



## Biodiesel Production from Tung Oil in Laos PDR by Ultrasound-Assisted Transesterification

Bounkhong KEOMOUNLATH<sup>1\*</sup>, Sengthong BOUNYAVONG<sup>2</sup>, Lemthong LATHDAVONG<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Physics Department, Faculty of Natural Sciences, National university of Laos

\*Correspondence: Bounkhong

Keomounlath, Physics Department,

Faculty of Natural Sciences,

National university of Laos

Tel: +856 20 22220557, E-mail:

[bounkhongkml@gmail.com](mailto:bounkhongkml@gmail.com)

Abstract

Tung oil is an emerging vegetable oil feedstock that has attracted growing attention for its potential conversion into biodiesel for energy applications. This research aims to investigate the biodiesel production process from sweet *Vernicia montana* seeds in Lao PDR. Biodiesel was synthesized via transesterification with methanol, wherein low-frequency ultrasonic irradiation (20 kHz, 130 W) was applied to enhance the reaction rate. This study also examined the physical properties of the produced biodiesel. In this study, biodiesel production was carried out using 1.3 wt% potassium hydroxide (KOH) as the catalyst. In this experiment, biodiesel production was carried out using oil-to-methanol molar ratios of 1:8, 1:10, and 1:12, respectively.

The analysis results for oil-to-methanol mixing ratios of 1:8, 1:10, and 1:12 showed yield values of 79.92%, 87.52%, and 89.95%, respectively. The measured heat of combustion is very stable, approximately 45.5 kJ/kg. The viscosity varies with the mixing ratio, at 5.3, 4.89, and 4.5 cSt, respectively, and the flash point is constant, approximately 64 °C.

From the experimental results, it can be concluded that biodiesel production from tung oil using ultrasonic-assisted transesterification yields satisfactory output and exhibits favorable physical properties. Therefore, tung oil has the potential to be an alternative raw material for biofuel production.

**Keywords:** Biodiesel, tung oil, Transesterification

Article Info:

Submitted: November 20, 2025

Revised: December 10, 2025

Accepted: December 18, 2025

### 1. ພາກສະໜີ

ພະລັງງານເປັນປັດໄຈສໍາຄັນໃນການພັດທະນາເສດຖະກິດ ແລະ ສັງຄົມຂອງປະເທດ, ຢ່າງໃດກໍຕາມ ພະລັງງານຫຼັກທີ່ໃຊ້ຢູ່ໃນ ປັດຈຸບັນສ່ວນໃຫຍ່ແມ່ນໄດ້ມາຈາກເຊື້ອເຟັງຟອສຊິລ ເຊັ່ນ: ນໍ້າມັນດິບ, ຖ່ານຫີນ ແລະ ກາສໍາທໍາມະຊາດ ເຊິ່ງເປັນສັບພະຍາກອນທີ່ມີຢູ່ຢ່າງຈໍາກັດ ແລະ ບໍ່ສາມາດມາທົດແທນໄດ້, (Demirbas, 2009), ແລະ (Harish et al., 2021). ນອກຈາກນີ້ ການເຜົາໄໝ້ເຊື້ອເຟັງຟອສຊິລ ຍັງປ່ອຍກາສໍາຄາບອນໄດອອກໄຊດ໌ ແລະ ກາສໍາເຮືອນແກ້ວອື່ນໆຂຶ້ນສູ່ ຊັ້ນບັນຍາກາດ ເຊິ່ງກໍ່ໃຫ້ເກີດພາວະໂລກຮ້ອນ ແລະ ບັນຫາ ສິ່ງແວດລ້ອມຕາມມາ, (Knothe, 2010). ດ້ວຍເຫດນີ້ ການ ພັດທະນາ ແລະ ການສົ່ງເສີມການນໍາໃຊ້ພະລັງງານທົດແທນຈິ່ງໄດ້ຮັບ ຄວາມສົນໃຈເພີ່ມຂຶ້ນໂດຍສະເພາະພະລັງງານຊີວະພາບ (Biofuels) ນໍ້າມັນກາຊວນຊີວະພາບ (Biodiesel) ເຊິ່ງສາມາດຜະລິດໄດ້ຈາກ ວັດຖຸດິບທີ່ຍັງຢືນ. ໃນບັນດາພະລັງງານໝູນວຽນ ທີ່ສາມາດນໍາມາໃຊ້ ຄົນໄດ້, ນໍ້າມັນກາຊວນຊີວະພາບໄດ້ຮັບຄວາມສົນໃຈຫຼາຍ. ນໍ້າມັນກາ ຊວນຊີວະພາບຖືກພິຈາລະນາວ່າ ເປັນທາງເລືອກທີ່ດີຫຼາຍ, ອັນຕະລາຍ

