

---

**PREPARASI DAN SIFAT MEKANIK PAPAN PARTIKEL BERBASIS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT**

**PREPARATION AND MECHANICAL PROPERTIES OF PARTICLE BOARDS BASED ON EMPTY PALM OIL FRUIT BUNCHES**

**Tiurma Rotua Sitorus<sup>1)\*</sup>, Sakiah<sup>2)</sup>, Arief Setiawan Sutanto<sup>3)</sup>**

<sup>1,2</sup> Budidaya Perkebunan, Institut Teknologi Sawit Indonesia

<sup>3</sup> PT LPP Agro Nusantara, Medan

\*Corresponding Email : [tiurmarotuasitorus@gmail.com](mailto:tiurmarotuasitorus@gmail.com)

---

**Abstract**

*This research was conducted to determine the quality of particle board using the raw material of empty palm oil bunches with different compositions. Oil palm is a plantation crop that has an important role in Indonesia today. This plant is a plant that produces vegetable oil and its derivative products. The processing of Empty Palm Oil Bunches (EPFB) into particle board as a strategy for utilizing solid waste from palm oil processing was carried out in March - June 2020. Quality tests were carried out to determine the water content, bulk density, and composition ratio of the best OPEFB-polyurethane resin for producing high-quality particle boards. The moisture content of the OPEFB fiber was obtained at 43.34%, while the maximum density and hardness of the Hardness Rockwell Scale B (HRB) can be obtained with a ratio of OPEFB fiber to resin (50:50) 50% OPEFB and 50% resin with a bulk density of 186.70 gr/cm<sup>3</sup> and hardness of 60 HRB. The water content affects the resistance and weight of the contents so it needs to be dried. While the high bulk density affects the particle density thereby increasing the hardness of the material. This research was conducted at the STIPAP Medan Soil and Fertilizer Laboratory and the Medan Industrial Chemical Technology Polytechnic Lab. This research was conducted in March - June 2020. This research was a descriptive study. The parameters observed were moisture content, hardness, and bulk density. The data obtained were analyzed descriptively. Based on research conducted, the greater the mass of the board, the higher the weight of the particle board. Meanwhile, the hardness of particle board is influenced by bulk density and moisture content of particle board.*

**Keywords :** CPO, screw press, loading ramp, sterilizer, auto feeder

**How to Cite :** Sitorus, T.R., Sakiah, dan Sutanto, A.S. (2023). Pembuatan dan Uji Pada Papan Partikel Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Komposisi Bahan Yang Berbeda. Jurnal Agro Fabrica Vol.5 (1) : 22-31.

---

**PENDAHULUAN**

Minyak kelapa sawit merupakan salah satu komoditas pertanian utama dan unggulan yang sangat penting bagi

Indonesia, selain itu minyak kelapa sawit adalah sumber minyak nabati terbesar di dunia. Perkembangan industri minyak kelapa sawit saat ini sangat pesat dan

Indonesia adalah produsen dan eksportir minyak kelapa sawit yang terbesar di seluruh dunia. Menurut data Indexmundi yang bersumber dari U.S Department of Agriculture, sepanjang tahun 2019 Indonesia menghasilkan 43.000 MT minyak kelapa sawit (*Palm Oil*) dan jumlah ini meningkat 3,61 % dari tahun sebelumnya. Jumlah produksi minyak kelapa sawit (*Palm Oil*) Indonesia merupakan yang terbesar di dunia. Kelapa sawit sebagai tanaman penghasil minyak kelapa sawit dan inti kelapa sawit juga menjadi sumber penghasil devisa non-migas bagi Indonesia. Luas lahan perkebunan kelapa sawit di Indonesia tahun 2017 tercatat 12,3 juta hektar dengan produksi minyak sawit 35,36 juta ton (Ditjenbun, 2016).

Peningkatan luas areal kelapa sawit yang diiringi dengan peningkatan produksi kelapa sawit memiliki konsekuensi berupa peningkatan jumlah limbah kelapa sawit yang dihasilkan. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan salah satu limbah dari pabrik yang jumlahnya sangat melimpah. Pengolahan kelapa sawit menjadi minyak sawit mentah akan menghasilkan TKKS 20 – 23 % dari total tandan buah segar yang diolah dan ini masih menjadi permasalahan dalam agroindustri perkebunan (Silalahi dan

Supijatno, 2017; Darmosarkoro dan Rahutomo, 2010).

