

**“Perlakuan *Spray Coating* Pada Permukaan Papan Partikel  
Berbahan Dasar Jerami Padi terhadap Sifat Fisik”**



**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Strata- (S1)  
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

Disusun Oleh:  
**Muhammad Afwan Al Akrom      3331190092**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITA SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON – BANTEN  
2023**

## TUGAS AKHIR

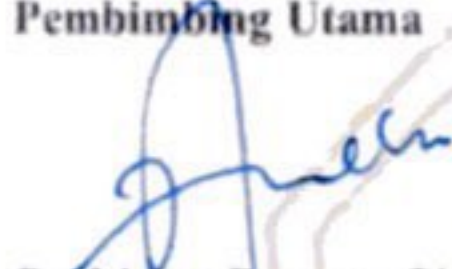
### PERLAKUAN SPRAY COATING PADA PERMUKAAN PAPAN PARTIKEL BERBAHAN DASAR JERAMI PADI TERHADAP SIFAT FISIK

Dipersiapkan dan disusun oleh:

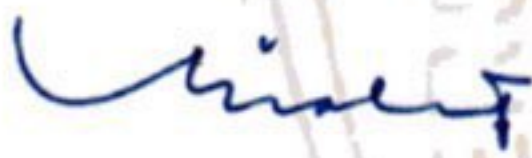
**Muhammad Afwan Al-Akrom**  
3331190092

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 24 Juli 2023

Pembimbing Utama

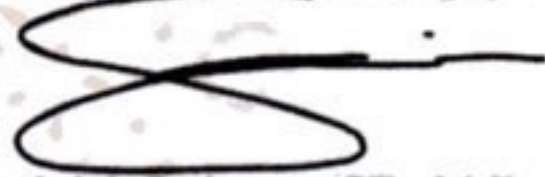


Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.  
NIP. 198902262015041002



Dr. Dra. Rina Lusiani, MT.  
NIP. 195904141986032002

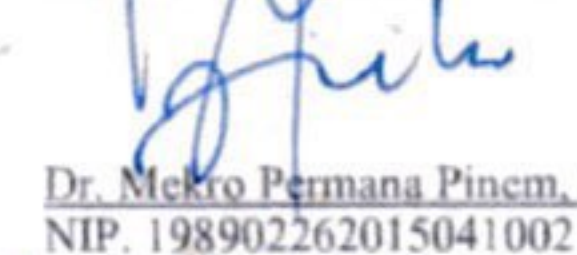
Anggota Dewan Penguji



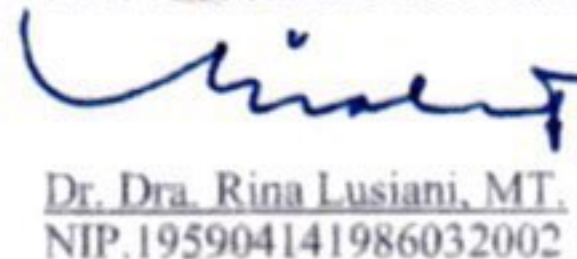
Ipick Setiawan, ST., M.Eng.  
NIP. 197705012003121001



Sunardi, ST., M.Eng.  
NIP. 197312052006041002



Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.  
NIP. 198902262015041002



Dr. Dra. Rina Lusiani, MT.  
NIP. 195904141986032002

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



Tanggal, 10 Agustus 2023  
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA

Dhimas Satria, S.T., M.Eng.  
NIP. 198305102012121006



## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Afwan Al-Akrom  
NPM : 3331190092  
Judul : Perlakuan *Spray Coating* Pada Permukaan Papan Partikel  
Berbahan Dasar Jerami Padi Terhadap Sifat Fisik

