antara filler serbuk bambu dan plastik PET yaitu 60:40, 50:50, 60:40, 70:30, dan 80:20. Pengujian sifat fisik meliputi uji kerapatan, uji kadar air, uji daya serap air, uji pengembangan tebal. Sedangkan pada pengujian sifat mekanis terdiri dari uji Modulus of Rapture (MOR), Modulus of Elasticity (MOE), dan keteguhan rekat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi filler serbuk bambu yang digunakan maka semakin rendah nilai kerapatan, keteguhan patah (MOR), keteguhan lentur (MOE), dan keteguhan rekat. Sifat mekanik papan partikel dilihat dari nilai keteguhan lentur (MOE) tidak memenuhi standar sebagai papan partikel struktural berdasarkan SNI 03-2015-2006.*

*Kata kunci : Bambu, Plastik PET, Papan partikel.*

#### **PENDAHULUAN**

Bahan papan biasanya diperoleh dari kayu-kayu yang berasal dari hutan. Namun kayu di hutan akan semakin menipis apabila kebutuhan papan ini terus meningkat, salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan mencari bahan pengganti yang memiliki kualitas yang bagus. Salah satu bahan yang bisa digunakan sebagai pengganti kayu adalah bambu dengan memanfaatkan serat ataupun serbuknya sebagai bahan pengisi papan partikel.

Papan partikel merupakan salah satu jenis kayu pabrikan yang terbuat dari campuran keping kayu atau bahan alam sejenis yang dicampur dengan lem resin sintetis dan dipres atau ditekan menjadi lembaran-lembaran keras dalam ketebalan tertentu. Meningkatkan industri papan partikel juga didukung oleh perkembangan diberbagai sektor industri seperti sektor perumahan, bangunan dan *furniture* yang menjadi konsumen utama industri tersebut.

Alternatif pemanfaatan limbah plastik sebagai pengganti lem resin sintetis perlu dicoba sehingga limbah plastik dapat digunakan sebagai salah satu bahan baku pada industri pembuatan papan partikel. Pembuatan komposit dengan menggunakan matriks dari limbah plastik yang sudah didaur ulang, maka dapat mengurangi jumlah limbah plastik serta menambah nilai jual terhadap limbah plastik tersebut. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh proporsi *filler* serbuk bambu dan plastik PET terhadap sifat fisik dan mekanik papan partikel.

## TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang pembuatan papan partikel dengan variasi proporsi limbah plastik *Polypropylene* (PP) dan sekam padi menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi plastik PP yang digunakan akan semakin rendah kerapatan, kadar air, keteguhan patah, dan keteguhan lenturnya. Sifat mekanisnya yaitu keteguhan patah dan keteguhan lentur tidak memenuhi dengan standar JIS A 5908 untuk papan partikel struktural (Hasni, 2008).

Septiari, dkk (2014) melakukan penelitian tentang pembuatan papan partikel dari limbah plastik *Polypropylene* (PP) dan tangkai bambu. Hasil pengujiannya menunjukkan bahwa daya serap air dan kuat tekan memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2105-2006 yaitu pada eksperimen pertama daya serap air 14.34 % dan kuat tekan 671 kgf/cm<sup>2</sup> dan pada eksperimen kedua pada tekanan terbaik saat proses pencetakan papan partikel yaitu 35 kgf/cm<sup>2</sup> dengan daya serap air 6.93 % dan nilai kuat tekan 878 kgf/cm<sup>2</sup>.

Serat bambu tunggal yang diberi perlakuan NaOH selama 2 jam menghasilkan peningkatan tegangan, regangan dan modulus elastisitas dibandingkan dengan tanpa perlakuan alkali. Nilai optimal terjadi pada konsentrasi NaOH 5% dengan tegangan tarik maksimum sebesar 714.975 MPa, regangan maksimum 0.0267 % dan modulus elastisitas maksimum 26818.276 MPa (Anggara, 2019).

Proporsi *filler* serbuk bambu dan perekat plastik LLDPE memberikan pengaruh pada sifat fisik dan mekanis papan partikel. Semakin besar jumlah plastik pada papan partikel maka akan semakin baik nilai sifat fisik dan mekaniknya. Kualitas papan partikel terbaik terdapat pada papan dengan proporsi *filler* serbuk bambu dan plastik LLDPE 40:60 %, dengan nilai rata-rata uji kerapatan adalah 0.848 gr/cm<sup>3</sup>, uji kadar air 3.936 %, uji daya serap air 2 jam dan 24 jam berturut turut adalah 8.811 % dan 19.075 %, uji pengembangan tebal 4.504 %. Sedangkan nilai sifat mekanik dengan rata-rata uji MOR adalah 9.355 MPa, uji MOE adalah 86.585 MPa, uji keteguhan rekat adalah 0.474 MPa, uji kuat tarik sekrap 110.525 kgf, nilai daktilitas 1.404. Dimana semua pengujian tersebut masuk dalam SNI 03-2015-2006, kecuali uji MOE yang belum memenuhi standar (Rofaida, 2021).