TKKS merupakan bahan organik yang memiliki potensi sebagai bahan pembenah tanah dan sumber hara bagi tanaman, potensi ini didasarkan pada materi TKKS yang merupakan bahan organik dan sebagai sumber hara. TKKS mengandung 42,8% C, 2,90% K<sub>2</sub>O, 0,80% N, 0,22% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,30% MgO dan unsur-unsur mikro antara lain 10 ppm B, 23 ppm Cu, dan 51 ppm Zn (Darmosarkoro dan Rahutomo, 2010). Komponen penyusun terdiri dari berbagai macam serat dengan komposisi antara lain selulosa sekitar 45,9 %; hemiselulosa sekitar 16,5 % dan lignin sekitar 22,8 % (Darmosarkoro dan Winarna, 2010).

Strategi yang perlu ditempuh dalam pengelolaan limbah TKKS adalah antara lain mengurangi volume limbah, menurunkan daya cemar limbah dan meningkatkan nilai tambah (Said, 1996). Berbagai penelitian pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku berbagai produk telah dilakukan sebagai upaya meningkatkan nilai produk, seperti bahan baku bioplastik ramah lingkungan (Dewanti, 2018), bahan baku biobriket arang (Giyanto and Sinaga, 2018), bahan baku biochar sebagai pembenah tanah (Lukas et al, 2018), bahan baku kompos sebagai pupuk organik (Satria et al, 2018)

dan pemanfaatan sebagai mulsa di perkebunan kelapa sawit (Sakiah et al, 2019).

Mengingat bahan penyusun TKKS berupa selulosa, hemiselulosa dan lignin maka berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku industri seperti papan partikel untuk kemudian diolah menjadi produk keperluan rumah tangga seperti meja, kursi ataupun lemari. Papan partikel adalah hasil pengempaan panas campuran partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dengan perekat organik serta bahan lain (BSN, 2016). Oleh karena itu dalam penelitian ini akan membahas pemanfaatan TKKS untuk membuat papan partikel dengan menitikberatkan pada kombinasi TKKS dengan kadar air tertentu dan resin polimer yang digunakan sebagai pengikat untuk mendapatkan papan partikel dengan kualitas terbaik.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Tanah dan Pupuk Institut Teknologi Sawit Indonesia (ITSI) dan Lab Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan. Waktu penelitian, mulai dari bulan Maret-Agustus 2020.

### Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitik dengan

membahas beberapa variabel yang terdiri dari variabel terikat yaitu kualitas papan partikel yang dianalisa dari bobot isi dan kekerasannya serta variabel bebas yang terdiri dari 2 macam yaitu variabel P : perbandingan komposisi serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan resin polyurethane serta variabel M : Bobot papan partikel yang dibentuk.

Variabel bebas pertama yaitu M (Bobot bahan untuk papan partikel) terdiri dari :

M1 → 100 gr

M2 → 200 gr

M3 → 300 gr

Sementara variabel bebas kedua yaitu P (ratio perbandingan komposisi serat TKKS dan resin) terdiri dari :

P1 → 30:70 = 30% serat : 70% resin

P2 → 40:60 = 40% serat : 60% resin

P3 → 50:50 = 50% serat : 50% resin

Dengan demikian diperoleh 9 kombinasi dalam pembuatan papan partikel dari serat TKKS yang dapat ditunjukkan melalui tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan

P1M1	P1M2	P1M3
P2M1	P2M2	P2M3
P3M1	P3M2	P3M3

## Bahan dan Peralatan

Bahan yang di gunakan ialah serat TKKS yang diperoleh dari PKS Adolina PTPN IV, resin *Polyurethane*, dan Air. Alat yang digunakan yaitu wadah dan Pengaduk, Oven, Timbangan Digital, Sarung Tangan, Gelas Ukur, Sendok Semen, Mal Cetakan, Universal Testing Machine Hardness Rockwell B.

