

**MODIFIKASI MESIN CETAK BIO-BRIKET TKKS
DALAM MENGHASILKAN *BINDERLESS BIO-BRIQUETTE*
SEBAGAI BAHAN BAKAR ENERGI ALTERNATIF**

DISERTASI



**PROGRAM PASCA SARJANA
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS**

2022

**MODIFIKASI MESIN CETAK BIO-BRIKET TKKS
DALAM MENGHASILKAN *BINDERLESS BIO-BRIQUETTE*
SEBAGAI BAHAN BAKAR ENERGI ALTERNATIF**

NOFRIADY HANDRA

1531612002



Sebagai salah satu syarat untuk Memperoleh Gelar Doktor
Ilmu Pertanian Pada Program Pasca Sarjana
Fakultas Pertanian Universitas Andalas

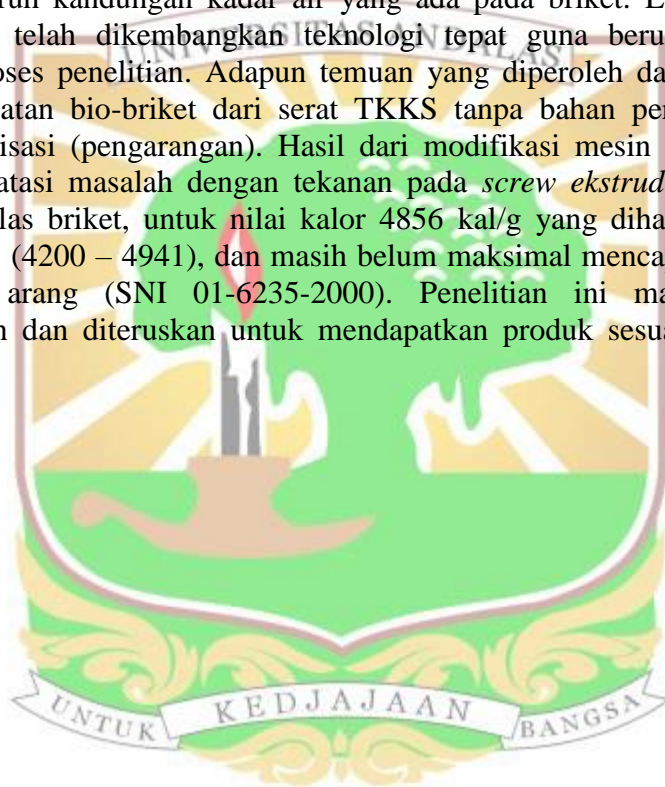
**PROGRAM PASCA SARJANA
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS**

