Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang
Vol.14 No.2 Juli-Desembar 2023
FKIP Universitas Palangka Raya

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v14i2.196

EFISIENSI BAHAN BAKAR PADA MESIN *CHOOPER*

Wiyogo[(1,3)], Yesninopy[(2)], Maria Ulfah[(1)], Desvarado Sinamulang[(1)], Trio Al Khafi[(1)]

[1]Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Palangka Raya, Indonesia
[2]Pendidikan Luar Sekolah, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Palangka Raya, Indonesia
[3]Pusat Pengembangan Iptek dan Inovasi gambut (PPIIG), Universitas Palangka Raya, Indonesia

Email Author: wiyogo@fkip.upr.ac.id

Diterima:07-11-2022; Diperbaiki:08-07-2023; Disetujui:17-07-2023

ABSTRAK

Meningkatkan efisiensi konsumsi bahan bakar merupakan tantangan dalam pengembangan mesin *chooper*. Beberapa prosedur pengujian harus dilakukan untuk meningkatkannya, hal ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja mesin dengan menggunakan bahan bakar yang memenuhi persyaratan RON 90 dan 92. Pengujian dilakukan pada putaran mesin 2.700 rpm, masing-masing dilakukan tiga kali dengan sudut potong konstan diposisi 10 derajat. Lamanya pengoperasian mesin bakar berdampak pada penggunaan bahan bakar. Perbedaan konsumsi rata-rata antara pengujian 1800 dan 1200 detik yang menggunakan beban pemotongan pada RON 90 lebih baik hingga 2%. Dengan waktu yang sama dengan pengujian sebelumnya, pengujian RON 92 menunjukkan peningkatan efisiensi bahan bakar sebesar 0,5%. Peningkatan kecepatan menghasilkan pembakaran yang lebih menyeluruh, sehingga mengurangi penggunaan bahan bakar. Kecepatan pencacahan yang tinggi dapat digunakan oleh pengguna untuk meningkatkan penghematan bahan bakar.

Kata kunci: *Mesin Chooper, Konsumsi Bahan Bakar, Efisiensi*

PENDAHULUAN

Perkembangan di sektor pertanian memegang peranan yang sangat penting dalam perekonomian. Untuk memenuhi kebutuhan pangan dari populasi manusia yang tumbuh dan semakin makmur dengan sumber daya alam yang terbatas merupakan tantangan utama di zaman kita (Cao & Li, 2013; Davis dkk., 2016). Hal ini masih menjanjikan dalam pembangunan kemandirian pangan. Untuk Pembangunan disektor pertanian memainkan peran yang semakin penting dalam ekonomi global. Terutama pada produk peternakan menyumbang 40% dari total hasil pertanian dalam penjualan global, tumbuh lebih cepat daripada sub-sektor pertanian lainnya (Cao & Li, 2013; Yonas, 2021).

Produksi peternakan Kalimantan Tengah, seperti ternak sapi, di tahun 2018 ada sebanyak 67829 ekor, sedangkan untuk kambing mempunyai populasi 45016 ekor. Khususnya untuk daerah kota Palangka Raya saja, memiliki populasi ternak sapi sebesar 1632 ekor, selanjutnya kambing dengan populasinya 1309

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. Copyright © Author.

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v14i2.196

ekor. Jumlah produksi total hewan potong pada tahun 2018, sebesar 5129 ekor, yang mampu menghasilkan produksi daging 826590 kg. Sedangkan untuk produksi kambing potong dengan 2590 ekor, dapat menghasilkan 32764 kg daging (Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Tengah, 2022).

Populasi masyarakat di kota Palangka Raya selalu meningkat setiap tahunnya. Tahun 2015 jumlah populasi hanya sebesar 259.865,00 jiwa, namun di tahun 2020 sudah menjadi 293 457,00 jiwa, lalu pada tahun 2021 meningkat 298954 jiwa (Badan Pusat Statistik Kalimantan Tengah, 2022). Pertumbuhan penduduk, akan memicu konsumsi semua produk peternakan, dengan tingkat pertumbuhan yang sama atau lebih tinggi untuk permintaan makanan sumber hewani lainnya (Delgado dkk., 2001; Yonas, 2021). Beberapa kendala yang menjadi tantangan dalam produksi ternak antara lain, seperti kurangnya sumber daya pakan, peralatan dan input yang akan meningkatkan kualitas (Alemneh & Getabalew, 2019; Yonas, 2021). Sumber daya pakan yang tersedia meliputi padang rumput alami, sisa tanaman, pakan ternak yang lebih baik, dan produk sampingan agroindustri, dua hal yang pertama memberikan kontribusi terbesar. Saat ini, dengan peningkatan pesat populasi manusia dan peningkatan permintaan makanan atau pola konsumsi lahan penggembalaan terus menyusut dengan dikonversi menjadi lahan subur (Alemneh & Getabalew, 2019; Yonas, 2021) hal ini meningkatkan beban lingkungan sebagai akibat dari sistem pangan global (Davis dkk., 2016).