## Prosedur Kerja

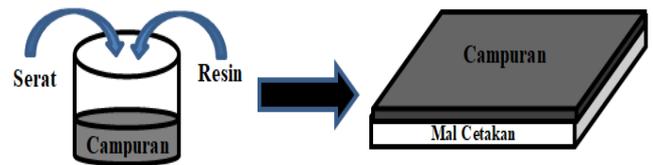
### Preparasi Tandan Kosong Kelapa Sawit

Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) ditimbang sebanyak 500 gr (berat awal WoTKKS) lalu dicuci dengan air detergen agar kotoran yang melekat pada serat hilang, setelah serat TKKS bersih kemudian dijemur. Untuk perlakuan awal, serat dijemur di matahari selama  $\pm 4$  hari dengan kriteria serat kering, tidak ada gumpalan, warna cerah. Setelah kering serat TKKS kemudian ditimbang bobotnya dalam gram dan dicatat sebagai bobot akhir serat TKKS.

### Pembuatan Papan Partikel

Serat TKKS yang telah dikeringkan dimasukkan kedalam wadah kosong, lalu serat TKKS tersebut dicampurkan dengan resin *polyurethane* sesuai perbandingan dan bobot bahan yang telah ditentukan dalam desain penelitian. Setelah campuran tercampur dengan sempurna dan terasa alot saat diaduk lalu

campuran tersebut dituangkan kedalam mal cetakan untuk ukuran 21,8 cm x 11,9 cm. Setelah mal cetakan terisi penuh lalu diratakan permukaannya dengan sendok semen sambil dipadatkan dan ditekan selama lima menit, lalu dibiarkan selama 30 menit sampai kering dan keras sehingga dapat dilepaskan dari mal cetakan.



Gambar 1. Ilustrasi pembuatan papan partikel

### Finishing

Papan partikel yang sudah kering tersebut kemudian diampelas dengan kertas pasir ukuran 400 # hingga permukaan papan menjadi halus dan tidak ada tonjolan-tonjolan pada permukaan papan partikel. Kemudian berat papan partikel tersebut di timbang dan dicatat sebagai berat awal papan partikel. Setelah itu papan partikel dimasukkan ke dalam oven untuk dikeringkan kembali pada suhu 105 °C selama 24 jam. Setelah papan partikel kering oven kemudian bobotnya ditimbang dan di catat sebagai bobot akhir kering oven papan partikel.

### Prosedur Pengujian

#### Kadar Air

Kadar air serat TKKS diamati dengan mengumpulkan data bobot serat

TKKS awal dan berat serat TKKS kering matahari. Kemudian dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat Serat TKKS Awal} - \text{Berat Serat TKKS Kering}}{\text{Berat Serat TKKS Awal}} \times 100\%$$

### Bobot Isi

Bobot isi papan partikel yang diamati yaitu saat kondisi awal papan partikel selesai dibentuk dan bobot isi kondisi akhir setelah papan partikel kering dari oven. Data yang diperlukan yaitu berat awal papan partikel (WoPP), berat akhir oven papan partikel (WaPP) dan volume dari papan partikel V (cm<sup>3</sup>).

$$\text{Bobot isi (gr/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Berat Papan Partikel (gr)}}{\text{Volume cm}^3 \text{ (p x l x tebal papan)}}$$

Keterangan :

- p : Panjang
- l : Lebar
- t : tebal

### Uji Kekerasan Papan Partikel

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan mesin *hardness rockwell B* (HRB) untuk mendapatkan karakteristik sifat material terhadap beban tekan. Sebelum pengujian, diukur dimensi panjang awal, tebal dan lebar spesimen. Kemudian contoh uji diletakkan pada holder mesin HRB lalu dikunci agar tidak bergeser. Setelah itu bola baja indenter dipasang pada pembeban, lalu beban diatur minor 10 kg, dan beban mayor 100 kg.

Kemudian bola baja indenter mulai ditekan pada permukaan spesimen contoh uji yaitu papan partikel yang bersamaan akan menunjukkan nilai beban pada indikator dalam satuan Kg *force* atau sekian HRB.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar Air

500 gram serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang telah dikeringkan, kemudian diambil 50 gr masing-masing sebanyak 5 kali pengambilan untuk mencari rata-rata kadar air dari serat TKKS. Hasil pengamatan kadar air serat TKKS disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengamatan kadar air serat TKKS

No	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)	Kadar Air (%)
P1M1	50,5	28,3	44,0%
P2M1	50,2	28,3	43,6%
P3M1	49,8	28,7	42,4%
P1M2	50,7	28,5	43,8%
P2M2	50,5	28,52	43,5%

Pengeringan dilakukan dengan cara konvensional di bawah sinar matahari. Penurunan kadar air ini menunjukkan terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dan bahan yang dikeringkan. Semakin tinggi suhu untuk mengeringkan maka waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan bahan akan semakin cepat.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Tanggasari (2014) yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu udara maka semakin cepat bahan mengalami pengeringan, sehingga waktu pengeringan akan menjadi lebih singkat.

Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan (Syarief dan Halid, 1992). Kadar air suatu bahan sangat berpengaruh terhadap mutu bahan, hal ini merupakan salah satu sebab mengapa didalam pengolahan hasil pertanian air tersebut sering dikurangi dengan cara pengeringan. Pengurangan air disamping tujuannya untuk mengawetkan juga untuk mengurangi ukuran dan berat bahan hasil pertanian sehingga memudahkan dan menghemat pada waktu pengepakan (Winarno, 1980).

Pengeringan adalah suatu proses mengeluarkan atau menghilangkan air dengan menggunakan energi panas, hingga tingkat kadar air yang aman untuk disimpan. Brooker et al (1974) menyatakan bahwa pengeringan merupakan proses pindah panas dan uap air secara simultan, yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikerjakan oleh media berupa udara panas. Energi panas yang dimaksud adalah proses aliran panas yang terjadi melalui tiga mekanisme yaitu

konduksi, konveksi, dan radiasi (Holman, 1981).

### Bobot Isi

Hasil pengamatan dan pengujian bobot isi papan partikel dipengaruhi oleh beberapa variabel yaitu bobot papan partikel dan volume papan partikel. Bobot isi papan partikel tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengamatan bobot isi papan partikel

Komposisi	Bobot		
	100gr	200gr	300gr
	Bobot isi (gr/cm <sup>3</sup> )		
P1	0,534	0,682	1,030
P2	0,812	0,930	1,294
P3	0,936	0,972	1,226

Bobot isi papan partikel yang dihasilkan pada massa 100 gr antara 0,534 – 0,936 gr/cm<sup>3</sup>, nilai tersebut lebih rendah dibanding bobot isi pada papan partikel dengan massa 300 gr. Semakin besar massa papan, semakin tinggi pula bobot isi papan.

Proses pengeringan oven dapat memaksimalkan penghilangan air sehingga dapat meningkatkan kepadatan papan partikel yang dibentuk. Penghilangan air ini sangat penting untuk memastikan papan partikel terikat sepenuhnya dengan resin sehingga akan membantu mempertahankan bentuknya.

Terkait bobot isi dapat dianalisa dengan memperhatikan Tabel 3 yang

menunjukkan bahwa bobot isi dari papan partikel diperoleh secara optimal pada perlakuan ratio komposisi P2 (40 TKKS : 60 Resin) dan berat bahan M3 (300 gram) dengan nilai bobot isi yang didapat sebesar 1,294 gr/cm<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa diperlukan lebih banyak resin dengan perbandingan 6 berbanding 4 serat TKKS untuk menghasilkan papan partikel dengan kerapatan, kepadatan dan bobot yang optimal. Sedangkan penggunaan resin yang berlebihan seperti pada ratio perbandingan P1 (30 Serat : 70 Resin) justru malah menurunkan nilai bobot isi yang artinya juga kerapatan papan partikel yang dihasilkan tidak optimal.

Bobot isi sebagai sifat fisis mempengaruhi sifat mekanis papan partikel, karena semakin tinggi kerapatan papan partikel maka akan semakin tinggi sifat ketangguhan dari papan partikel yang dihasilkan. Kerapatan dipengaruhi oleh tekanan kempa, suhu dan waktu pada proses pengempaan. Menurut Cahyana (2014), penurunan kerapatan terjadi saat pengempaan yang tidak merata dan tekanan kempa yang optimal akan menghasilkan kualitas papan yang optimal, karena pada saat pengempaan ikatan antar partikel akan semakin menjadi rapat.