ໜ້ອຍກວ່າ, ຍ່ອຍສະຫຼາຍໄດ້ທາງຊີວະພາບ ແລະ ໝູນວຽນໄດ້. ນໍ້າມັນ ກາຊວນຊີວະພາບກໍ່ເປັນອີກຮູບແບບໜຶ່ງຂອງພະລັງງານທົດແທນ ເຊິ່ງ ສາມາດນໍາໃຊ້ໃນເຄື່ອງຈັກກາຊວນ, ໂດຍສາມາດປະສົມກັບນໍ້າມັນກາ ຊວນໄດ້ໃນອັດຕາສ່ວນຕ່າງໆເຊັ່ນ: B5 ແລະ B10 ເພື່ອທົດແທນການ ໃຊ້ນໍ້າມັນກະຊວນໂດຍກົງ ( Zhiyue et al., 2023).

ນໍ້າມັນກາຊວນຊີວະພາບ ເປັນເຊື້ອເຟັງທີ່ຜະລິດຈາກພືດຫຼື ໄຂມັນສັດໂດຍຜ່ານຂະບວນການ ຫຼາຍເອັດສ໌ເຕີຊີຟິກເຄຊັນ (Transesterification) ກັບເຫຼົ້າ ເຊັ່ນ: ເມທານອລ (Methanol) ຫຼື ເອຕານອລ (Ethanol) ໂດຍມີຕົວເລັ່ງປະຕິກິລິຍາເຊັ່ນ ໂຊດຽມໄຮ ດອກຊາຍ (NaOH) ຫຼື ໂປຼແຕັດຊຽມໄຮດຣອກຊາຍ (KOH) ເພື່ອ ປ່ຽນໄຖງກິດຊິລອນໃນນໍ້າມັນໃຫ້ກາຍເປັນເມທິນເອັດສ໌ເຕີ ເຊິ່ງເປັນອົງ ປະກອບຫຼັກຂອງໄບໂອດີເຊລ ແລະ ກິດຊິລອນ (glycerol), (Fangrui & Milford, 1999), (Park et al., 2007), ແລະ (Chen et al., 2011). ຂະບວນການນີ້ສາມາດຫຼຸດຜ່ອນຄວາມໜຽວຂອງນໍ້າ ມັນລົງ ເຮັດໃຫ້ເຊື້ອເຟັງມີຄຸນສົມບັດໃກ້ຄຽງນໍ້າມັນກາຊວນ. ນໍ້າມັນ ຈາກພືດທີ່ໃຊ້ເປັນວັດຖຸດິບໃນການຜະລິດໄບໂອດີເຊລມີຫລາຍສະນິດ

ເຊັ່ນ: ປູມ, ຖົ່ວເຫຼືອງ ແລະ ເມັດເກູບ (rapeseed) ແລະ ສະບູດໍາ (Jatropha curcas.) ແລະ ອື່ນໆ, ໂດຍສະເພາະຕົ້ນສະບູດໍາ ເຊິ່ງເປັນຜົດທີ່ມີປະລິມານນໍ້າມັນໃນແກ່ນຫຼາຍ (30-40% ໂດຍນໍ້າໜັກ) ສາມາດປູກໄດ້ໃນບ່ອນແຫ້ງແລ້ງ, ດິນບ່ອນບໍ່ອຸດົມສົມບູນ ແລະ ເປັນຜົດທີ່ບໍ່ເປັນອາຫານ ຈຶ່ງບໍ່ສົ່ງຜົນກະທົບຕໍ່ຄວາມໝັ້ນຄົງທາງອາຫານ, (Achten et al., 2008). ນໍ້າມັນສະບູດໍາ ປະກອບດ້ວຍກົດໄຂມັນອີມຕົວເປັນສ່ວນໃຫຍ່ເຊັ່ນກົດໂອເລອິກ ເຊິ່ງເໝາະສົມຕໍ່ການນໍາມາໃຊ້ເປັນວັດຖຸດິບຜະລິດໄບໂອດີເຊລ. ເຖິງຢ່າງໃດກໍ່ຕາມ ຂະບວນການຫຼານເອັດສ໌ເຕີລິຟິກເອຊິນ ແບບດັ່ງເດີມທີ່ໃຊ້ກວນດ້ວຍເຄື່ອງຈັກ (mechanical stirring) ອາດໃຊ້ເວລາຫຼາຍມີການກະຈາຍຕົວຂອງເຟສນໍ້າມັນ ແລະ ເຫຼົ້າ ທີ່ບໍ່ດີປານໃດ; ຍິ່ງໄປກວ່ານັ້ນ ການເກີດປະຕິກິລິຍາກໍ່ບໍ່ສົມບູນ ເຮັດໃຫ້ຜົນຜະລິດໄບໂອດີເຊລຕໍ່າ (Sharma et al., 2008); ແລະ (Meher et al., 2006). ເພື່ອແກ້ໄຂບັນຫານີ້ ວຽກວິໄຈໃນໄລຍະຫຼັງມານີ້ ມີການນໍາເຕັກໂນໂລຊີ ຄື້ນສຽງຄວາມຖີ່ສູງ (Ultrasound) ມາໃຊ້ເລັ່ງປະຕິກິລິຍາ ເຄື່ອງກໍາເນີດຄື້ນຄວາມຖີ່ສູງ (Ultrasonic generator) ສາມາດສ້າງປະກົດການໃນການເກີດຝອງອາກາດ (Cavitation) ຫຼື ການເກີດ ແລະ ແຕກຂອງຝອງອາກາດ ຂະໜາດນ້ອຍໃນທາດເຫຼວ ເຊິ່ງກໍ່ໃຫ້ເກີດອຸນຫະພູມ ແລະ ຄວາມດັນສະເພາະຈຸດທີ່ມີຄ່າສູງຫລາຍ ສິ່ງຜົນໃຫ້ສານຕັ້ງຕົ້ນປະສົມເຂົ້າຫາກັນໄດ້ຢ່າງມີປະສິດທິພາບເພີ່ມຂຶ້ນທີ່ປະສົມລະຫວ່າງເຟສ ແລະ ເລັ່ງປະຕິກິລິຍາໃຫ້ໄວຂຶ້ນ (Stavarache et al., 2005).

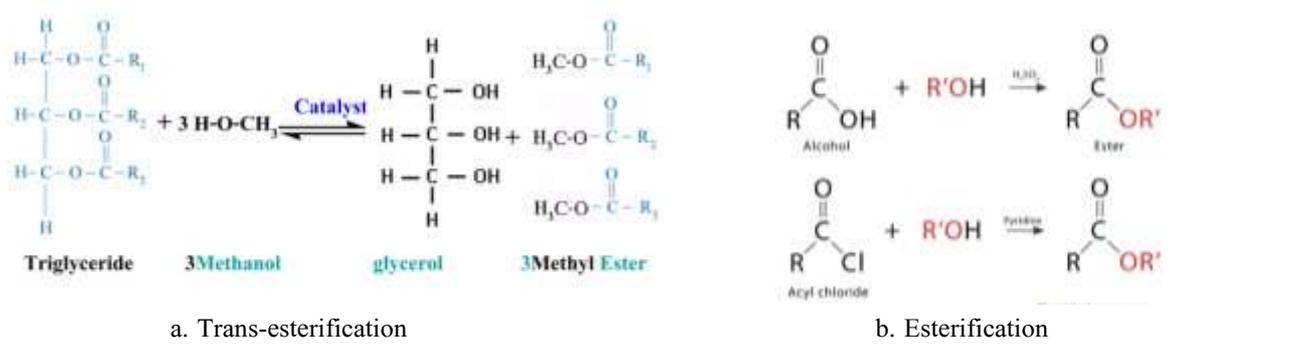
(Manh et al., 2012) ໄດ້ສຶກສາກ່ຽວກັບ ທຣານເອດສ໌ເຕີຣິຟິເຄຊັນ ຂອງນໍ້າມັນໝາກເກົາໂດຍໃຊ້ Ultrasonic ຮ່ວມກັບລັງສີ Microwave. ໃນການສຶກສາຄັ້ງນີ້ຜົບວ່າ ການເຮັດປະຕິກິລິຍາດ້ວຍ Ultrasonic ທີ່ຄວາມຖີ່ 28 kHz ໃຊ້ເວລາ 15 ນາທີ ແລະ ໃຫ້ຄວາມຮ້ອນດ້ວຍລັງສີ Microwave ຂະໜາດ 240 W ເປັນເວລາ 2 ນາທີ ສາມາດຫຼຸດເວລາ ການເຮັດປະຕິກິລິຍາລົງຈາກ 90 ນາທີ ເຫຼືອພຽງ 15 ນາທີ ແລະ ສາມາດປ່ຽນນໍ້າມັນ ນໍ້າມັນກາຊວນຊີວະພາບ ໝາກເກົາໄປເປັນກາຊວນໄດ້ 94.45% ໂດຍນໍ້າໜັກ.

(Do et al., 2011) ໄດ້ສຶກສາຜົນຂອງເວລາການສາຍຄື້ນອຸນຕຣາໂຊນິກ ຕໍ່ ຜົນຜະລິດດ້ວຍວິທີການທາງເຄມີ transesterification ຂອງໄບໂອດີເຊລຈາກນໍ້າມັນໝາກເກົາ (Vernicia montana) ແລະ ນໍ້າມັນປະສົມກັບ CH<sub>3</sub>OH ແລະ KOH ແລະ ຕໍ່ຄຸນສົມບັດບາງປະເພດຂອງໄບໂອດີເຊລ. ນໍ້າມັນປະສົມໃນການທົດລອງແມ່ນໄດ້ປະສົມກັບນໍ້າມັນໝາກເກົາ, ນໍ້າມັນຄາໂນລາ ແລະ

ນໍ້າມັນປາມ ໃນອັດຕາສ່ວນ 20%, 50% ແລະ 30%, ຕາມລໍາດັບ, ອັດຕາສ່ວນໂມນຂອງ ເມທານອລຕໍ່ນໍ້າມັນແມ່ນ 6:1 ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂຶ້ນຂອງຕົວເລັ່ງປະຕິກິລິຍາ ແມ່ນ 1% ໂດຍນໍ້າໜັກ, ອຸນຫະພູມ ແລະ ຄວາມຖີ່ຂອງຄື້ນອຸນຕຣາໂຊນິກໄດ້ຄວບຄຸມໄວ້ໃນຄ່າ 20-30 °C ແລະ 25kHz ຕາມລໍາດັບ. ຜົນຂອງການທົດລອງສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ປະລິມານນໍ້າມັນທີ່ໄດ້ມີຄ່າສູງເຖິງ 87-91% ສໍາລັບນໍ້າມັນໄບໂອດີເຊລ ສໍາລັບເວລາໃນການປະຕິກິລິຍາຫຼາຍກວ່າ 5 ນາທີ, ໃນຂະນະທີ່ໃຫ້ເວລາໃນການປະຕິກິລິຍາຕໍ່າກວ່າ 5 ນາທີ ຈະໄດ້ປະລິມານນໍ້າມັນສູງເຖິງ 92-94%.

(Shang et al., 2021) ໄດ້ສຶກສາ ຄຸນສົມບັດຂອງນໍ້າມັນໄບໂອດີເຊລຈາກໝາກເກົາ ແລະ ສ່ວນປະສົມຂອງມັນກັບນໍ້າມັນກາຊວນ, ໂດຍການປ່ຽນເອສເຕີຣິຟິເຊັນດ້ວຍເມທານອນທີ່ມີໂພແທດຊຽມໄຮດຣອກໄຊດ໌ເປັນຕົວເລັ່ງປະຕິກິລິຍາ ແລະ ມີຜົນຕໍ່າຂອງອຸນຫະພູມປ່ຽນເອສເຕີຣິຟິເຊັນຕໍ່ຄຸນສົມບັດຂອງນໍ້າມັນໄບໂອດີເຊລ. ຜົນຂອງສຶກສາໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງ FT-IR, UV, ແລະ GC-MS ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ຜົນທະຄູ triconjugated ຂອງນໍ້າມັນໝາກເກົາ ມີຄວາມໝັ້ນຄົງໃນລະຫວ່າງຂັ້ນຕອນການປ່ຽນເອສເຕີຣິຟິເຊັນລະຫວ່າງ 25 °C ແລະ 60 °C. ຜົນຂອງຄຸນສົມບັດສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່ານໍ້າມັນໄບໂອດີເຊລໝາກເກົາມີຈຸດອຸດຕັນຂອງຕົວກອງເຢັນຕໍ່າ (CFPP, -19 °C) ແລະ ຄ່າຄວາມໜຽວສູງຂຶ້ນ. ສໍາລັບສ່ວນປະສົມ B20 ສາມາດຕອບສະໜອງຂໍ້ກໍານົດຂອງ ASTM D7467 ຫຼັງຈາກເກັບຮັກສາເປັນເວລາໜຶ່ງເດືອນ. ນໍ້າມັນໄບໂອດີເຊລຈາກໝາກເກົາ ມີການເກາະແຜ່ນຫຼາຍກວ່າ ນໍ້າມັນໄບໂອດີເຊລ.