Penelitian dan pengembangan terakhir dua dekade telah mengidentifikasi dan menguji berbagai spesies padang rumput dan tanaman hijauan pakan ternak di zona agroekologi yang berbeda, dan diperoleh hasil yang menjanjikan. Kualitas dan kuantitas pakan, penanganan pasca panen, kerusakan ekologi, penggembalaan berlebihan, kekurangan benih dan bahan tanam adalah beberapa di antaranya. tantangan utama (Gezahagn dkk., 2017; Yonas, 2021). Pemberian pakan hijauan yang tidak dicacah pada sapi perah, apabila dikaitkan dengan pemilihan konsumsi pakan dengan selektif mengakibatkan pemborosan pakan yang besar. Meskipun sebagian besar peternak masih mengandalkan penggunaan perkakas tangan yang belum sempurna, terutama parang untuk mencacah pakan ternak, penggunaan alat tersebut memakan waktu dan dikaitkan dengan pekerjaan yang membosankan dan membahayakan kesehatan (Muhammad dkk., 2018; Yonas, 2021).

Dalam sebuah penelitian yang bertujuan untuk mengevaluasi kualitas pekerjaan (panjang potong) dan efisiensi bahan bakar. Pada rancangan percobaan, dilakukan tiga kali ulangan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Berdasarkan penelitiannya, mesin dapat mencapai daya maksimal berdasarkan kecepatan operasinya. Saat mesin bekerja pada kecepatan yang lebih tinggi, tenaga ditingkatkan untuk kinerja terbaik. Kecepatan alat berat juga memengaruhi panjang pemotongan jaringan, efisiensi mesin, dan konsumsi bahan bakar. Semakin tinggi kecepatan operasi, semakin pendek hasil potongannya, dan semakin lambat kecepatannya, semakin panjang pemotongannya. Semakin tinggi

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v14i2.196

putaran mesin, semakin tinggi efisiensi dan semakin rendah konsumsi bahan bakar (Yonas, 2021). Dalam sebuah studi menggunakan mesin hijauan *self-propelled Claas* 950, dilengkapi dengan sistem akuisisi data untuk mengukur konsumsi bahan bakar, kecepatan, kemiringan lahan, dan waktu panen digunakan di peternakan besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar berkorelasi negatif secara linear dengan laju alir bahan umpan. Hasil penelitian, menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar berkorelasi negatif secara linier dengan laju aliran bahan baku dan operator harus mengoperasikannya pada beban penuh (Wild dkk., 2009). Studi lainnya dengan uji eksperimen serta mengevaluasi pengaruh parameter pemotongan, termasuk sudut pendekatan, sudut umpan, dan kecepatan potong memengaruhi gaya potong dan konsumsi energi yang diterapkan. Hasilnya, gaya pemotongan dapat berkurang pada putaran yang lebih tinggi, namun kecepatan tinggi juga meningkatkan konsumsi energy. Penelitian ini menyimpulkan untuk mengatasi hal ini, adalah dengan secara bersamaan mengurangi gaya potong dan konsumsi energi (Vu dkk., 2020)

Parameter utama alat potong adalah sudut ujung pisau dan kadar air bahan tanaman, sedangkan, untuk kinerja kerja mesin, parameter utama adalah kecepatan putar pemotongan. Panjang teoretis pemotongan juga merupakan parameter lain yang menentukan kinerja mesin, ditentukan oleh kemajuan mekanisme umpan antara pisau yang berurutan. Ini dapat disesuaikan dengan mengubah kecepatan mekanisme umpan atau jumlah pisau pada kepala pemotong (Yonas, 2021).

