

## Karakteristik Papan Partikel dari Kulit Kakao dan Serat Pinang dengan Variasi *Polymeric Methylene Diphenyl Diisocyanate*

Yanandra Amelia Putri, Alimin Mahyudin\*

Laboratorium Fisika Material, Departemen Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas  
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 11 Juni 2024  
Direvisi: 20 Juli 2024  
Diterima: 30 Agustus 2024

#### Kata kunci:

Kulit kakao  
PMDI  
Papan partikel  
Sabut pinang

#### Keywords:

Cocoa shell  
PMDI  
Particle board  
Areca fiber

#### Penulis Korespondensi:

Alimin Mahyudin  
Email:  
[aliminmahyudin@sci.unand.ac.id](mailto:aliminmahyudin@sci.unand.ac.id)

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk menganalisis pengaruh persentase *polymeric methylene diphenyl diisocyanate* (PMDI) terhadap sifat fisis serta sifat mekanis papan partikel dari kulit kakao dan serat pinang. Penelitian ini menggunakan ball mill untuk mendapatkan ukuran partikel yang lolos ayakan 80 mesh. Sifat fisis yang diuji yaitu kerapatan dan kadar air, sedangkan sifat mekanis yang diuji yaitu kuat lentur dan kuat tekan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM). Variasi PMDI yang digunakan yaitu 4%, 6%, 8%, dan 10%. Nilai kerapatan yang didapatkan berkisar 0,97-1,13 g/cm<sup>3</sup>, nilai kadar air berkisar 7,3%-9,11%, nilai kuat tekan berkisar 216,63-285,02 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai kuat lentur berkisar 1713,97-2235,23 kg/cm<sup>2</sup>. Papan partikel terbaik adalah papan partikel dengan kadar PMDI 8%. Nilai kadar air dan kuat tekan papan partikel telah memenuhi SNI 03-2105-2006, namun nilai kerapatan dan nilai kuat lentur belum memenuhi SNI 03-2105-2006. Berdasarkan nilai kerapatan papan partikel maka papan partikel yang dihasilkan termasuk jenis *high density particle board*.

*Research has been carried out to analyze the effect of the percentage of polymeric methylene diphenyl diisocyanate (PMDI) on the physical and mechanical properties of particleboard made from cocoa shells and areca fiber. This research uses a ball mill to obtain the particle size that passes through an 80 mesh sieve. The physical properties tested were density and water content, while the mechanical properties tested were flexural strength and compressive strength using the Universal Testing Machine (UTM). The PMDI variations used are 4%, 6%, 8% and 10%. The density values obtained ranged from 0.97-1.13 g/cm<sup>3</sup>, water content values ranged from 7.3%-9.11%, compressive strength values ranged from 216.63-285.02 kg/cm<sup>2</sup> and flexural strength values ranged from 1713.97-2235.23 kg/cm<sup>2</sup>. The best particle board is particle board with a PMDI content of 8%. The water content and compressive strength values of particle board meet SNI 03-2105-2006, but the density and flexural strength values do not meet SNI 03-2105-2006. Based on the density value of the particle board, the particle board produced is a type of high density particle board.*

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Kayu diperlukan dalam membangun rumah atau bangunan, namun ketersediaan kayu di alam semakin sedikit akibat kebakaran dan penebangan liar hutan. Disamping itu, limbah hasil pertanian seperti jerami, sabut kelapa, ampas tebu, sabut pinang, kulit kakao, dan lain-lain hanya dibakar atau bahkan dibiarkan saja sehingga menimbulkan pencemaran. Limbah tersebut mengandung bahan yang dapat diolah menjadi barang yang bernilai guna dan juga dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan papan partikel. Papan partikel dapat dibuat dari limbah yang mengandung lignoselulosa seperti sabut pinang, kulit kakao, sekam padi, serbuk gergaji, dan lain-lain. Penggunaan limbah dalam pembuatan papan partikel dapat mengurangi pencemaran.