### Uji Kekerasan Papan Partikel

Telah dilakukan pengujian kekerasan dengan alat *Universal Testing Machine Hardness Rockwell Scale B* terhadap papan partikel dengan perbedaan ratio komposisi bahan dan berat bahan yang bervariasi yang menghasilkan data sebagai berikut :

Tabel 4. Derajat Kekerasan Papan Partikel (*Hardness Rockwell Scale B / HRB*)

Komposisi	Bobot		
	100gr	200gr	300gr
HRB (Kg)			
P1	31	40	64
P2	36	50	69
P3	44	61	75

Berdasarkan Tabel 4 diatas dapat dilihat bahwa nilai HRB kekerasan papan partikel TKKS yang terbesar diperoleh adalah pada komposisi P3 yaitu, bahan (50 : 50) 50% TKKS dan 50% resin dengan berat bahan 300 gram sebesar 75 Kg, hal ini sejalan dengan bobot isi papan partikel pada komposisi P3 yaitu 1,226 gr/cm<sup>3</sup>. Semakin tinggi bobot isi papan partikel maka semakin tinggi pula kekerasan papan partikel dalam menahan tekanan.

Kemudian pada komposisi P3M3 (komposisi 50:50 pada massa 300 gr) memiliki kadar air 7% dan ketahanan terhadap kekerasan mencapai 75 Kg. Hal ini dapat diartikan bahwa, kadar air mempengaruhi kekerasan papan partikel. Semakin rendah kadar air maka semakin

tinggi kekerasan papan partikel. Sedangkan nilai kekerasan yang terkecil diperoleh pada bahan (30 : 70) yaitu 30% serat TKKS dan 70% resin dengan berat bahan 100 gram sebesar 31 Kg. Penambahan serat yang sebanding (50 : 50) dengan resin dapat meningkatkan kekerasan sehingga lebih tinggi dibandingkan dengan perbandingan (40 : 60) 40% serat TKKS dan 60% resin. Hal ini disebabkan oleh ikatan antara serat dan resin yang lebih baik pada ratio yang sebanding sehingga mampu menerima beban yang lebih besar walaupun kerapatan dan kepadatannya tidak signifikan berbeda. Namun untuk kondisi resin yang terlalu berlebihan justru malah tidak dapat menghasilkan ikatan yang kuat sehingga tidak mampu menahan beban besar. Hal ini dikarenakan adanya kekosongan partikel (banyaknya porositas) pada papan disebabkan sedikitnya serat yang dipakai.

Karakteristik kekuatan papan partikel sama dengan kekerasan dan kekuatannya. Artinya semakin besar volume serat dalam komposit akan semakin tinggi nilai ketahanan dari papan partikel. Banyaknya serat sampai ratio sebanding, berperan dalam meningkatkan kekuatan namun untuk dapat menghasilkan bobot isi/kerapatan yang optimal perlu jumlah resin yang sedikit

lebih banyak tapi tidak berlebihan karena resin memberikan efek memperkuat ikatan antar partikel serat

## **KESIMPULAN**

1. Kadar air papan partikel terendah terdapat pada kombinasi perlakuan P2M3 (komposisi 40:60 pada massa 300 gr) dengan nilai 6%.
2. Semakin Besar massa papan, semakin tinggi pula bobot isi papan.
3. Nilai HRB kekerasan papan partikel TKKS yang terbesar adalah pada bahan (50 : 50) yaitu 50% serat TKKS dan 50% resin poliuretan dengan berat bahan 300 gram memiliki nilai sebesar 75 Kg.
4. Bobot isi dan kadar air mempengaruhi kekerasan papan partikel. Semakin tinggi bobot isi papan partikel maka semakin tinggi pula kekerasan papan partikel dalam menahan tekanan semakin rendah kadar air maka semakin tinggi kekerasan papan partikel.

## **SARAN**

Pada penelitian selanjutnya, disarankan perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai berat bahan papan partikel dengan komposisi serat TKKS dan resin dengan konsentrasi yang lebih bervariasi, agar memperoleh kualitas