2022

RINGKASAN

Indonesia merupakan salah satu negara terbesar penghasil kelapa sawit di dunia dengan luas areal perkebunan selama tahun 2017-2021 mengalami tren yang meningkat. Kementerian Pertanian (Kementan) mencatat, luas perkebunan kelapa sawit mencapai 15,1 juta hektar pada 2021. Luas perkebunan tersebut naik 1,5% dibanding tahun sebelumnya seluas 1,5 juta ha. Dari 15,1 juta ha, mayoritas dimiliki oleh Perkebunan Besar Swasta yaitu seluas 8,4 juta ha (55,8%). Kemudian, Perkebunan Rakyat seluas 6,1 juta ha (40,34%) dan Perkebunan Besar Negara seluas 579,6 ribu ha (3,84%). Kementan juga mencatat, jumlah produksi kelapa sawit nasional sebesar 49,7 juta ton pada 2021. Angka tersebut naik 2,9% dari tahun sebelumnya yang berjumlah 48,3 juta ton. Setelah dilakukan proses pengolahan kelapa sawit tersebut, pada akhirnya menyisakan limbah TKKS yang umumnya tidak diolah lagi oleh pabrik. Sisa tandan kosong ini menimbulkan masalah untuk tempat dan transportasi pembuangan yang mengakibatkan biaya produksi tambahan bagi pengolah. Di tempat pembuangan biasanya limbah TKKS dibakar, hal ini akan menimbulkan masalah terhadap lingkungan seperti polusi udara, bau dan lahan menjadi sempit. Limbah biomassa dapat langsung digunakan sebagai bahan bakar, dikonversi terlebih dahulu menjadi arang atau dikempa dahulu menjadi briket. Pengempaan bertujuan untuk memperoleh kualitas pembakaran yang lebih baik dan kemudahan dalam penggunaan dan penanganannya. Penambahan kadar perekat dan limbah biomassa pada pembuatan briket merupakan salah satu faktor penting dalam pembuatan briket. Semakin sedikit konsentrasi perekat kadar air briket akan semakin rendah, sehingga meningkatkan nilai kalor. Permasalahan penggunaan perekat dalam pembuatan briket adalah, semakin tinggi konsentrasi perekat maka kadar abu akan tinggi sedangkan kadar *fixed carbon* semakin rendah, menimbulkan asap yang banyak jika perbandingan campuran perekat tidak sebanding dengan serat. Pemberian jumlah bahan perekat yang berlebihan, akan mempengaruhi kualitas pembakaran briket karena pori-pori briket terisi bahan perekat sehingga briket menjadi terlalu padat. Tujuan penelitian adalah 1. Menganalisis pemanfaatan limbah biomassa tandan kosong sawit menjadi produk bahan bakar padat berupa briket tanpa perekat (*binderless*), 2. Mendapatkan mesin termodifikasi dan invensi pada *heated die screw extruder* guna menghasilkan *binderless bio-briquette* berbahan baku limbah TKKS yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan bakar energi alternatif dan 3. Menghasilkan briket bahan bakar padat *binderless* dari limbah biomassa TKKS dengan spesifikasi nilai kalor tinggi dan energi aktivasi rendah melalui metoda *heated die screw extruder* pada mesin cetak briket. Metode penelitian adalah dengan melakukan eksperimen dan pengujian dengan 3 (tiga) tahapan, dan masing-masing tahapan penelitian saling berkaitan satu sama lainnya. Penelitian tahap I adalah kajian skala labor untuk mendapatkan referensi data untuk tahap II yaitu kegiatan modifikasi mesin cetak briket. Tahap III adalah pengujian dan analisis data dari hasil pengujian. Penambahan sistem pemanas pada cetakan merupakan suatu inovasi yang berfungsi untuk memanaskan kumpulan serat dibantu dengan tekanan ulir *press* ke sudut cetakan, sehingga terjadi pemuaiian antar serat pada temperatur maksimal. Tekanan *screw extruder* sangat penting untuk menjaga keseragaman temperatur di sepanjang pipa cetak

dan juga untuk menjaga kontinuitas *feeding* karena kontinuitas *feeding* akan mempengaruhi penumpukan bahan di ujung *extruder* sehingga proses penekanan dapat berjalan. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa 1. Bahan serat TKKS secara khusus dapat dibuat sebagai bahan baku untuk pembuatan briket biomassa, 2. Dilakukan modifikasi pada mesin yaitu: bagian ulir *press* (sudut *screw* 15°, jarak *pitch* ulir 5 cm, kapasitas ulir $Q = 950 \text{ kg/jam}$, dan daya motor $N=0,62 \text{ HP}$), elemen pemanas, menggunakan sambungan kopling rantai, material poros ulir baja AISI 1045 dan modifikasi pada volume tabung dari $967,1 \text{ cm}^3$ menjadi $458,4 \text{ cm}^3$, 3. Hasil uji nilai kalor briket pada tiga variasi temperatur pemanasan, nilai kalor bio-briket tertinggi dihasilkan pada temperatur 250°C dengan nilai 4856 kal/g, dan lama waktu penyalaan 6,4 menit. Nilai kalor terendah pada temperatur 150°C sebesar 4117 kal/g, sementara itu pada temperatur 150°C menghasilkan lama waktu nyala selama 11,8 menit. Indikasi ini berkaitan dengan pengaruh kandungan kadar air yang ada pada briket. Luaran dari hasil penelitian ini telah dikembangkan teknologi tepat guna berupa mesin yang membantu proses penelitian. Adapun temuan yang diperoleh dari penelitian ini adalah pembuatan bio-briket dari serat TKKS tanpa bahan perekat dan tanpa proses karbonisasi (pengarangan). Hasil dari modifikasi mesin cetak bio-briket mampu mengatasi masalah dengan tekanan pada *screw ekstruder*. Berdasarkan pembagian kelas briket, untuk nilai kalor 4856 kal/g yang dihasilkan termasuk dalam kelas D (4200 – 4941), dan masih belum maksimal mencapai nilai standar mutu briket arang (SNI 01-6235-2000). Penelitian ini masih diperlukan pengembangan dan diteruskan untuk mendapatkan produk sesuai standar mutu yang ada.