Papan partikel merupakan produk panel yang dibuat dari bahan lignoselulosa, dikombinasikan dengan resin yang terikat bersama di bawah panas dan tekanan. Papan partikel yang dihasilkan bisa digunakan sebagai penyekat dinding, furnitur dan lain-lain (Roza dkk., 2015). Sabut pinang mengandung 55,82% selulosa dan 34,28% hemiselulosa yang dapat menjadi bahan baku pembuatan papan partikel yang menjanjikan (Dhanalakshmi dkk., 2015). Serat sabut pinang dapat berperan sebagai penguat pada papan partikel. Fitra dkk. (2019) telah melakukan penelitian papan partikel yang menunjukkan bahwa nilai kerapatan berkisar 0,38-0,71 g/cm<sup>3</sup> dan nilai kadar air berkisar 8,05%-9,58%. Sedangkan untuk kuat tekan memiliki nilai berkisar 3,92-73,31 kg/cm<sup>2</sup> dan kuat lentur berkisar 552,29-4761,68 kg/cm<sup>2</sup>.

Menurut Pradana dkk. (2018) limbah kakao yang tidak memiliki nilai jual dapat menjadi alternatif bahan baku baru untuk produk papan partikel. Papan partikel yang dihasilkan memiliki nilai kerapatan berkisar 0,39-0,48 g/cm<sup>3</sup>, nilai kadar air berkisar 8,64%-10,11%, nilai kuat lentur berkisar 32,83 kg/cm<sup>2</sup>-44,07 kg/cm<sup>2</sup>, dan nilai kuat tekan berkisar 0,65 kg/cm<sup>2</sup>-1,38 kg/cm<sup>2</sup>. Papan partikel dengan bahan baku ampas tebu dan kulit kakao telah diteliti oleh Salamah dkk. (2019) yang menunjukkan bahwa nilai kadar air, daya serap air dan kuat tekan yang didapatkan telah memenuhi standar SNI 03-2105-2006 namun pada pengujian kerapatan dan kuat lentur belum memenuhi standar. Kulit kakao dapat dikombinasikan dengan bahan alam lain seperti bubuk kayu, ampas tebu atau sabut pinang untuk menambah sifat mekanisnya (Wulandari dkk., 2020)

Yanto (2015) melakukan penelitian papan partikel dengan perekat urea formaldehida, dimana didapatkan sifat fisis dan mekanik yang terbaik pada kadar perekat 16%. Najihah dkk (2018) juga telah melakukan penelitian papan partikel dengan variasi kadar perekat *isocyanate* terbaik sebesar 16%. Papadopoulos (2006) melakukan penelitian papan partikel serbuk kayu pinus dan kayu cemara dengan perekat *polymeric methylene diphenyl diisocyanate* (PMDI), dimana didapatkan papan partikel dengan perekat 2% PMDI memiliki sifat mekanik yang sama dengan papan partikel perekat urea formaldehida dengan kadar 8%.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan papan partikel dengan variasi komposisi *polymeric methylene diphenyl diisocyanate* (PMDI) 4%, 6%, 8%, dan 10% dengan menambahkan campuran serbuk kulit kakao sebesar 80 *mesh* (177  $\mu$ m) dan serat pinang sepanjang 1 cm. Papan partikel ini diuji sifat fisis dan sifat mekanis yang diharapkan sesuai dengan SNI 03-2105-2006.

## II. METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat pinang, kulit kakao dan perekat PMDI. Serat pinang direndam dengan larutan alkali NaOH 5% selama 2 jam. Setelah direndam serat pinang dibilas dengan air untuk menghilangkan kandungan NaOH yang tersisa lalu serat pinang dikeringkan dengan oven bersuhu 40°C selama 2 jam untuk menghilangkan kadar air yang tersisa. Selanjutnya serat pinang dipotong sepanjang 1 cm. Kulit kakao yang sudah dibersihkan diiris tipis menggunakan pisau, lalu dijemur sampai kering. Setelah itu, kulit kakao digiling dengan *ball milling* untuk memperkecil ukuran sehingga diperoleh partikel dengan ukuran yang lolos ayakan 80 *mesh*. Perbandingan volume serat pinang dan kulit kakao yang digunakan 50 : 50. Pada penelitian ini menggunakan jenis perekat PMDI dengan jumlah perekat yang digunakan adalah sebesar 4%, 6%, 8%, dan 10% dari volume cetakan sampel.