Mempertimbangkan semua tantangan yang dihadapi dalam produksi ternak sehubungan dengan ketersediaan, kualitas dan kuantitas pakan ternak. Pada proposal ini, diusulkan untuk merancang dan memproduksi mesin pencacah pakan ternak berdasarkan persyaratan teknis yang sesuai, ketersediaan bahan baku dan keterjangkauan. kepada pengguna akhir. Mesin diproduksi dan dievaluasi sesuai standar teknis yang dipersyaratkan dan hasilnya disajikan dalam makalah ini. Adapun yang menjadi tujuan Umum dari penelitian, hal ini dimaksudkan untuk mengembangkan mesin pencacah pakan ternak yang ditenagai oleh mesin bensin. Sedangkan yang menjadi tujuan khusus, yaitu : menganalisis kinerja mesin pemotong pakan ternak dengan merubah posisi mata potong dan efesiensi konsumsi energy dan bahan bakar.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental sesungguhnya *(true experimental research)* atau disebut juga eksperimen sebenarnya. Desain penelitian ini dianggap sebagai penelitian sebenarnya, karena subyek peneliti dapat mengontrol semua *variable* yang ada (Leavy, 2017). Variabel yang berkaitan secara langsung dan diberikan tindakan tertentu untuk mengetahui suatu keadaan atau sebab-akibat dari eksperimen tersebut.

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v14i2.196

Metode yang dilakukan dalam menganalisis data yang telah diperoleh dengan menggunakan teknik analisis data yaitu statistika deskriptif kuantitatif. Hal ini dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dikumpulkan dari hasil eksperimen yang telah diujikan. Data – data yang diperoleh, berupa data kuantitatif yang akan dibuat dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafis. Hal yang selanjutnya dilakukan adalah mendeskripsikan atau menggambarkannya dalam bentuk kalimat, sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan pada penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

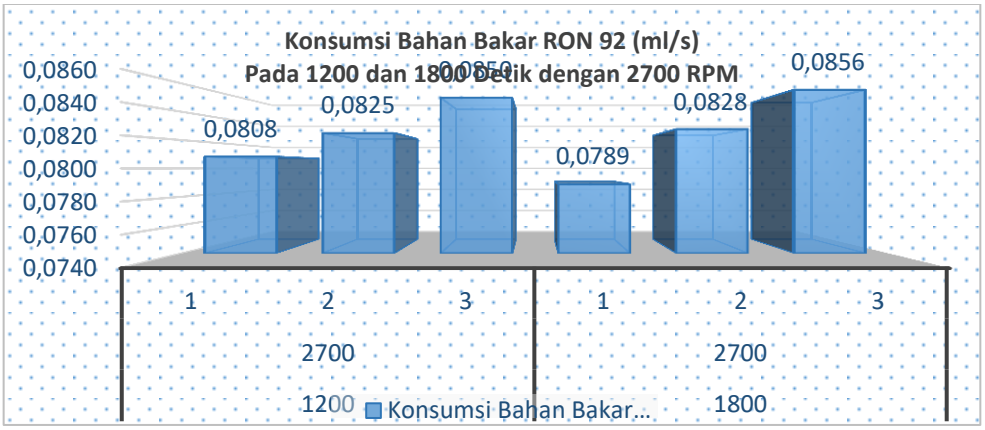
Proses pengujian ini dilakukan dengan dua jalur pengujian. Bertujuan untuk mengetahui performa kendaraan yang menggunakan bahan bakar dengan kualifikasi *The research octane number* (RON) 90 dan 92. Angka RON atau oktan menunjukkan ukuran stabilitas bahan bakar. Angka oktan dari setiap jenis bahan bakar menunjukkan tekanan yang diberikan sampai bahan bakar menyala. Semakin tinggi RON, semakin baik kualitas bahan bakarnya (Nikolaou dkk., 2004). Angka oktan murni memberikan informasi tentang karakteristik pembakaran masing-masing komponen (Kamaruddin dkk., 2020; Nikolaou dkk., 2004). Untuk mendapat hasil yang maksimal pengujian ini dilakukan masing – masing sebanyak 3 kali pengujian menggunakan RON 90 dan 92, putaran mesin disetting pada 2700 rpm, dengan posisi mata potong konstan pada posisi kemiringan potong sebesar 10^0. Adapun hasil perhitungannya menggunakan rumus => $FC = \frac{v}{t}$.

Pengujian Bahan Bakar dengan Ron 92 dengan waktu (t) selama 20 menit adalah 600 detik dengan RON 92. Didapatkan volume pemakaian bahan bakar (v) pengujian pertama sebesar 97 ml, Pengujian kedua dengan 99 ml dan Pengujian ketiga mendapatkan 102 ml. Dari hasil volume bahan pakan, dapat dihitung konsumsinya, yaitu pada pengujian 1 dengan 0,0808 ml/s, pengujian ke - 2 dengan 0.825 dan pengujian ke 3 volumenya dengan nilai 0.850. Percobaan dengan waktu (t) selama 30 menit adalah 1800 detik dengan RON 92. Didapatkan volume pemakaian bahan bakar (v) pengujian pertama sebesar 142.5 ml, Pengujian kedua dengan 149 ml dan Pengujian ketiga mendapatkan 153 ml. Dari hasil volume bahan bakan, dapat dihitung konnsumsinya, yaitu pada pengujian 1 dengan 0,0789 ml/s, pengujian 2 dengan angka 0.0828 ml/s dan pengujian 3 dengan volumenya 0.0856 ml/s.

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v14i2.196

Tabel 1. Konsumsi Bahan Bakar RON 92

Waktu (detik)	Kecepatan Mesin Penggerak (rpm)	Pengujian Ke -	Konsumsi Bahan Bakar (ml/s)	Rata-Rata Bahan Bakar (ml)
1200	2700	1	0.0808	0.0828
		2	0.0825	
		3	0.0850	
1800	2700	1	0.0789	0.0824
		2	0.0828	
		3	0.0856	



Gambar 1. Diagram Konsumsi Bahan Bakar dengan RON 92

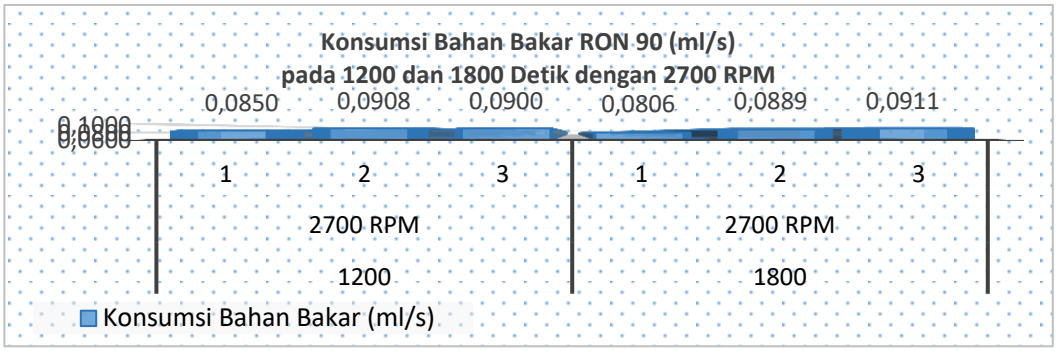
Pengujian Bahan Bakar dengan RON 90, waktunya yang ditentukan sama 20 menit atau 1200 detik. Didapatkan volume bahan bakarnya didapatkan sebesar 102 ml sehingga didapatkan konsumsi bahan bakarnya adalah 0,0850 ml/s pada pengujian pertama. Untuk pengujian kedua didapatkan. 109 ml dengan konsumsinya 0.0908 ml/s, dan pada percobaan ketiga 0.0900 ml/s didapatkan 108 ml. Sedangkan penggunaan dengan waktu yang 30 menit atau 1800 menit. Didapatkan volume bahan bakarnya didapatkan sebesar 145 ml sehingga didapatkan konsumsi bahan bakarnya adalah 0,0806 ml/s. Pada pengujian kedua didapatkan 160 ml dengan konsumsinya 0.0889 ml/s, dan pada percobaan ketiga didapatkan 164 ml dengan konsumsi 0.0911 ml/s.

Tabel 2. Konsumsi Bahan Bakar RON 90

Waktu (detik)	Kecepatan Mesin Penggerak (rpm)	Pengujian	Konsumsi Bahan Bakar (ml/s)	Rata-Rata Bahan Bakar (ml/s)
1200	2700 rpm	1	0.0850	0.0886
		2	0.0908	
		3	0.0900	

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v14i2.196

Waktu (detik)	Kecepatan Mesin Penggerak (rpm)	Pengujian	Konsumsi Bahan Bakar (ml/s)	Rata-Rata Bahan Bakar (ml/s)
1800	2700 rpm	1	0.0806	0.0869
		2	0.0889	
		3	0.0911	

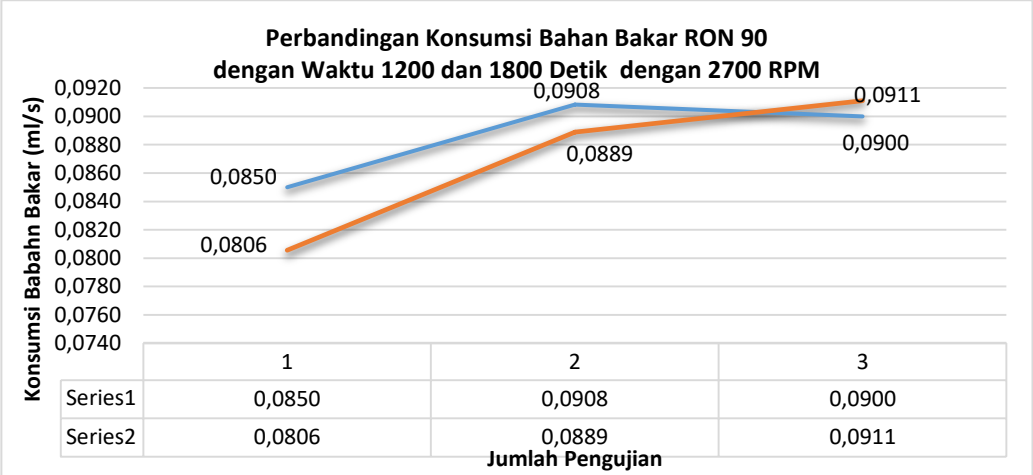


Gambar 2. Diagram Konsumsi Bahan Bakar denan RON 90

Analisa Pembahasan

Hasil pengujian bahan bakar dengan RON 90, dengan menggunakan waktu pencacahan pelepah sawit, yaitu 20 dan 30 menit pada posisi mat Paa potong $10^{0.}$ Dan kecepatan potong 2700 rpm. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pengujian. Dengan waktu (t) selama 20 menit dengan RON 90, didapatkan volume pemakaian bahan bakar (v) pengujian 1, 2 dan 3 didapatkan sebesar 102 ml, 109 ml dan 108 ml. Rata – rata konsumsi bahan bakarnya didapatkan 0.828 ml/s. Hasil uji dengan waktu (t) selama 30 menit adalah 1800 detik dengan RON 90, kecepatan konstan pada 2700 rpm. Maka, didapatkan volume pemakaian bahan bakar (v) pengujian 1, 2 dan 3 sebesar 145 ml, 160 ml, 164 ml, dengan rata – rata 0.0869 ml/s.

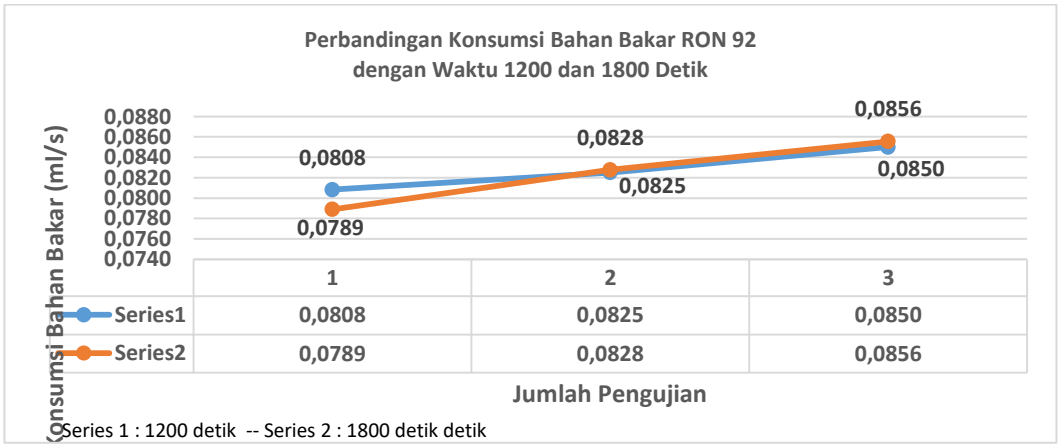
ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v14i2.196



Gambar 3. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar RON 90

Series 1 : 1200 detik -- Series 2 : 1800 Detik

Sedangkan untuk penggunaan RON 92, dengan waktu yang ditentukan sama 1200 detik. Volume bahan bakarnya pada pengujian 1, 2 dan 3 didapatkan 97, 99 dan 102 ml dengan rata – rata konsumsi bahan bakar di angka 0.0828 ml/s. Untuk waktu pengujian waktu 30 menit atau 1800 menit. Didapatkan volume bahan bakarnya didapatkan sebesar 142 ml, 149 ml dan 154 ml. Dengan konsumsi rata – rata bahan bakar di angka 0.0824 ml/s.



Series 1 : 1200 detik -- Series 2 : 1800 detik detik

Gambar 4. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar RON 92

Berdasarkan hasil yang didapatkan, terdapat perbedaan volume konsumsi bahan bakar dengan kecepatan putaran mesin yang sama antara bahan bakar RON 90 dan 92. Perfomance mesin cacahan menggunakan bahan bakar dengan RON 92 lebih hemat dari RON 90. Konsumsi bahan bakar berkorelasi negatif secara linear dengan laju aliran pencacahan, yang mana berarti kecepatan operator memasukkan bahan cacahan ke dalam ruang pemotong tidak mempengaruhi konsumsi bahan bakar (Karl J Wild, Veit Walther, 2009). Namun hal ini terjadi karena semakin tinggi nilai RON konsumsi bahan bakar yang digunakan lebih rendah (Han & Yao, 2015; Kamaruddin dkk., 2020; Nikolaou dkk., 2004).

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v14i2.196

Penggunaan RON yang lebih tinggi memiliki kualitas anti ketukan yang tinggi, dia juga menghasilkan efisiensi termal yang lebih tinggi (Nakata dkk., 2007). Namun, perlu diperhatikan pula, konsumsi bahan bakar dipengaruhi oleh sejumlah parameter yang berbeda, khususnya sifat-sifat ataupun jenis tanaman yang dipotong dan juga oleh ketajaman mata potong (Wild dkk., 2009).

Perbedaan lainnya, didapatkan waktu pemotongan pada 1800 detik memiliki nilai rata – rata volume bahan bakar lebih efisien dari waktu potong selama 1200 detik baik pada pemakaian RON 90 dan 92. Hal itu terjadi karena, semakin lama waktu mesin berputar dan semakin cepat mesin bekerja, konsumsi bahan bakar akan menurun seiring dengan meningkatnya kecepatan (Karl J Wild, Veit Walther, 2009; Yonas, 2021). Ini terjadi karena pembakaran lebih baik dan memungkinkan pembakaran sempurna (Nakata dkk., 2007).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analaisis data dapat disimpulkan bahwa: (1) Lama waktu pengopersaian mesin pencacah memiliki pengaruh terhadap penggunaan bahan bakar. Baik pada bahan bakar dengan RON 90 dan 92. Dilihat perbedaan konsumsi rata – rata bahan bakar dari ketiga kali pengujian, pada waktu 1800 detik dengan RON 90 memiliki efisiensi 2% lebih baik dari waktu kerja mesin di 1200 detik. Hal ini berkaitan dengan lama mesin bekerja, konsumsi bahan bakar akan menurun seiring dengan meningkatnya kecepatan karena pembakaran yang lebih sempurna. (2) Pada pemakaian bahan bakar RON 92 dengan waktu di 1800 detik, memiliki efisensi lebih baik dari penggunaan waktu 1200 detik sebesar 0.45%. Untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar, pengguna mesin dapat mencapai kecepatan pencacahan yang tinggi. (3) Pemakaian bahan bakar RON 92 lebih efisien jika dibandingkan RON 90 pada penggunaan beban potong pelepah sawit di putaran mesin 2700 rpm. Ini didapatkan pada kemiringan mata potong 10^0.

DAFTAR PUSTAKA

Alemneh, T., & Getabalew, M. (2019). Beef Cattle Production Systems , Challenges and Opportunities in Ethiopia. *Juniper Online Journal of Public Health*, *5*(1), 2019. https://doi.org/10.19080/JOJPH.2019.05.555651

Badan Pusat Statistik Kalimantan Tengah. (2022). *Jumlah Penduduk (Jiwa), 2015-2021*. https://kalteng.bps.go.id/indicator/12/390/1/jumlah-penduduk.html. https://kalteng.bps.go.id/indicator/12/390/1/jumlah-penduduk.html

Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Tengah. (2022). *Sapi Potong 2016-2018*. https://kalteng.bps.go.id/indicator/24/647/1/sapi-potong.html.

Cao, Y., & Li, D. (2013). Impact of increased demand for animal protein products in Asian countries: Implications on global food security. *Animal Frontiers*, *3*(3), 48–55. https://doi.org/10.2527/af.2013-0024

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v14i2.196

Davis, K. F., Gephart, J. A., Emery, K. A., Leach, A. M., Galloway, J. N., & D'Odorico, P. (2016). Meeting future food demand with current agricultural resources. *Global Environmental Change*, *39*, 125–132. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.004

Delgado, C., Rosegrant, M., Steinfeld, H., Ehui, S., & Courbois, C. (2001). Livestock to 2020: The Next Food Revolution. *Outlook on Agriculture*, *30*(1), 27–29. https://doi.org/10.5367/000000001101293427

Gezahagn, K., Getnet, A. and, & Feyisa, F. (2017). Review on Major Feed Resources in Ethiopia: Conditions, Challenges and Opportunities Farming System Dynamism in Ethiopia View project African Chicken Genetic Gains View project. *Academic Research Journal of Agricultural Science and Research*, *5*(3), 176–185. https://doi.org/10.14662/ARJASR2017.013

Han, W. Q., & Yao, C. De. (2015). Research on high cetane and high octane number fuels and the mechanism for their common oxidation and auto-ignition. *Fuel*, *150*(February), 29–40. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.01.090

Kamaruddin, M. R., Hassan, N., Sulaiman, S., & Faiz, M. A. (2020). *Analysis of the Exhaust Emission from Vehicle Fueled with Variance Research Octane Number Fuel*. *2*(1), 1–9.

Karl J Wild, Veit Walther, J. K. S. (2009). Optimizing Fuel Consumption and Knife Wear in a SelfPropelled Forage Chopper by Improving the Grinding Strategy. *American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE) Annual International Meeting 2009,*. https://doi.org/doi:10.13031/2013.27295

Leavy, P. (2017). *Research Design* (1 ed.). The Guilford Press A Division of Guilford Publications, Inc. 370 Seventh Avenue, Suite 1200, New York, NY 10001. www.guilford.com

Muhammad, K., Walusimbi, K. H., Jimmy, K., & Swidiq, M. (2018). Design and performance evaluation of a NARO forage chopper prototype for smallholder dairying systems. *Design and performance*, *5*(11), 547–551.

Nakata, K., Uchida, D., Ota, A., Utsumi, S., & Kawatake, K. (2007). The impact of RON on SI engine thermal efficiency. *SAE Technical Papers*, 456–462. https://doi.org/10.4271/2007-01-2007

Nikolaou, N., Papadopoulos, C. E., Gaglias, I. A., & Pitarakis, K. G. (2004). A new non-linear calculation method of isomerisation gasoline research octane number based on gas chromatographic data. *Fuel*, *83*(4–5), 517–523. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2003.09.011

Vu, V. D., Ngo, Q. H., Nguyen, T. T., Nguyen, H. C., Nguyen, Q. T., & Nguyen, V. Du. (2020). Multi-objective optimisation of cutting force and cutting power in chopping agricultural residues. *Biosystems Engineering*, *191*, 107–115. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.01.007

Wild, K. J., Walther, V., & Schueller, J. K. (2009). Optimizing fuel consumption

ISSN 2087-166X (printed)
ISSN 2721-012X (online)
DOI: https://doi.org/10.37304/jikt.v14i2.196

and knife wear in a self-propelled forage chopper by improving the grinding strategy. *American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting 2009, ASABE 2009*, *9*(09), 5899–5916. https://doi.org/10.13031/2013.27295

Yonas, M. (2021). Design, fabrication and performance evaluation of animal feed chopping machine. *African Journal of Agricultural Research*, *17*(8), 1155–1160. https://doi.org/10.5897/ajar2021.15626