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

### MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, Juli 2023



**M. Afwan Al-Akrom**  
**NPM. 3331180011**



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik dan hidayah-nya sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan lancar yang berjudul “Perlakuan Spray Coating Pada Papan Partikel Berbahan Dasar Jerami Padi terhadap Sifat Fisik”. Laporan tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan sarjana S1 di jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, selain itu dalam penyusunan laporan berikut ini penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak, maka dari itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M. Eng, Sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Ibu Shofiatul Ula, S. Pd. I., M. Eng, Sebagai Dosen Pembimbing Akademik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Bapak Dr. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T, Sebagai Dosen Pembimbing 1 pada Tugas Akhir sekaligus Dosen Pembimbing dari Kreativitas Mahasiswa Mesin Untirta (KREAMMUR).
4. Ibu Dr. Dra. Hj. Rina Lusiani, M.T, Sebagai Dosen Pembimbing 2 pada Tugas Akhir.
5. Ibu Miftahul Jannah, S.T., M.T, Sebagai Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Yang Telah Memberikan Ilmu Tiada Henti.
7. Kedua Orang Tua Yang Amat Sangat Penulis Cintai Yang Telah Memberikan Do'a, Dukungan dan Semua Bantuannya Sehingga Bisa Menyelesaikan Laporan Tugas Akhir Ini.
8. Teman-teman Angkatan 2019 dan Teman-teman Kreativitas Mahasiswa Mesin Untirta (KREAMMUR) Yang Telah Banyak Membantu Dalam Proses Pengerjaan Laporan Tugas Akhir Ini, Tetap Semangat Buat semuanya.

Dalam penulisan laporan tugas akhir penulis mengakui bahwa laporan ini tidak sempurna, penulis menerima semua saran, masukan dan kritik dengan penuh lapang dada dari pembaca agar kedepannya penulis bisa lebih baik lagi. Penulis berharap laporan ini bisa bermanfaat untuk masyarakat dan khususnya di lingkungan Fakultas Teknik.

Cilegon, Mei 2023

Penulis



## ABSTRAK

### PERLAKUAN SPRAY COATING PADA PERMUKAAN PAPAN PARTIKEL BERBAHAN DASAR JERAMI PADI TERHADAP SIFAT FISIK

**MUHAMMAD AFWAN AL AKROM**

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Pemanfaatan limbah jerami padi sebagai bahan baku pembuatan papan partikel menjadi salah satu solusi terbaik. Papan partikel adalah papan panel yang terbuat dari bahan dasar lignoselulosa dalam bentuk potongan-potongan kecil yang direkatkan menggunakan zat adesif sintetis yang sesuai dengan tekanan serta panas pada alat pengempaan. Untuk penolakan air yang tinggi dan membutuhkan sifat seperti membersihkan sendiri, anti lengket, pengurangan bio-fouling dan efek penghalang antimikroba atau uap air. Oleh karena itu permukaan hidrofobik bisa dilakukan diberbagai aplikasi teknologi di berbagai sektor. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk membuat permukaan pada papan partikel menjadi anti air atau hidrofobis guna menimbulkan efek daun talas, terhindar dari goresan serta tahan terhadap kelembapan dengan cara melakukan pelapisan (*coating*). Setelah dilakukan penelitian telah didapatkan hasil data dari dua pengujian yang sudah dilakukan yaitu uji sudut kontak dan uji thickness untuk mengetahui densitas dari papan partikel maka didapatkan hasil pada spesimen PJA 1 memiliki rata-rata sudut kontak sebesar  $97.16^\circ$  dan memiliki densitas sebesar 0.749, untuk spesimen PJA 2 memiliki rata-rata nilai sudut kontak sebesar  $100.22^\circ$  dan memiliki nilai densitas sebesar 0.662, kemudian pada spesimen PJB 1 memiliki nilai sudut kontak sebesar  $90.97^\circ$  dan memiliki nilai densitas sebesar 0.624, lalu pada spesimen PJB 2 memiliki nilai rata-rata sudut kontak sebesar  $94.82^\circ$  serta memiliki nilai densitas sebesar 0.667. hal ini semakin banyak lapisan yang dilapisi pada permukaan papan partikel maka tingkat hidrofobis semakin tinggi.