Pengujian papan partikel untuk mengetahui sifat fisik dan mekaniknya dilakukan sesuai dengan standar yaitu SNI 03-2105-2006. Pengujian sifat fisik papan partikel meliputi uji kerapatan, kadar air, daya serap, dan pengembangan tebal. Sedangkan pengujian sifat mekanik papan partikel meliputi pengujian modulus elastisitas lentur (MOE), keteguhan lentur (MOR), dan keteguhan rekat.

### Uji Kerapatan

Hasil pengukuran uji kerapatan dapat dihitung dengan Persamaan (1) berikut.

$$\text{Kerapatan (g/cm}^3\text{)} = \frac{B}{I} \dots\dots\dots (1)$$

dengan: B = berat (gram), I = isi/volume (cm<sup>3</sup>)

### Uji Kadar Air

Hasil pengukuran uji kadar air dapat dihitung dengan Persamaan (2) berikut.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B_a - B_k}{B_k} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

dengan :  $B_a$  = berat awal (gram),  $B_k$  = berat kering mutlak (gram)

### Uji Daya Serap

Hasil pengukuran uji daya serap air dapat dihitung dengan Persamaan (3) berikut.

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

dengan :  $B_1$  = berat awal (gram),  $B_2$  = berat setelah direndam (gram)

### Uji Pengembangan Tebal

Hasil pengukuran uji pengembangan tebal dapat dihitung dengan Persamaan (4) berikut.

$$\text{Pengembangan tebal (\%)} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

dengan :  $T_1$  = tebal sebelum direndam air (mm),  $T_2$  = tebal setelah direndam air (mm)

### Uji Modulus Elastisitas Lentur (MOE) dan Keteguhan Lentur (MOR)

Hasil pengukuran uji MOE dan MOR dapat dihitung dengan Persamaan (5) dan Persamaan (6) berikut.

$$\text{Modulus elastisitas lentur/MOE (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{S^2}{4 \times L \times T^3} \times \frac{\Delta_B}{\Delta_D} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Keteguhan lentur/MOR (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{3 \times B \times S}{2 \times L \times T^2} \dots\dots\dots (6)$$

dengan :  $B$  = beban maksimum (kgf),  $S$  = jarak sangga (cm),  $L$  = lebar (cm),  $T$  = tebal (cm),  $\Delta_B$  = selisih beban ( $B_1 - B_2$ ) yang diambil dari kurva (kgf),  $\Delta_D$  = defleksi yang terjadi pada selisih beban ( $B_1 - B_2$ ) (cm).

### Uji Keteguhan Rekat

Hasil pengukuran uji keteguhan rekat dapat dihitung dengan Persamaan (7) berikut .

$$\text{Keteguhan rekat (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{B}{P \times L} \dots\dots\dots (7)$$

dengan :  $B$  = beban maksimum (kgf),  $P$  = panjang (cm),  $L$  = lebar (cm).

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bambu, plastik *Polyethlyne Terphthalate* (PET), NaOH padat, *Xylene*, resin *polyester yukalac 157*.

Peralatan yang digunakan untuk membuat papan partikel adalah wajan, kompor, baskom tahan panas, sikat besi, timbangan digital, oven, parang, blender, ayakan, klem kayu, alat pencetak papan partikel, *hidraulik jack*, *table saw*, dan bor. Sedangkan Peralatan yang digunakan pada pengujian benda uji adalah (a). uji sifat fisik yaitu jangka sorong, timbangan digital, baskom/ember, mistar dan (b). uji sifat mekanik yaitu *Universal Testing Machine* (UTM), jangka sorong, dan mistar.