SUMMARY

Indonesia is one of the largest palm oil producing countries in the world with an increasing trend of plantation area during 2017-2021. The Ministry of Agriculture (Kementan) noted that the area of oil palm plantations would reach 15,1 million hectares in 2021. The plantation area increased by 1,5% compared to the previous year's area of 1,5 million hectares. Of the 15,1 million ha, the majority are owned by large private plantations, covering an area of 8,4 million ha (55,8%). Then, the People's Plantation area of 6,1 million ha (40,34%) and the State Large Plantation covering an area of 579,6 thousand ha (3,84%). The Ministry of Agriculture also noted that the national palm oil production amounted to 49,7 million tons in 2021. This figure increased by 2,9% from the previous year which amounted to 48,3 million tons. After the palm oil processing is carried out, in the end it leaves EFB waste which is generally not processed anymore by the factory. These remaining empty bunches cause problems for disposal site and transportation which result in additional production costs for the processor. In landfills, EFB waste is usually burned, this will cause problems for the environment such as air pollution, odor and narrow land. Biomass waste can be directly used as fuel, first converted into charcoal or first compressed into briquettes. Compression aims to obtain a better combustion quality and ease of use and handling. The addition of binder content and biomass waste in the manufacture of briquettes is one of the important factors in the manufacture of briquettes. The lower the binder concentration, the lower the water content of the briquettes, thus increasing the calorific value. The problem with using binder in making briquettes is that the higher the binder concentration, the higher the ash content, while the lower the fixed carbon content, causing a lot of smoke if the ratio of the binder mixture is not proportional to the fiber. The application of an excessive amount of binder material will affect the quality of briquette combustion because the briquette pores are filled with binder material so that the briquettes become too dense. The research objectives are 1. To analyze the utilization of empty palm fruit bunch biomass waste into solid fuel products in the form of briquettes without binder (binderless), 2. To obtain a modified machine and invention on a heated die screw extruder to produce binderless bio-briquette made from EFB waste which has the potential to developed as an alternative energy fuel and 3. Produce binderless solid fuel briquettes from EFB biomass waste with specifications of high calorific value and low activation energy through the heated die screw extruder method on a briquette mold machine. The research method is by conducting experiments and testing with 3 (three) stages, and each stage of the research is related to one another. Phase I research is a labor scale study to obtain reference data for phase II, namely the modification of the briquette mold machine. Phase III is testing and analyzing data from the test results. The addition of a heating system to the mold is an innovation that functions to heat a collection of fibers assisted by screw press pressure to the corners of the mold, so that there is expansion between fibers at a maximum temperature. The screw extruder pressure is very important to maintain temperature uniformity along the molding pipe and also to maintain continuity of feeding because continuity of feeding will affect the accumulation of material at

the end of the extruder so that the pressing process can run. From the test results it can be concluded that 1. EFB fiber material can specifically be made as raw material for the manufacture of biomass briquettes, 2. Modifications are made to the machine, namely: screw press section (screw angle 15° , screw pitch distance 5 cm, screw capacity $Q=950$ kg/hour, and motor power $N=0,62$ HP), heating element, using chain coupling connection, AISI 1045 steel screw shaft material and modification of the tube volume from $967,1$ cm³ to $458,4$ cm³, 3. Results test the heating value of briquettes at three variations of heating temperature, the highest calorific value of bio-briquettes was produced at a temperature of 250°C with a value of 4856 cal/g, and a ignition time of 6.4 minutes. The lowest calorific value at a temperature of 150°C is 4117 cal/g, meanwhile at a temperature of 150°C , the flame time is 11,8 minutes. This indication relates to the effect of the water content in the briquettes. The output of this research has been developed appropriate technology in the form of a machine that helps the research process. The findings obtained from this research are the manufacture of bio-briquettes from EFB fiber without binder and without the carbonization process (composing). The result of the modification of the bio-briquette molding machine is able to overcome the problem with the pressure on the screw extruder. Based on the class division of briquettes, the calorific value of 4856 cal/g produced is included in class D ($4200 - 4941$), and it has not yet reached the maximum quality standard value for charcoal briquettes (SNI 01-6235-2000). This research is still needed to be developed and continued to get products according to existing quality standards.