Kata Kunci: *Coating*, Hidrofobis, Jerami padi, Papan partikel, Sudut Kontak



## **ABSTRACT**

### **SPRAY INJURY TREATMENT ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF RICE WELL BASED PARTICLE BOARD ON THE PHYSICAL PROPERTIES**

**MUHAMMAD AFWAN AL AKROM**

Departement of Mechanical Engineering Faculty of Engineering  
Sultan Ageng Tirtayasa University

The use of rice straw waste as raw material to make particle board is one of the best solutions. Particle board is a panel board made of lignocellulosic base material in the form of small pieces that are attached using a synthetic adhesive suitable for the pressure and heat of the press. For high water repellency and require features such as self-cleaning, non-sticking, reduction of bio-fouling and antimicrobial effects or moisture barrier. Therefore, hydrophobic surfaces can be implemented in various technological applications in various sectors. The purpose of this research is to make the particle board surface waterproof or hydrophobic to create taro leaf effect, avoid scratches and moisture resistance by way of coating. After the study was carried out, the data results were obtained from two tests that had been carried out, namely the contact angle test and the thickness test to determine the density of the particle board, the results obtained on the PJA 1 specimen had an average contact angle of 97.16o and had a density of 0.749, for the PJA 2 specimen had a value the average contact angle is 100.22o and has a density value of 0.662, then specimen PJB 1 has a contact angle value of 90.97o and has a density value of 0.624, then specimen PJB 2 has an average contact angle value of 94.82o and has a density value of 0.667. this is the more layers that are coated on the particleboard surface, the higher the level of hydrophobicity.

*Keywords: Coating, Hydrophobic, Rice Straw, Particle Board, Contact Angle*



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR KEASLIAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiviv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 <i>State of The Art</i> .....	5
2.2 Padi.....	6
2.3 Jerami .....	6
2.4 Kandungan Pada Jerami .....	7
2.5 Papan Partikel.....	9
2.6 Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Pada Papan Partikel.....	9
2.7 Perekat Papan Pertikel.....	11
2.8 <i>Surface</i> Morfologi .....	13
2.9 <i>Coating Technology</i> .....	13
2.10 Hasil Pengujian Papan Partikel .....	14



Hasil Densitas Papan Partikel .....	14
2.10 Sifat Fisik Papan Partikel .....	16
2.10.1 Kadar Air .....	16
2.10.2 Penyerapan Air .....	18
2.10.3 Pengembangan Ketebalan .....	19

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir Penelitian.....	22
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	23
3.3 Variabel Pengujian .....	29
3.4 Langkah Pengujian dan Pengambilan Data.....	30
3.4.1 Preparasi <i>Raw Material</i> .....	30
3.4.2 <i>Pretreatment Raw Material</i> .....	30
3.4.3 Pembuatan Partikel Jerami Padi.....	30
3.4.4 Pembuatan <i>Bio-adhesive</i> .....	30
3.4.5 Pencampuran Jerami Padi Dengan <i>Bio-adhesive</i> .....	31
3.4.6 Manufaktur Papan Partikel.....	31
3.4.7 Pengujian Sifat Fisik .....	31

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Pembuatan Spesimen .....	33
Proses Pembuatan Spesimen .....	33
Proses Pengujian Spesimen .....	34
4.2 Hasil Pengujian <i>Contact Angle</i> .....	35
4.3 <i>Surface Tension</i> Permukaan Material Berbahan Dasar Jerami Padi Dengan Metode <i>Contact Angle Analysis</i> .....	36
4.3.1 Rumus Yang Digunakan Mencari Nilai Rata-Rata .....	37
4.3.2 Rumus Mencari Simpangan Baku .....	37
4.3.3 Tegangan Permukaan Padat.....	37