papan partikel yang lebih baik lagi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bower. 1978. <https://callmecrysant.wordpress.com/2009/06/17/mikroba-tanah/> (diakses tanggal 17 Juli 2019).
- Bowyer, J.L., Shmulsky, R. and Haygreen, J.G. 2003. *Forest Products and Wood Science: An Introduction*. 4th ed. Iowa State Press, Ames, IA 553 pp.
- Brooker, D.B., F.W. Bakker., and C.W. Arkema. 1974. *Drying Cereal Grains*. West Port. USA: The A VI Publishing Co. Inc.
- Badan Standarisasi Nasional (SNI) 03-2105, "Papan Partikel", (2006).
- Cahyana YA, Muchroddji, M. Bakrun. (2014). *Kerapatan Partikel: Perekat dan Sekam Kayu, Analisis Usaha*. Jakarta : Pustakakarya Grafikatama.
- Darmosarkoro, W dan Rahutomo. S. 2003. *Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pembena Tanah*. Edisi 1. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- Darmosarkoro, W. dan S. Rahutomo. 2007. *Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pembena Tanah*. *Jurnal Lahan dan Pemupukan Kelapa Sawit* Edisi 1. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, C3: 167-180
- Darmosarkoro, W. dan Winarna. 2001. *Penggunaan TKS dan Kompos TKS untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman, dalam W. Darmosarkoro, E.S. Sutarta, dan Winarna (Ed). Lahan dan Pemupukan Kelapa Sawit, Vol. 1. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.*
- Dewanti, 2018. *Potensi Selulosa Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan*.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2016. *Statistik Perkebunan Indonesia 2015 – 2017 : Kelapa sawit*, Departemen Pertanian 2016.
- Fauzi, Yan, dkk. 2012. *Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Giyanto, Permana. A, Sinaga. H, 2019. Pembuatan Biobriket Arang Berbasis Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Eceng Gondok Sebagai Sumber Energi Alternatif Yang Ramah Lingkungan. Fakultas Agroetnologi Universitas Prima Indonesia. Medan. (Agro Fabrica)*
- Holman, J. P., 1981, "Perpindahan Kalor", alih bahasa Jasifi E., edisi ke-6, Erlangga, Jakarta.
- Japanese Standards Association. 2003. *JIS A 5908- 2003: Particleboard*. Japan: Japanese Standards Association.
- Lukas, Stefanus. (2018). *Formulasi Steril edisi Revisi*. Yogyakarta : CV ANDI
- Maloney TM. 1993. *Modern Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing*. San Fransisco: MILLER Freeman, Inc.
- Massijaya, Y.M., Hadi, Y.S., Tambunan, B. & I. Sunarni. 1999. *Studi pembuatan papan patikel dari limbah kayu dan plastic polistirena*. *Jurnal Teknologi Hasil Hutan* Vol 12 (2).

- Putra, Nusa. 2011. Research and development Penelitian dan pengembangan: suatu pengantar. Jakarta: Rajagrafindo Persada.
- Rehendi, S et al, 2007. Analisis Perekatan Kayu. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Said, E.g. 1996. Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Pada Kelapa Sawit. PT. Trubus Agriwijaya. Cetakan I. Ungaran. Hal. 56.
- Sakiah, Firmansyah. A, Arfianti. Dina, 2020. Soil Biological Characteristics on Land With and Without The Application of Oil Palm Empty Fruit Bunch At Adolina PT. Perkebunan Nusantara IV. Jurnal Penelitian Pertanian Terapan Vol. 20 (1): 11- 17
- Sastrosayono, S., 2000. Budidaya Kelapa Sawit. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Satria N, Wardati, Khoiri MA. 2018. Pengaruh Pemberian Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis*). JOM Faperta. 2(1):1-14.
- Silalahi dan Supijanto, 2017. Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Angsana Estate, Kalimantan Selatan Waste management of palm oil (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Angsana Estate, South Kalimantan.
- Subyakto-Nababan. 2003. Pemanfaatan Bahan Baku. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.
- Sutigno, P. 2006. Perekat dan Perekatan. Departemen Kehutanan BPPH. PPHH Bogor. Bogor.
- Syarief, R. dan H. Halid. 1992. Teknologi Penyimpanan Pangan. Kerjasama dengan Pusat Antar Universitas Pangan, Bogor.
- Tanggasari D., 2014, Sifat teknik dan karakteristik pengeringan biji jagung (*zea mays* l.) pada alat pengering fluidized beds, Fakultas Teknologi Pangan Dan Agroindustri Universitas Mataram, Mataram.
- Van Noort R. Introduction to datal material. 3<sup>rd</sup> Ed. Toronto: Mosby Elsevier., 2007; 127-40.
- Winarno, F.G, dkk, 1980. Pengantar Teknologi Pangan. Jakarta : PT. Gramedia.
- Yan. 2008, Kelapa Sawit Budidaya Pemanfaatan Hasil dan limbah Analisis Usaha dan Pemasaran, Edisi Revisi, Penerbit penebar Swadaya, Jakarta.