Semua bahan baku dicampur dengan perekat PMDI ke dalam cetakan kemudian dikempa panas. Pengempaan dilakukan dengan tekanan 3000 kg dan suhu 150°C selama 3 menit. Sampel yang telah dikempa panas dilakukan pengkondisian selama 7 hari pada suhu kamar untuk menyeragamkan kadar

air papan partikel dalam mencapai kesetimbangan dan menghilangkan tegangan sisa yang terbentuk selama proses pengempaan panas. Papan partikel yang telah mengalami pengkondisian kemudian dipotong sesuai dengan tujuan pengujian yang dilakukan. Pengujian yang dilakukan yaitu uji kerapatan, uji kadar air, uji kuat tekan, dan uji kuat lentur.

## 2.1 Kerapatan

Kerapatan merupakan ukuran kepadatan suatu benda yang didefinisikan sebagai massa benda per satuan volume. Perhitungan kerapatan dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 1:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

dengan  $\rho$  merupakan kerapatan ( $\text{g/cm}^3$ ),  $m$  adalah massa sampel (g) dan  $V$  merupakan volume sampel ( $\text{cm}^3$ ).

## 2.2 Kadar Air

Kadar air papan partikel dihitung berdasarkan massa awal dan massa kering, setelah dikeringkan dengan oven. Perhitungan kadar air dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2:

$$KA = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\% \quad (2)$$

dengan  $KA$  adalah kadar air (%),  $m_1$  merupakan massa awal bahan (g), dan  $m_2$  merupakan massa kering oven (g).

## 2.3 Kuat Tekan

Kuat tekan atau *Modulus of Rupture* (MOR) adalah kemampuan papan partikel dalam menahan beban maksimum (ketahanan maksimum papan partikel terhadap beban hingga papan mengalami kerusakan atau patah). Nilai kuat tekan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3:

$$MOR = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (3)$$

dengan  $MOR$  adalah *Modulus of Rupture* atau kuat tekan ( $\text{kg/cm}^2$ ),  $P$  merupakan beban maksimum (kg),  $L$  merupakan jarak sangga (cm),  $b$  merupakan lebar sampel (cm), dan  $h$  merupakan tebal sampel (cm).

## 2.4 Kuat Lentur

Kuat lentur atau *Modulus of Elasticity* (MOE) adalah ukuran kemampuan kayu untuk menahan lenturan atau perubahan bentuk yang terjadi sampai batas elastis. Nilai kuat lentur dihitung dengan menggunakan Persamaan 4:

$$MOE = \frac{PL^3}{4\Delta ybh^3} \quad (4)$$

dengan  $MOE$  adalah *Modulus of Elasticity* ( $\text{kg/cm}^2$ ),  $P$  merupakan beban sebelum batas proporsi (kg),  $L$  merupakan jarak sangga (cm),  $\Delta y$  merupakan nilai defleksi (cm),  $b$  merupakan lebar sampel (cm), dan  $h$  merupakan tebal sampel (cm).