4.3.4 Hasil Pengukuran .....	38
4.4 Analisa Pengujian Sudut Kontak .....	45
4.5 Densitas Papan Partikel .....	50
4.6 Analisa Hasil Penelitian .....	52
4.7 Kelebihan dan kekurangan Silica Nanopartikel .....	53

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	57

## **DAFTAR PUSTAKA**



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1</b> Tanaman Padi .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Jerami Padi.....	7
<b>Gambar 2.3</b> Papan Partikel .....	9
<b>Gambar 2.4</b> Kurva Pengaruh Densitas terhadap MC .....	17
<b>Gambar 2.5</b> Kurva Pengaruh Densitas terhadap TS dan WA.....	20
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir.....	23
<b>Gambar 3.2</b> Alat Spray Coating .....	24
<b>Gambar 3.3</b> Thickness Gauge.....	24
<b>Gambar 3.4</b> Kompresor.....	25
<b>Gambar 3.5</b> Neraca Digital.....	25
<b>Gambar 3.6</b> Mesin Pengayak.....	26
<b>Gambar 3.7</b> Drum Mixer .....	26
<b>Gambar 3.8</b> Spray Gun .....	27
<b>Gambar 3.9</b> Paket Cetakan Papan Partikel .....	27
<b>Gambar 3. 10</b> Mesin Ring Flaker .....	28
<b>Gambar 3.11</b> Mesin Kempa Panas .....	28
<b>Gambar 4.1</b> Proses Persiapan Sampel Pengujian .....	33
<b>Gambar 4.2</b> Proses Pengujian <i>Sample</i> .....	34
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Hasil Pengujian Sudut Kontak PJA 1 (Silica).....	39
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Hasil Pengujian Sudut Kontak PJA 2 (Silica).....	39
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Hasil Pengujian Sudut Kontak PJB 1 (Silica) .....	40
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Hasil Pengujian Sudut Kontak PJB 2 (Silica) .....	41
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Hasil Pengujian Sudut Kontak PJA 1 (CMC) .....	41
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Hasil Pengujian Sudut Kontak PJA 2 (CMC) .....	42
<b>Gambar 4.9</b> Grafik Hasil Pengujian Sudut Kontak PJB 1 (CMC) .....	43
<b>Gambar 4.10</b> Grafik Hasil Pengujian Sudut Kontak PJB 2 (CMC) .....	43
<b>Gambar 4.11</b> Grafik Perbandingan Nilai Sudut Kontak (a) PJA 1 (b) PJA 2 (c) PJB 1 (d) PJB 2 (Silica) .....	47



**Gambar 4.12** Grafik Perbandingan Nilai Sudut Kontak (a) PJA 1 (b) PJA 2 (c) PJB 1 (d) PJB 2 (CMC)..... 49



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 2.1</b> Hasil Pengujian Densitas Papan Partikel PJA.....	14
<b>Tabel 2.2</b> Hasil Pengujian Densitas Papan Partikel PJB .....	15
<b>Tabel 2.3</b> Hasil Pengujian Kadar Air .....	17
<b>Tabel 2.4</b> Hasil PENyerapan Air Spesimen Papan Partikel Jerami Padi .....	18
<b>Tabel 2.5</b> Hasil Pengembangan Ketebalan Spesimen Papan Partikel Jerami Padi .....	19
<b>Tabel 4.1</b> Nilai Sudut Kontak PJA 1 .....	35
<b>Tabel 4.2</b> Nilai Sudut Kontak PJA 2 .....	35
<b>Tabel 4.3</b> Nilai Sudut Kontak PJB 1 .....	36
<b>Tabel 4.4</b> Nilai Sudut Kontak PJB 2 .....	36
<b>Tabel 4.5</b> Nilai Sudut Kontak PJA 1 .....	38
<b>Tabel 4.6</b> Nilai Sudut Kontak PJA 2 .....	39
<b>Tabel 4.7</b> Nilai Sudut Kontak PJB 1 .....	40
<b>Tabel 4.8</b> Nilai Sudut Kontak PJB 2 .....	40
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Pengujian Densitas Papan Partikel Coating 3 lapis PJA.....	50
<b>Tabel 4.10</b> Hasil Pengujian Densitas Papan Partikel Coating 3 lapis PJB.....	50
<b>Tabel 4.11</b> Hasil Pengujian Densitas Papan Partikel Coating 6 lapis PJA.....	50
<b>Tabel 4.12</b> Hasil Pengujian Densitas Papan Partikel Coating 6 lapis PJB.....	51
<b>Tabel 4.13</b> Hasil Densitas Papan Partikel.....	52



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu tanaman budidaya yang terpenting dalam peradaban manusia guna mencakup pangan bagi manusia. Meski padi lebih ke dalam jenis budidaya tanaman, namun padi juga dipergunakan pada jenis lainnya atau marga yang sama atau disebut tanaman padi liar. Padi memiliki kandungan karbohidrat yang paling besar diantara bahan pangan manusia, oleh karena itu manusia memilih padi untuk menjadi makanan pokok utama guna menghasilkan energi yang lebih pada manusia. Padi berasal dari suku padi-padian. Padi memiliki akar yang berserabut, batang yang pendek, tanaman musiman, dan struktur daun selalu Bersatu dengan batang tanaman. Pada tanaman padi yang sering dikonsumsi struktur yang dominan yaitu *enduspremium* (*Oryza sativa* L.)

Menanggapi permasalahan yang ada, pemanfaatan limbah jerami padi sebagai bahan baku pembuatan papan partikel menjadi salah satu solusi terbaik. Papan partikel adalah papan panel yang terbuat dari bahan dasar lignoselulosa dalam bentuk potongan-potongan kecil yang direkatkan menggunakan zat adesif sintetis yang sesuai dengan tekanan serta panas pada alat pengempaan (Maloney, 1977). Pemanfaatan papan partikel yang menggunakan bahan dasar jerami padi yang dapat membawa hasil untuk menangani permasalahan terkait pengolahan limbah jerami padi. Untuk mendukung target tersebut, papan partikel perlu memenuhi standar komersil salah satunya adalah *Japanese Industrial Standard* (JIS) A5908 Tahun 2003 tentang papan partikel. Pada standar tersebut terdapat sejumlah aspek kualitas yang harus dipenuhi oleh papan partikel yaitu sifat mekanik yang berupa modulus elastisitas dan modulus ruptur serta sifat fisik yang berupa densitas, kadar air, dan pengembangan ketebalan. Variable menjadi hal yang penting dalam menentukan kualitas sifat mekanik papan partikel, Adapun hal tersebut yaitu densitas dan kerapatan (Li, Cai et al., 2010). Papan partikel yang mempunyai densitas tinggi memiliki porositas yang rendah, yang menjadikan



partikel-partikel dan perekat lebih mudah membentuk ikatan yang lebih kuat dibandingkan dengan papan partikel yang memiliki densitas rendah (Luo, Yang et al., 2020). Oleh karena itu, densitas ditingkatkan akan menunjukkan peningkatan pada sifat-sifat papan partikel (Han, Zhang et al., 1998).

Permukaan yang bersifat hidrofobik dan superhidrofobik telah menarik banyak perhatian komunitas ilmiah terutama di dunia industri yang bertujuan untuk penolakan air yang tinggi dan membutuhkan sifat relevan seperti membersihkan sendiri, anti lengket, pengurangan bio-fouling dan efek penghalang antimikroba atau uap air. Oleh karena itu permukaan hidrofobik bisa dilakukan diberbagai aplikasi teknologi di berbagai sektor.

Sebagian besar permukaan hidrofobik dan superhidrofobik sangat terbatas resistensi terhadap abrasi lingkungan serta degradasi (kehilangan hidrofobik dari lapisan terluar). Oleh karena itu, stabilitas nanocoating telah mengurangi daya tahan.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut penggunaan nanoteknologi untuk formula lapisan hidrofobik baru yang tahan lama dan efektif sebagai solusi potensial. Nanokomposit berbahan dasar polimer adalah bidang yang paling banyak digunakan pada penelitian saat ini. Secara khusus pembuatan nanokomposit dari polimer organik menggunakan nanopartikel sebagai aditif setelah menciptakan hasil yang tinggi dalam industri *coating*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berikut ini adalah rumusan permasalahan yang dibahas ke dalam penelitian yaitu :

1. Bagaimana perubahan struktur mikro (morfologi) papan partikel setelah dilakukan perlakuan permukaan atau *coating*?
2. Bagaimana perlakuan permukaan berdampak kepada hidrofobisitas papan partikel yang dihasilkan oleh *Contact Angle*?



### 1.3 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan dari penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perubahan papan partikel berbahan dasar jerami padi setelah dilakukan perlakuan permukaan atau *coating*.
2. Menganalisis hidrofobisitas papan partikel berbahan dasar jerami padi setelah dilakukan *coating* yang dihasilkan oleh *contact angle*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat yang besar bagi masyarakat guna mencapainya keramah lingkungan.

1. Memberikan solusi tentang ramah lingkungan dengan pengolahan jerami padi.
2. Mengurangi tingkat deforestasi.
3. Meningkatkan nilai ekonomi dari bahan jerami padi.
4. Mengetahui seberapa hidrofobis papan partikel setelah dilakukan *coating*.

### 1.5 Batasan Masalah

Pada batasan masalah telah dibatasi ruang lingkup penelitian, berikut di bawah ini adalah batasan masalah yang sudah ditentukan pada pengujian ini.

1. Bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan papan partikel hanya menggunakan bahan jerami padi.
2. Pada bagian jerami padi yang digunakan sebagai bahan papan partikel yaitu batang pada jerami.
3. Zat *coating* yang digunakan dalam pelapisan papan partikel berbahan dasar jerami adalah Dispersi nanopartikel solvent-based silica (colloidal SiO<sub>2</sub>).
4. Variabel terikat pada penelitian ini adalah Ketebalan coating, *Contact Angle* (CA) dan Thickness.
5. Variabel bebas pada penelitian ini adalah Dispersi nanopartikel solvent-based silica (colloidal SiO<sub>2</sub>) dan ukuran nozzle 0.6 ml serta 1.5ml.



6. Variabel Control pada penelitian ini adalah bahan dasar jerami padi pada papan partikel dan alat (alat ukur, alat spray coating).

## DAFTAR PUSTAKA

Haygreen, J. G. and J. Bowyer (1996). "Hasil Hutan dan Ilmu Kayu, Suatu Pengantar (Terjemahan)." Gajha Mada Universitas Press. Yogyakarta.

Kelley, M. W. 1997. *Critical Literature Review of Relationship Between Processing Parameter and Physical Properties of Particleboard. General Technikal Report.* Departement of Agriculture Forest. Wisconsin.

Liu, J., C. Jia, et al. (2012). "Rice straw and cornstarch biodegradable composites." AASRI Procedia **3**: 83-88.

Sembiring, L. 2013. Pengaruh Ukuran Partikel dan Kadar Perekat Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel dari Limbah Batang Kelapa Sawit dengan Perekat Phenol Formaldehida. Skripsi. Departemen Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Sutigno, P. 1994. Teknologi Papan Partikel. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.

Simpson, J.T.; Hunter, S.R.; Aytug, T. Superhydrophobic Materials and Coatings: A Review. *Rep. Prog. Phys.* 2015, 78, 086501. [CrossRef]

Wibisono, I. and H. Leonardo (2013). "Pembuatan pulp dari alang-alang." Widya Teknik **10**(1): 11-20.