## Pembuatan Papan Partikel

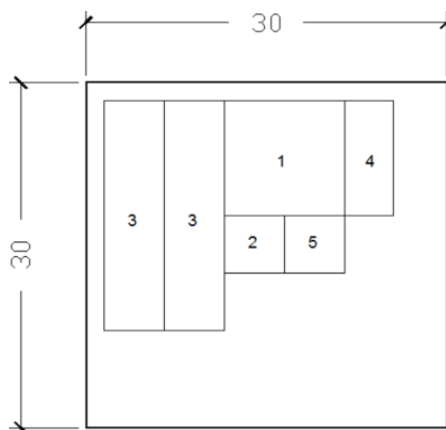
Proses pembuatan serbuk bambu dilakukan dengan cara kimia mekanis. Pertama-tama mencacah serbuk bambu yang didapat melalui proses perendaman dengan NaOH menggunakan parang dan menghaluskannya menggunakan belender sehingga berukuran serbuk halus. Mengayak serbuk bambu sehingga menghasilkan serbuk yang tertahan pada ayakan ukuran 30 mesh. Selanjutnya memotong plastik PET sehingga ukurannya kurang lebih 2 cm. Mempersiapkan serbuk bambu dan plastik PET dengan perbandingan berat yaitu 40:60, 50:50, 60:40, 70:30, 80:20. Adapun jumlah kebutuhan filler serbuk bambu dan perekat dari plastik PET dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Langkah berikutnya yaitu mencairkan plastik PET yang berfungsi sebagai perekat menggunakan wajan dan kompor pada suhu leleh 122 – 124 °C. Masukkan plastik dan larutan *xylene*. Memasukkan serbuk bambu sesuai perbandingan yang telah ditentukan. Menyiapkan alat cetakan berukuran 30x30 cm. Memasukkan campuran papan partikel selagi panas ke dalam alat cetakan. Mengempa campuran yang telah disiapkan menggunakan *hidraulic jack* dengan tekanan 35 kgf/cm<sup>2</sup> selama 30 menit. Papan partikel didiamkan pada suhu kamar (25-30°C) untuk penyeragaman kadar air selama 7 sampai 14 hari.

**Tabel 1.** Kebutuhan filler serbuk bambu dan perekat plastik PET

| Benda uji | Proporsi     |         | Berat Filler (gram) | Berat Perekat (gram) | Jumlah Sampel |
|-----------|--------------|---------|---------------------|----------------------|---------------|
|           | Filler       | Perekat |                     |                      |               |
| A         | 0.40         | 0.60    | 413.44              | 429.55               | 3             |
| B         | 0.50         | 0.50    | 441.00              | 381.82               | 3             |
| C         | 0.60         | 0.40    | 472.50              | 327.27               | 3             |
| D         | 0.70         | 0.30    | 508.85              | 264.34               | 3             |
| E         | 0.80         | 0.20    | 551.25              | 190.91               | 3             |
|           | Jumlah       |         | 2387.03             | 1593.88              |               |
|           | Jumlah Total |         | 7161.10             | 4781.64              | 15            |

Papan partikel yang telah selesai dicetak selanjutnya dipotong-potong dan diuji sesuai dengan SNI 03-2105-2006. Pola pemotongan benda uji dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



**Gambar 1.** Pola pemotongan benda uji

Keterangan : 1 = Contoh uji kerapatan dan kadar air, berukuran 10 cm x 10 cm; 2 = Contoh uji daya serap air dan pengembangan tebal, berukuran 5 cm x 5 cm; 3 = Contoh uji MOE dan MOR, berukuran 5 cm x 20 cm; 4 = Contoh uji kekuatan rekat, berukuran 5 cm x 5 cm; 5 = Contoh uji kuat pegang sekrup, berukuran 5 cm x 10 cm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Sifat Fisik.

Pengujian sifat fisik meliputi uji kerapatan, kadar air, daya serap, dan pengembangan tebal. Adapun hasil pengujian sifat fisik papan partikel dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Hasil uji sifat fisik papan partikel

| No | Benda uji | Pengujian                      |               |                        |                        |                        |
|----|-----------|--------------------------------|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|    |           | Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> ) | Kadar air (%) | Daya serap (2 jam) (%) | Daya serap (24 jam)(%) | Pengembangan tebal (%) |
| 1  | A         | 0.789                          | 1.469         | 8.453                  | 28.618                 | 5.980                  |
| 2  | B         | 0.710                          | 2.313         | 10.107                 | 34.559                 | 6.794                  |
| 3  | C         | 0.633                          | 2.882         | 14.740                 | 47.583                 | 7.683                  |
| 4  | D         | 0.514                          | 3.589         | 15.465                 | 52.269                 | 11.347                 |
| 5  | E         | 0.476                          | 4.015         | 18.727                 | 58.905                 | 13.030                 |

Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa papan partikel dengan perbandingan *filler* serbuk bambu dan plastik PET 40:60 % mempunyai nilai rata-rata kerapatan tertinggi yaitu 0.789 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan papan partikel dengan perbandingan 80:20 % mempunyai nilai rata-rata kerapatan terendah yaitu 0.476 gr/cm<sup>3</sup>. Dari hasil pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa semakin banyak *filler* serbuk bambu yang digunakan maka hasil uji kerapatan akan semakin rendah. Dan semakin banyak plastik yang digunakan maka hasil uji kerapatan akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Hasni (2008) dan Rofaida (2021). Target sasaran papan partikel yang dibuat pada pengujian ini yaitu 0.6 g/cm<sup>3</sup>. Hasil dari pengujian kerapatan papan partikel telah memenuhi standar SNI 03-2015-2006 yang berkisar antara 0.4 – 0.9 gr/cm<sup>3</sup>.

Tabel 2 di atas juga menunjukkan bahwa papan partikel dengan perbandingan *filler* serbuk bambu dan plastik PET 40:60 % mempunyai nilai kadar air terendah yaitu 1.469 %. Hasil pengujian nilai kadar air ini lebih rendah dari nilai kadar air yang dihasilkan pada penelitian Rofaida (2021) dan hampir sama dengan yang dihasilkan oleh Manik (2009). Data yang dihasilkan pada pengujian ini menunjukkan hasil yang sangat baik dikarenakan rendahnya nilai kadar air yang terdapat pada papan partikel. Hal tersebut kemungkinan disebabkan karena menggunakan serbuk bambu dengan proses pengeringan selama 3 hari pada oven bersuhu 74-80 °C. Dari hasil pengujian kadar air papan partikel telah memenuhi standar SNI 03-2015-2006 yang mensyaratkan nilai kadar air <14%.

Sementara itu, nilai daya serap air selama 2 jam dan 24 jam pada Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa papan partikel dengan perbandingan *filler* serbuk bambu dan plastik PET 40:60 % mempunyai nilai daya serap air yang terendah yaitu 8.453 % dan 28.618 %. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa semakin banyak *filler* serbuk bambu yang digunakan maka nilai daya serap air akan semakin tinggi. Dan semakin banyak plastik yang digunakan maka nilai uji daya serap air akan semakin rendah. Sedangkan hasil pengujian pengembangan tebal papan partikel menunjukkan bahwa pengembangan tebal papan partikel dengan perbandingan *filler* serbuk bambu dan plastik PET 40:60 % mempunyai nilai pengembangan tebal terendah yaitu 5.980 %. Semakin besar jumlah plastik yang digunakan dalam pembuatan papan partikel maka pengembangan tebal papan partikel semakin kecil, hal ini disebabkan oleh plastik yang bersifat *hydrophobic* yang menghalangi masuknya air ke dalam papan partikel. Hasil ini juga bersesuaian dengan hasil penelitian Hasni (2008), Manik (2009), dan Rofaida (2021).

Berdasarkan standar SNI 03-2015-2006 nilai daya serap air berkisar antara 6% – 40% dan nilai pengembangan tebal yaitu  $\leq 12\%$ , maka papan partikel ini memenuhi spesifikasi.

### Pengujian Sifat Mekanik.

Hasil pengujian sifat mekanik papan partikel dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Hasil uji sifat mekanik papan partikel

| No | Benda uji | MOR<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | MOE<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | Keteguhan rekat<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) |
|----|-----------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| 1  | A         | 90.705                        | 750.174                       | 3.524                                     |
| 2  | B         | 80.652                        | 418.044                       | 3.290                                     |
| 3  | C         | 64.570                        | 383.422                       | 2.139                                     |
| 4  | D         | 55.662                        | 316.612                       | 1.298                                     |
| 5  | E         | 46.377                        | 224.056                       | 0.598                                     |

Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa semakin bertambah proporsi *filler* serbuk serbuk bambu pada papan partikel maka semakin kecil nilai rata-rata MOR papan partikel. Dan semakin banyak proporsi plastik yang digunakan maka nilai rata-rata MOR akan semakin tinggi. Nilai rata-rata MOR terbesar dimiliki oleh papan partikel dengan perbandingan *filler* serbuk bambu dan plastik PET 40:60 % dengan nilai 90.705 kgf/cm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai rata-rata MOR terkecil dimiliki oleh papan partikel dengan perbandingan *filler* serbuk bambu dan plastik PET 80:20 % dengan nilai 46.377 kgf/cm<sup>2</sup>. Pada pengujian MOR ini menunjukkan bahwa papan partikel dengan perbandingan *filler* serbuk bambu dan plastik PET 40:60 % saja yang masuk pada standar SNI 03-2015-2006 yang nilainya  $\geq 82$  kgf/cm<sup>2</sup>. Nilai rata-rata MOE terbesar dimiliki oleh papan partikel dengan perbandingan *filler* serbuk bambu dan plastik PET 40:60 % dengan nilai 750.174 kgf/cm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai rata-rata MOE terkecil dimiliki oleh papan partikel dengan perbandingan *filler* serbuk bambu dan plastik PET 80:20 % dengan nilai 224.056 kgf/cm<sup>2</sup>. Pada pengujian MOE ini menunjukkan bahwa tidak ada satupun yang memiliki elastisitas tinggi atau tidak sesuai standar SNI 03-2015-2006 yang nilainya  $\geq 20400$  kgf/cm<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan perilaku yang serupa seperti yang dihasilkan oleh Manik (2008) dan Rofaida (2021) yaitu papan partikel ini tidak dapat digunakan sebagai papan partikel struktural.

Semakin tinggi kerapatan papan partikel maka keteguhan rekat pada papan partikel akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan kemampuan antara papan partikel yang baik terjadi pada kerapatan yang tinggi, sehingga kekuatan patah papan partikel akan semakin tinggi. Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa papan partikel dengan perbandingan 40:60 % mempunyai nilai rata-rata keteguhan rekat tertinggi yaitu 3.524 kgf/cm<sup>2</sup>. Hasil ini sedikit lebih rendah dari nilai yang dihasilkan pada penelitian Rofaida (2021) yaitu sebesar 4.74 kgf/cm<sup>2</sup>. Pada pengujian keteguhan rekat ini menunjukkan bahwa hanya papan partikel dengan perbandingan *filler* serbuk bambu dan plastik PET 80:20 % dan 70:30 % saja yang tidak masuk pada standar SNI 03-2015-2006 yang nilainya  $\geq 1,5$  kgf/cm<sup>2</sup>.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi *filler* serbuk bambu yang digunakan maka semakin rendah nilai kerapatan, keteguhan lentur (MOR), Modulus elastisitas lentur (MOE), dan keteguhan rekat. Berdasarkan pengujian sifat fisik maka semua benda uji memenuhi spesifikasi.

Sedangkan berdasarkan pengujian sifat mekanik maka papan partikel dengan proporsi *filler* dan plastik PET 40%:60% dilihat dari nilai keteguhan lentur (MOR) memenuhi standar SNI 03-2015-2006 namun jika dilihat dari nilai modulus elastisitas lentur (MOE) maka tidak memenuhi standar sebagai papan partikel struktural berdasarkan SNI 03-2015-2006.

### Saran

Perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut tentang sifat fisik dan sifat mekanik papan partikel menggunakan jenis plastik dan serbuk alam yang lain.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, A.L. (2019). *Studi Sifat Fisis dan Mekanis Serbuk Bambu Tunggal dengan Perlakuan Alkali NaOH Selama 2 Jam*. Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Anonim. (2006). *SNI 03-2105-2006. Papan Partikel*. Badan Standardisasi Nasional, Indonesia.
- Harwanda, M.S. (2015). *Pembuatan Papan Partikel dari Sabut Kelapa dengan Menggunakan Perekat Limbah Plastik Polipropilena dan Polistirena*. Tugas Akhir, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Hasni, R. (2008). *Pembuatan Papan Partikel dari Limbah Plastik dan Sekam*. Tugas Akhir, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Manik, J. (2009). *Karakteristik Papan Komposit Berbahan Limbah Batang Kelapa Sawit dengan Matriks Linear Low Density Polyethylene (LLDPE)*. Tugas Akhir, Universitas Sumatera Utara.
- Morisco. (1999). *Rekayasa Bambu*. Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Rofaida, A., Pratama, R.M., Sugiarta, I W., Widianty, D. (2021). *Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel Akibat Penambahan Filler Serbuk Bambu*. Spektrum Sipil. 8(1) : 1-11.
- Sari, N.M. (2011). *Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Partikel Dari Limbah Plastik Jenis HDPE (High Density Polyethylene) Dan Ranting/Cabang Karet*. Jurnal Riset Industri Hasil Hutan. 3(1) : 7-14.
- Septiari, I.A.P.W., Karyasa, I.W., dan Ngadiran Kartowarsono. (2014). *Pembuatan Papan Partikel dari Limbah Plastik Polypropylene (PP) dan Tangkai Bambu*. Jurnal Jurusan Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja.