



**PENGARUH PENAMBAHAN TERPENTIN terhadap KARAKTERISTIK
PEMBAKARAN *DROPLET* MINYAK BUNGA MATAHARI sebagai
BIODIESEL**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana strata satu
(S-1) Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang*



Disusun Oleh:

MOH. HIDAYATUR ROHMAN
218.010.5.2065

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2022**

ABSTRAK

Moh. Hidayatur Rohman 2022. Pengaruh Penambahan Terpentin terhadap Karakteristik Pembakaran *Droplet* Minyak Bunga Matahari sebagai Biodiesel. Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang. Dosen Pembimbing: Dr. Ena Marlina, S.T., M.T. dan Ir. H. Margianto, M.T.

Minyak bunga matahari (CSFO) memiliki kandungan asam lemak jenuh yang rendah dan bersifat polar, sehingga cocok digunakan sebagai bahan bakar biodiesel. CSFO tidak dapat digunakan secara langsung karena viskositasnya yang tinggi, sehingga akan merusak mesin bila digunakan dalam jangka waktu yang panjang. Penambahan aditif (minyak terpentine) adalah salah satu cara untuk memperbaiki kualitas dan menurunkan viskositas minyak nabati. Minyak terpentin memiliki kandungan alpha pinene ($C_{10}H_{16}$) *terpene hydrocarbon* sehingga mudah terbakar, mudah menguap, memiliki viskositas dan titik nyala yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pembakaran yang meliputi laju pembakaran, temperatur nyala, tinggi api, dan lebar api dari campuran droplet CSFO dengan terpentine. Metode yang digunakan adalah double droplet, dimana droplet diteteskan pada ujung *thermocouple* tipe-K, kemudian dipanaskan menggunakan heater dengan jarak 3 mm dari droplet. Metode double droplet digunakan untuk mengetahui karakteristik pembakaran dari bahan bakar cair campuran CSFO dan minyak terpentin. Variasi campuran yang digunakan adalah 10% (CSFO10) dan 15% (CSFO15). Hasil menunjukkan bahwa semakin tinggi prosentase minyak terpentin maka laju pembakaran semakin cepat, temperatur nyala semakin rendah, dan lebar api semakin kecil. CSFO yang mempunyai kandungan terbesarnya linoleic adalah asam lemak bengkok dan mempunyai temperatur nyala yang rendah, hal ini menunjukkan bahwa CSFO hanya membutuhkan panas yang lebih kecil untuk terbakar. Energi yang dibutuhkan untuk berinteraksi antara CSFO dan terpentine rendah, sehingga mengakibatkan laju pembakaran semakin cepat. CSFO yang termasuk polar, menyebabkan CSFO lebih reaktif, sehingga pembakaran lebih cepat. Ketika ditambahkan terpentine 10%

maka CSFO10 menyala sekitar 1,067 detik, dan CSFO15 menyala sekitar 0,6 detik lebih cepat dibanding CSFO murni, yaitu 1,167 detik. Pada visualisasi api memperlihatkan adanya peristiwa microexplosion, microexplosion terbanyak pada CSFO murni. Karakteristik pembakaran terbaik adalah CSFO15, dengan laju pembakaran lebih cepat, temperatur lebih rendah, dan jelaga semakin berkurang.

Kata Kunci: *Biodiesel*; minyak bunga matahari; aditif minyak terpentin; pengapian tetesan

ABSTRACT

Sunflower oil (CSFO) has a low content of saturated fatty acids and is polar, making it suitable for use as biodiesel fuel. CSFO cannot be used directly because of its high viscosity, so it will damage the engine if used for a long time. The addition of additives (turpentine oil) is one way to improve the quality and reduce the viscosity of vegetable oils. Turpentine oil contains alpha pinene ($C_{10}H_{16}$) terpene hydrocarbon so it is flammable, volatile, has a low viscosity and flash point. This study aims to determine the combustion characteristics which include burning rate, flame temperature, flame height, and flame width of a mixture of CSFO droplets with turpentine. The method used is double droplet, where the droplet is dropped on the tip of the K-type thermocouple, then heated using a heater with a distance of 3 mm from the droplet. The double droplet method was used to determine the combustion characteristics of a liquid fuel mixture of CSFO and turpentine oil. The mixed variations used were 10% (CSFO10) and 15% (CSFO15). The results show that the higher the percentage of turpentine oil, the faster the combustion rate, the lower the flame temperature, and the smaller the width of the flame. CSFO which has the largest content of linoleic is benthic fatty acid and has a low flame temperature, this indicates that CSFO only requires less heat to burn. The energy required to interact between CSFO and turpentine is low, resulting in a faster combustion rate. CSFO, which is polar, causes CSFO to be more reactive, resulting in faster combustion. When 10% turpentine is added, CSFO10 fires for about 1.067 seconds, and CSFO15 fires about 0.6 seconds faster than pure CSFO, which is 1.167



seconds. The fire visualization shows a microexplosion event, the most microexplosion in pure CSFO. The best combustion characteristic is CSFO15, with faster combustion rate, lower temperature, and less soot.

Keyword: Biodiesel; sunflower oil; turpentine oil additive; drip ignition



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu, kebutuhan energi di Indonesia semakin meningkat dan tidak dapat dihindari dari kehidupan manusia modern. Peningkatan ini akan terus terjadi dikarenakan semakin meningkatnya populasi manusia, jumlah alat transportasi, serta aktivitas industri. Sumber energi yang sangat populer digunakan salah satunya adalah minyak bumi, yang sering disebut dengan nama bahan bakar minyak (BBM). cadangan bahan bakar minyak (BBM) lambat laun akan terus menipis, dan bahan bakar minyak sendiri merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui (Yunizurwan, 2007).

Motor bakar diesel atau sering disebut dengan mesin diesel adalah salah satu mesin penggerak yang memiliki sistem pembakaran dalam yang juga disebut dengan motor pembakaran kompresi (*Compression Ignition Engine*). Sistem pembakaran dalam ruang bakar mesin diesel tersebut yaitu dengan cara penyemprotan bahan bakar ke dalam silinder motor yang terdapat udara bertekanan dan memiliki temperature yang tinggi (Muksin, 2014). Motor bakar diesel pada umumnya menggunakan minyak bumi yang diolah menjadi bahan bakar minyak berupa solar. Selain mesin bensin, mesin diesel juga menjadi salah satu pilihan yang banyak digemari di Indonesia karena kemampuannya dan juga harga bahan bakar yang lebih murah dibandingkan dengan bahan bakar bensin (Marlina *et.al.*, 2017).

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar yang banyak dikembangkan saat ini sebagai energi alternatif pengganti minyak bumi dan dapat digunakan secara langsung maupun dicampur dengan berbagai variasi lainnya. Biodiesel sendiri dapat diproduksi dari berbagai minyak nabati seperti minyak kemiri, minyak kacang, minyak bunga matahari, minyak kelapa, minyak zaitun, minyak jarak, dan minyak kedelai (Marlina *et.al.*, 2017). Selain sifatnya yang dapat diperbaharui, biodiesel juga memiliki sifat yang lebih ramah terhadap lingkungan dan dapat diproduksi dengan skala yang besar, oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan lagi terhadap minyak nabati yang posisinya bisa menggantikan minyak bumi sebagai bahan bakar mesin diesel (Julianti *et.al.*, 2014).

Bunga matahari adalah salah satu tanaman biji minyak unggulan yang dibudidayakan untuk produksi minyak dunia. Minyak bunga matahari merupakan salah satu pilihan untuk produksi biodiesel dalam skala besar tergantung pada budidaya massalnya. Minyak nabati yang pada dasarnya berasal dari tanaman merupakan bahan awal terbaik untuk memproduksi biodiesel karena konversi trigliserida murni menjadi metil ester asam lemak yang tinggi dan waktu reaksi yang relatif singkat (Thirumarimurugan *et.al.*, 2012). Beberapa parameter kualitas biodiesel yang dihasilkan dari minyak bunga matahari (densitas, viskositas kinematik, nilai kalor) terbukti sangat stabil. Hal ini dikarenakan sifat-sifat yang serupa antara asam lemak yang paling bervariasi (asam oleat dan linoleat), oleh karena itu perubahan komposisi minyak tidak mengakibatkan perubahan besar dalam parameter kualitas biodiesel. Nilai RMSD untuk kandungan asam lemak minyak bunga matahari diperoleh asam oleat 2,9%, asam linoleat 3,2%, asam stearat 0,4%, dan palmitat 0,2% (Pereyra-Irujo *et.al.*, 2009). Dalam pengaplikasiannya minyak nabati memiliki viskositas yang cukup tinggi, oleh karena itu banyak peneliti yang menambahkan bioaditif untuk mengurangi viskositas dari minyak nabati tersebut.

Minyak atsiri (*bioaditif*) adalah unsur yang didapat dari tumbuhan untuk menambah kandungan sekaligus meningkatkan kualitas dari bahan bakar. Minyak atsiri memiliki sifat yang mudah menguap. Minyak terpentin, minyak cengkeh, minyak gandapura, minyak pala, minyak kayu putih, dan minyak sereh adalah minyak atsiri yang dapat dimanfaatkan untuk bioaditif bahan bakar karena senyawa-senyawa penyusunnya terdapat rantai siklik dan oksigen yang cukup besar (Kadarohman, 2009).

Terpentin, yang dalam istilah inggrisnya adalah *Turpentine* ($C_{10}H_{16}$), merupakan hasil dari proses destilasi dari getah pinus. Terpentin merupakan campuran dari senyawa golongan terpena dan minyak atsiri. Komposisi kimia dari terpentin akan bervariasi, tergantung pada faktor geografi pohon pinus, jenis atau spesies pohon, dan juga proses destilasi yang digunakan (Wahyudi, 2013). Terpentin merupakan bahan terbarukan yang umumnya diperoleh dari getah pinus atau juga sebagai limbah dari proses Kraft. Di Indonesia sendiri, getas pinus dihasilkan dari jenis pohon pinus merkusii. Terpentin diperoleh dari penyulingan

getah pinus sebagai hasil atas, sedangkan gondorukem adalah hasil bawahnya. Gondorukem berwujud padatan dan berwarna kuning jernih hingga kuning tua. Sedangkan terpentin memiliki bentuk cair dan berwarna jernih agak kekuningan. Terpentin juga merupakan pelarut yang kuat oleh karena itu biasa digunakan sebagai bahan pelarut dalam industri minyak cat (Sastrohamidjojo, 2004). Minyak terpentin hanya ditentukan oleh satu mutu, yaitu warna jernih, komposisi *Alpha pinene* dan *Betha pinene*, kandungan kotoran dan Aroma khas terpentin. Terpentin dibagi menjadi 3 kelas antara lain; terpentin kelas A untuk pengganti bensin, terpentin kelas B untuk pengganti solar, dan terpentin kelas C untuk bahan pengencer cat. Terpentin memiliki kandungan "*Alpha pinene*" C₁₀ H₁₆ *Turpene Hydrocarbon* yang cukup kaya dan mudah terbakar, karena itu minyak terpentin juga dapat digunakan sebagai bahan bakar (Saputra, *et.al.*, 2017).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penambahan minyak terpentin terhadap karakteristik pembakaran *droplet* minyak bunga matahari (*crude sunflower oil*) yang meliputi temperatur *droplet*, tinggi api, lebar api, dan *burning rate*?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini diperlukan batasan masalah, agar pembahasannya tidak meluas dan lebih fokus kepada masalah-masalah tertentu yang ingin diteliti, yaitu sebagai berikut:

1. Variasi minyak yang diuji yaitu CSFO murni, campuran 90% CSFO dengan 10% terpentin, 85% CSFO dengan 15% terpentin.
2. Tidak membahas tentang proses produksi minyak terpentin dan minyak bunga matahari
3. Karakteristik yang diamati adalah temperatur *droplet*, diameter *droplet*, tinggi api, lebar api, dan *burning rate*.
4. Temperatur yang digunakan saat pengujian yaitu temperatur ruangan (25°C-30°C)

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan minyak terpenin terhadap karakteristik pembakaran *droplet* pada minyak bunga matahari (*crude sunflower oil*), serta menciptakan bahan bakar biodiesel campuran yang ramah lingkungan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah wawasan mengenai proses pengujian *droplet*.
2. Bahan referensi pengembangan sumber energi atau bahan bakar terbarukan.
3. Menerapkan ilmu saat proses perkuliahan untuk diimplementasikan di dunia nyata.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

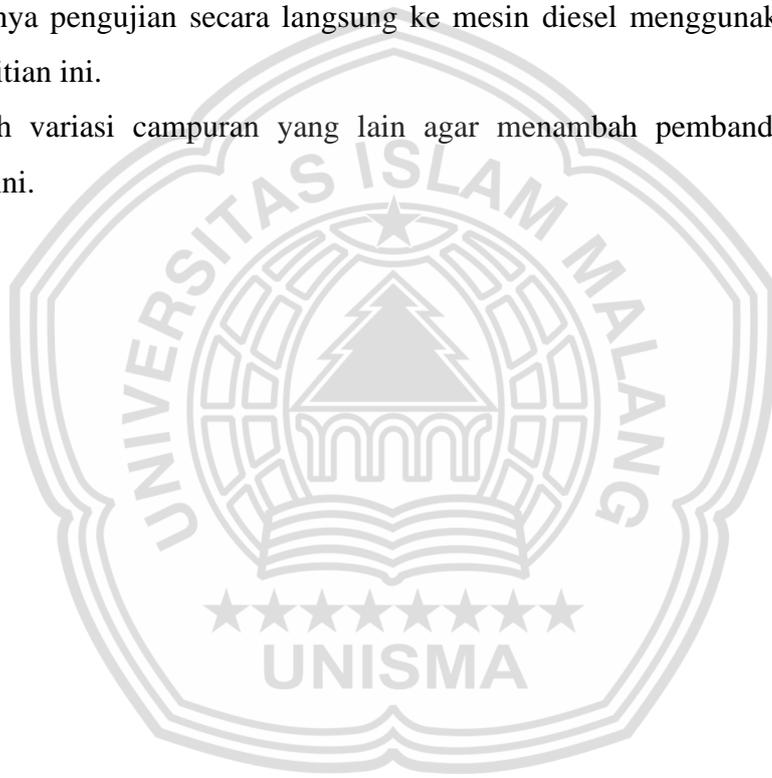
1. Semakin tinggi prosentase campuran maka temperatur akan semakin rendah. Hal ini disebabkan oleh nilai titik didih minyak terpentin yang lebih rendah daripada minyak bunga matahari, sehingga dengan penambahan minyak terpentin tersebut membantu mengurangi nilai titik didih pada minyak bunga matahari
2. *Burning rate* yang diperoleh menunjukkan bahwa variasi campuran 15% menjadi yang terbaik, hal ini dikarenakan sifat minyak terpentin yang dapat membantu mengurangi viskositas, mempercepat penguapan, dan memiliki titik didih yang rendah. sehingga semakin tinggi prosentase minyak terpentin, maka laju pembakaran akan semakin cepat.
3. CSFO murni memiliki tinggi api maksimal yang nilainya terbesar. Hal ini disebabkan oleh sering terjadinya fenomena *microexplosion* pada CSFO murni, sehingga mengakibatkan ukuran api yang cukup berontak. Tinggi api diukur dari titik terluar dari bentuk visualnya, sehingga fenomena *microexplosion* juga akan mempengaruhi ukuran tinggi api. Variasi campuran 10% memiliki tinggi api maksimal yang lebih kecil dibandingkan dengan variasi 15%. Hasil tersebut disebabkan karena semakin banyak prosentase campuran minyak terpentin maka sifat minyak bunga matahari akan lebih mudah menguap, sehingga api akan lebih tinggi pada penguapan yang lebih tinggi.
4. Lebar api yang memiliki nilai terbesar adalah CSFO murni. sama halnya tinggi api, Data yang diperoleh disebabkan oleh satu fenomena yang sama yaitu *microexplosion*, sehingga lebar api diukur dari titik terluar termasuk fenomena tersebut. Variasi campuran 15% memiliki lebar yang nilainya lebih kecil. Hal ini dikarenakan sifat lebih mudah menguap pada prosentase campuran 15% minyak terpentin, sehingga api cenderung tinggi dan tidak melebar.
5. Semakin banyak prosentase campuran minyak terpentin maka laju pembakaran juga akan semakin meningkat. Visualisasi api yang didapat memperlihatkan

bahwa pada setiap pengujian terjadi fenomena ledakan api/*microexplosion*. Penelitian ini membuktikan bahwa semakin banyak prosentase minyak terpentin maka titik awan juga akan lebih berkurang. Yang dibuktikan dengan semakin berkurangnya asap hitam dari pembakaran.

5.2 Saran

Saran pada penelitian ini antara lain adalah:

1. Menambah prosentase minyak terpentin agar mengetahui prosentase terbaik untuk campuran minyak bunga matahari.
2. Perlu adanya pengujian secara langsung ke mesin diesel menggunakan hasil dari penelitian ini.
3. Menambah variasi campuran yang lain agar menambah pembanding dari penelitian ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., Ahmed, S., Fayyaz-Ul-Hassan, Arshad, M., Khan, M. A., Zafar, M., & Sultana, S. (2010). Base catalyzed transesterification of sunflower oil biodiesel. *African Journal of Biotechnology*, 9(50), 8630–8635.
<https://doi.org/10.5897/AJB10.1229>
- Alptekin, E., & Canakci, M. (2008). Determination of the density and the viscosities of biodiesel–diesel fuel blends. *Renewable Energy*, 33(12), 2623–2630.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.02.020>
- Demirbas, A. (2009). Progress and recent trends in biodiesel fuels. *Energy Conversion and Management*, 50(1), 14–34.
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2008.09.001>
- Dewangga, A. (2018). Pengaruh variasi konduktivitas termal flame holder terhadap karakteristik pembakaran dalam meso-scale combustor. Universitas Brawijaya.
- Dubey, P., & Gupta, R. (2018). Influences of dual bio-fuel (Jatropha biodiesel and turpentine oil) on single cylinder variable compression ratio diesel engine. *Renewable Energy*, 115, 1294–1302.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.09.055>
- Faik, A. M.-D., & Zhang, Y. (2020). Liquid-phase dynamics during the two-droplet combustion of diesel-based fuel mixtures. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 115, 110084. <https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2020.110084>
- Joelianingsih, Tambunan, A. H., NABETANI, H., Sagara, Y., & Abdullah, K. (2006). Perkembangan Proses Pembuatan Biodiesel Sebagai Bahan Bakar Nabati (BBN). *Keteknikaan Pertanian*, 20(3), 205–2016.
- Julianti, N. K., Wardani, T. K., Gunardi, I., & Roesydi, A. (2014). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit RBD dengan Menggunakan Katalis Berpromotor Ganda Berpenyangga γ -Alumina (CaO/MgO/ γ -Al₂O₃) dalam Reaktor Fluidized Bed. *Teknik Pomits*, 3(2), 143–147.
- Kadarohman, A. (2009). Eksplorasi Minyak Atsiri Sebagai Bioaditif Bahan Bakar Solar. *Pengajaran MIPA*, 14(2), 20.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1980, Encyclopedia of Chemical Technology, Vol. 9,

- 3 ed., pp. 306-308, John Willey and Sons, New York
- Law, C. K., & Lawt, H. K. (1981). Law for Mul! [component Droplet Vaporization and Combustion. 20(4), 522–527
- Le Clercq, P., Noll, B., & Aigner, M. (2006). Modeling evaporation and microexplosion of water-in-alkane emulsion droplets. In AICHE Annu. Meet. Conf. Proc.
- Marlina, E., Wijayanti, W., Yuliati, L., & Wardana, I. N. G. (2022). The role of 1.8-cineole addition on the change in triglyceride geometry and combustion characteristics of vegetable oils droplets. *Fuel*, 314(August), 122721.
<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.122721>
- Mathiyazhagan, M., & Ganapathi, A. (2011). Factors Affecting Biodiesel Production. *Research in Plant Biology*, 1(2), 1–5.
- Muksin, S. (2014). Kajian Pemakaian Bahan Bakar Pada Motor Diesel Generator Mak Di Pltd Gunung Patti Semarang Jawa Tengah. *Jurnal TEKNOLOGI*, 11(2), 2030–2038.
- Najibullah, W., Wahab, A., & Marlina, E. (2017). Pengaruh Penambahan Bahan Bakar Minyak Jarak (Jatropha Oil) dan Bioaditif Terhadap Performa dan Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(2).
- Pereyra-Irujo, G. A., Izquierdo, N. G., Covi, M., Nolasco, S. M., Quiroz, F., & Aguirrezábal, L. A. N. (2009). Variability in sunflower oil quality for biodiesel production: A simulation study. *Biomass and Bioenergy*, 33(3), 459–468.
<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.07.007>
- Pono, W. S. (2013). *Buku Pegangan Hasil Hutan Bukan Kayu* (W. Syafii (Ed.); Issue August 2013). POHON CAHAYA.
- Saputra, R. A., Wigraha, N. A., & Widayana, G. (2017). PENGARUH Pencampuran Bahan Bakar Pertalite dengan Minyak Terpentin dan Minyak Atsiri Terhadap Penurunan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Supra X 125. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 5(2).
<https://doi.org/10.23887/jjtm.v5i2.11690>
- Sastrohamidjojo, H. (2004). *Kimia minyak atsiri*. Gajah Mada University Press.
- Setyawan, N. A. (2015). *Pengaruh Penambahan Bioaditif Minyak Kayu Putih pada Bahan Bakar Premium terhadap Performa, Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi*

Gas Buang Sepeda Motor. Universitas Negeri Semarang.

- Sukamta, Endriyani, S., & Anita, F. (2008). Pembuatan dan Karakterisasi Biodiesel dari Minyak Bunga Matahari dan Metanol dengan Katalis NaOH. *Teknologi Academia ISTA*, 12(2), 278–287.
- Thirumarimurugan, M., Sivakumar, V. M., Xavier, A. M., Prabhakaran, D., & Kannadasan, T. (2012). Preparation of Biodiesel from Sunflower Oil by Transesterification. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 2(6), 441–444. <https://doi.org/10.7763/IJBBB.2012.V2.151>
- Triwibowo, B. (2013). Teori Dasar Simulasi Proses Pembakaran Limbah Vinasse Dari Industri Alkohol Berbasis Cfd. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 2(2), 14–24.
- Tutunea, D., Dumitru, I., Racila, L., Otat, O., Matei, L., & Geonea, I. (2019). Characterization of Sunflower Oil Biodiesel as Alternative for Diesel Fuel. In *Proceedings of the 4th International Congress of Automotive and Transport Engineering (AMMA 2018)* (pp. 172–180). https://doi.org/10.1007/978-3-319-94409-8_21
- Whertheim, E. and Jaskey, H., 1956, “Introductory Organic Chemistry”, 3 ed., pp. 91-93, 154-166, Mc-Graw-Hill Book Company, Inc., New York
- Yumrutaş, R., Alma, M. H., Özcan, H., & Kaşka, Ö. (2008). Investigation of purified sulfate turpentine on engine performance and exhaust emission. *Fuel*, 87(2), 252–259. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2007.04.019>
- Yunizurwan. (2007). Analisis Potensi dan Peluang Ekonomi Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif. In *USU e-Repository*.