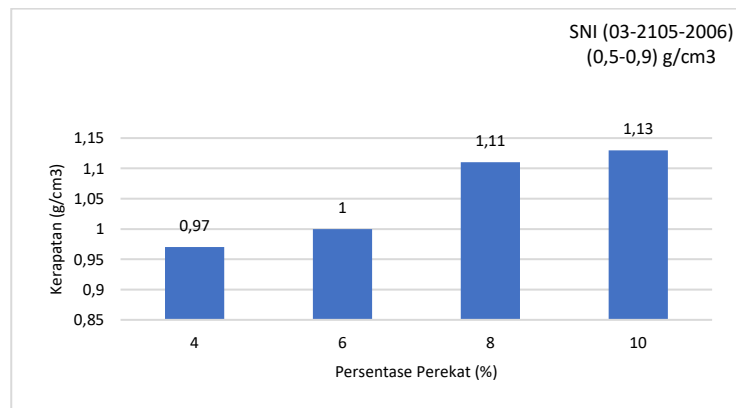
# III. HASIL DAN DISKUSI

## 3.1 Kerapatan

Nilai kerapatan papan partikel seperti yang ditunjukkan Gambar 1 berkisar antara  $0,97 \text{ g/cm}^3$ - $1,13 \text{ g/cm}^3$ . Nilai kerapatan papan terendah pada variasi PMDI 4% yaitu  $0,97 \text{ g/cm}^3$ , sedangkan kerapatan tertinggi didapatkan pada variasi PMDI 10% yaitu  $1,13 \text{ g/cm}^3$ . Semakin besar perekat yang digunakan maka semakin besar nilai kerapatan papan partikel. Hal ini disebabkan karena berat jenis perekat yang digunakan lebih tinggi dibandingkan berat jenis kulit kakao dan serat pinang dimana PMDI memiliki massa jenis sebesar  $1,23 \text{ g/cm}^3$  sedangkan kulit kakao memiliki massa jenis sebesar  $1,0204$

$\text{g/cm}^3$  dan serat sabut pinang sebesar  $0,21 \text{ g/cm}^3$ , sehingga memberikan peningkatan nilai kerapatan papan partikel seiring dengan penambahan perekatnya ((Salamah dkk., 2019);(Muhni, 2021)).

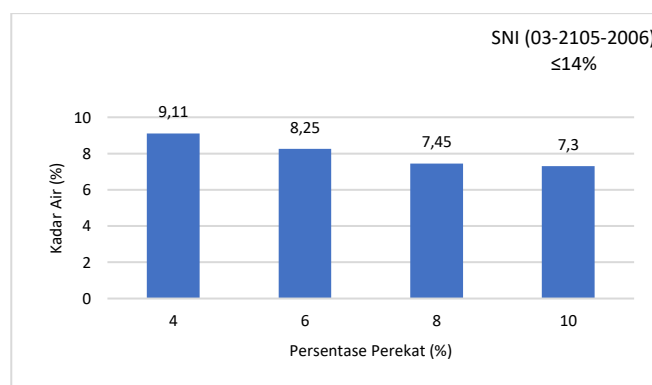
Standar SNI 03-2105-2006 menjelaskan bahwa kerapatan papan partikel yaitu  $0,5-0,9 \text{ g/cm}^3$ , maka nilai kerapatan yang diperoleh pada penelitian ini dengan semua variasi perekat yang digunakan lebih tinggi dari standar mutu yang telah ditetapkan. Berdasarkan nilai kerapatan yang didapat semua variasi massa papan partikel menunjukkan nilai kerapatan papan di atas  $0,8 \text{ g/cm}^3$  yang dapat dikategorikan ke dalam papan partikel berkerapatan tinggi (*high density board*). Papan partikel kerapatan tinggi dapat digunakan untuk dinding pemisah lantai, pintu, dan langit-langit (Maloney, 1977).



Gambar 1 Grafik nilai kerapatan papan partikel

### 3.2 Kadar Air

Nilai kadar air yang didapatkan berkisar antara 7,3% - 9,11% seperti yang ditunjukkan Gambar 2. Nilai kadar air papan partikel terendah pada variasi perekat 4% yaitu 7,3%, sedangkan nilai kadar air tertinggi didapatkan pada variasi perekat 10% yaitu 9,11%. Hal ini disebabkan oleh jumlah perekat yang lebih banyak akan menutupi rongga partikel dengan lebih sempurna dan tidak mudah terhidrolisis (Pradana dkk., 2018). Semakin besar perekat yang digunakan maka semakin kecil nilai kadar air papan partikel, sesuai dengan yang dilakukan oleh Fitra dkk. (2019) dengan nilai kadar air papan partikel berkisar 8,05%-9,58%. Berdasarkan standar SNI 03-2105-2006 nilai kadar air papan partikel yang ditetapkan tidak melebihi 14%. Nilai kadar air yang didapatkan semua variasi perekat yang digunakan telah memenuhi standar SNI 03-2105-2006.



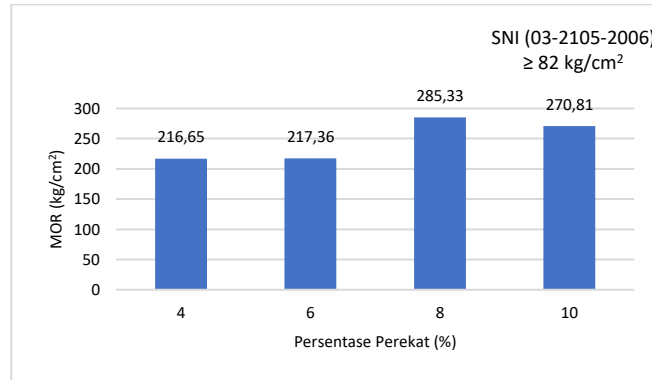
Gambar 2 Grafik nilai kadar air papan partikel

### 3.3 Kuat Tekan

Kuat tekan papan partikel yang didapatkan berkisar antara  $216,63 \text{ kg/cm}^2$ - $285,02 \text{ kg/cm}^2$  seperti yang ditunjukkan Gambar 3. Nilai kuat tekan papan partikel terendah pada variasi perekat 4% yaitu  $216,63 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan nilai kuat tekan tertinggi didapatkan pada variasi perekat 8% yaitu  $285,02 \text{ kg/cm}^2$ . Semakin besar perekat yang digunakan maka semakin besar nilai kuat tekan papan partikel. Namun nilai kuat tekan mengalami penurunan pada variasi perekat 10% karena kemampuan perekat mengikat pengisi sudah sampai pada batas maksimal sehingga papan partikel tidak dapat menahan deformasi yang disebabkan beban yang diberikan. Nilai kuat tekan yang diperoleh lebih tinggi dari

penelitian Pradana dkk. (2018) yang memperoleh nilai kuat tekan sekitar 0,65-1,38 kg/cm<sup>2</sup>. Kemungkinan besar hal ini disebabkan oleh perekat yang digunakan, sehingga nilai kuat tekan yang didapatkan lebih baik.

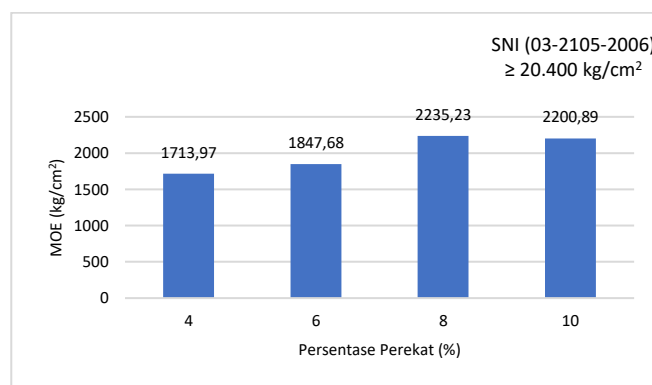
Berdasarkan standar SNI 03-2105-2006 nilai kuat tekan papan partikel yg ditetapkan minimal 82 kg/cm<sup>2</sup>. Dengan demikian nilai kuat tekan papan partikel yang didapatkan untuk semua variasi perekat yang digunakan pada penelitian ini memenuhi standar yang telah ditetapkan.



Gambar 3 Grafik nilai kuat tekan papan partikel

### 3.4 Kuat Lentur

Kuat lentur papan partikel didapatkan berkisar antara 1713,97 kg/cm<sup>2</sup>-2235,23 kg/cm<sup>2</sup> seperti yang ditunjukkan Gambar 4. Kuat lentur papan partikel terendah didapatkan pada variasi perekat 4% yaitu 1713,97 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan nilai lentur tertinggi didapatkan pada variasi perekat 8% yaitu 2235,23 kg/cm<sup>2</sup>. Kuat lentur papan partikel didapatkan berkisar antara 1713,97 kg/cm<sup>2</sup>-2235,23 kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil pengujian yang didapat untuk semua variasi perekat belum memenuhi standar SNI 03-2105-2006 yang mensyaratkan nilai kuat lentur papan partikel yaitu minimum 20.400 kg/cm<sup>2</sup>. Namun nilai kuat lentur yang diperoleh lebih tinggi dari penelitian (Pradana dkk., 2018) yang memperoleh nilai kuat lentur berkisar antara 32,83 kg/cm<sup>2</sup>-44,07 kg/cm<sup>2</sup>.



Gambar 4 Grafik nilai kuat lentur papan partikel.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa variasi perekat yang digunakan mempengaruhi kerapatan dan kadar air papan partikel yang dihasilkan. Hasil nilai kerapatan papan partikel dapat dikategorikan pada papan partikel berkerapatan tinggi (*high density board*) yang didapatkan dapat diaplikasikan untuk pintu dan langit-langit. Papan partikel terbaik adalah papan partikel dengan kadar perekat 8%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kadar air dan kuat tekan telah memenuhi SNI 03-2105-2006, namun nilai kerapatan dan kuat lentur yang dihasilkan belum memenuhi SNI 03-2105-2006.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dhanalakshmi, S., Ramadevi, P., & Basavaraju, B. (2015). Influence of Chemical Treatments on Flexural Strength of Areca Fiber Reinforced Epoxy Composites. *Chemical Science Transactions*, 4(2), 409–418. <https://doi.org/10.7598/cst2015.1033>
- Fitra, F., Nurdin, H., Hasanuddin, & Waskito. (2019). Karakteristik papan partikel berbahan baku serat pinang. *RanahResearch : Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 1(4), 1029–1036.
- Maloney, T. M. (1977). *Modern Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing*. In Miller Freeman: Vol. I.
- Muhni, A. (2021). Pemanfaatan Serat Buah Pinang Sebagai Penguat Susunan Acak ( Random ) Dan Resin Poliester Sebagai Matriks pada Material Biokomposit. 73.
- Najihah, Y. F., Puryanti, D., & Yetri, Y. (2018). Pengaruh Komposisi Kulit Buah Kakao, Ampas Tebu, dan Perakat terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel dari Campuran Limbah Kulit Buah Kakao dan Ampas Tebu. *Jurnal Fisika Unand*, 7(1), 8–14. <https://doi.org/10.25077/jfu.7.1.8-14.2018>
- Papadopoulos, A. N. (2006). Property comparisons and bonding efficiency of UF and PMDI bonded particleboards as affected by key process variables. *BioResources*, 1(2), 201–208. <https://doi.org/10.15376/biores.1.2.201-208>
- Pradana, I. G. M. T., Harsojuwono, B. A., & Hartiati, A. (2018). Karakteristik Papan Partikel Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Pada Variasi Konsentrasi Perakat Polyvinyl Acetate. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 6(1), 82. <https://doi.org/10.24843/jrma.2018.v06.i01.p08>
- Roza, D., Dirhamsyah, M., & Nurhaida. (2015). Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Partikel dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcata*. L) Dan Serbuk Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*.L). *Hutan Lestari*, 3(3), 374–382.
- Salamah, U., Muldarisnur, M., & Yetri, Y. (2019). Pengaruh Ukuran Partikel Kulit Buah Kakao Terhadap Sifat Fisik, Mekanik dan Termal Papan Partikel dari Kulit Buah Kakao dan Serat Ampas Tebu. *Jurnal Fisika Unand*, 8(3), 205–211. <https://doi.org/10.25077/jfu.8.3.205-211.2019>
- Wulandari, T., Asri, A., & Faryuni, I. D. (2020). Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel Limbah Kulit Buah Kakao Berpenguat Batang Kayu Jabon. *Prisma Fisika*, 8(1), 33. <https://doi.org/10.26418/pf.v8i1.40163>
- Yanto, F. (2015). Pengaruh Variasi Prosentasi Berat Urea Kelapa Disusun Oleh : Feri Yanto.