- ຂະບວນການປະຕິກິລິຍາທາງເຄມີ ເຊັ່ນ ການປ່ຽນເອສເຕີຣິຟິເຄຊັນ (Trans-esterification) ເປັນຂະບວນການທາງເຄມີທີ່ໃຊ້ ໃນການຜະລິດໄບໂອດີເຊລຈາກແຫຼ່ງຜະລິງງານ ທົດແທນເຊັ່ນ: ນໍ້າມັນຜົດ, ໄຂມັນສັດ ຫຼື ນໍ້າມັນປຸງແຕ່ງອາຫານທີ່ເສດເຫຼືອ ເຊິ່ງມີຄວາມກ່ຽວຂ້ອງກັບການປ່ຽນໄຂມັນເຫຼົ່ານີ້ ໃຫ້ກາຍເປັນຮູບແບບທີ່ເໝາະສົມໃນການນໍາໃຊ້ເປັນເຊື້ອເຜິງ ໃນເຄື່ອງຈັກກາຊວນ. ເອສເຕີຣິຟິເຄຊັນເປັນປະຕິກິລິຍາທາງເຄມີທີ່ກົດ ຄາບອນຊີລິກ ແລະ ເຫຼົ້າລວມກັນເພື່ອສ້າງເອສເຕີ ແລະ ນໍ້າ ເຊິ່ງຈະມີການຊ່ວຍໃນການເລັ່ງປະຕິກິລິຍາ. ຂະບວນການນີ້ ແມ່ນຮູບ ແບບຂອງປະຕິກິລິຍາການກັ່ນຕົວ ເນື່ອງຈາກໂມເລກຸນນໍ້າຖືກ ກໍາຈັດອອກ, ສ້າງສານປະກອບທາງເຄມີໃໝ່ທີ່ເອີ້ນວ່າ (Esterification).



ຮູບທີ 1. ປະຕິກິລິຍາຫຼານເອັດເຕີລິຟິເຄຊັນແລະ ເອສເຕີຣິຟິເຄຊັນ

ການປະຍຸກໃຊ້ເທັກໂນໂລຊີ ຄົ້ນເໜືອສຽງໃນຂະບວນການ ຜະລິດໄບໂອດີເຊວ ຈາກນ້ຳມັນມັນໝາກເກົາ ຫຼື ສະບູດຳ ຈຶ່ງເປັນ ແນວທາງ ທີ່ມີປະສິດທິພາບສູງ, ເນື່ອງຈາກວ່າໄລຍະເວລາໃນການ ປະຕິກິລິຍາບໍ່ຫຼາຍ, ຫຼຸດຜ່ອນການໃຊ້ຜະລັງງານ ແລະ ປະລິມານການ ເລັ່ງປະຕິກິລິຍາ ພ້ອມທັງຍັງຊ່ວຍເພີ່ມຜົນຜະລິດ ແລະ ຄຸນນະພາບຂອງ ໄບໂອດີເຊວທີ່ໄດ້ອີກດ້ວຍ, (Patil et al., 2010). ດັ່ງນັ້ນ ການສຶກ ສາການຜະລິດໄບໂອດີເຊວຈາກນ້ຳມັນສະບູດຳໂດຍໃຊ້ເທັກນິກການ ເອັດສ໌ເຕີຊີຟິກເຄຊັນ(Transesterification) ຮ່ວມກັບເຄື່ອງກຳເນີດຄົ້ນ ສຽງຄວາມຖີ່ສູງຈຶ່ງມີຄວາມສຳຄັນຢ່າງຍິ່ງຕໍ່ການພັດທະນາເທັກໂນໂລຊີ ການຜະລິດເຊື້ອເຜິ້ງຊີວະພາບທີ່ມີປະສິດທິພາບ ແລະ ຍັງຢືນໃນອານາ ຄິດ.

ໃນບົດຄົ້ນຄວ້າຄັ້ງນີ້ ໄດ້ສຶກສາຂະບວນການຜະລິດນ້ຳມັນກະ ຊວນຊີວະພາບດ້ວຍການໃຊ້ຂະບວນການປະຕິກິລິຍາທາງເຄມີ ໃນການ

ປຽນຂະບວນການທາງເຄມີ ເອສເຕີຣິຟິເຄຊັນ (Trans- esterification) ໂດຍໃຊ້ເທັກນິກຄົ້ນເໜືອສຽງ, ສຶກສາຄຸນສົມບັດ ທາງກາຍະພາບຂອງນ້ຳມັນກະຊວນຊີວະພາບທີ່ໄດ້ຈາກນ້ຳມັນໝາກ ເກົາ.

**2. ອຸປະກອນ ແລະ ວິທີການ**

**2.1 ວັດຖຸດິບ**

ວັດຖຸດິບຫຼັກທີ່ໃຊ້ໃນການຄົ້ນຄວ້ານີ້ແມ່ນ ເມັດໝາກເກົາ ເຊິ່ງ ຖືກຈັດຢູ່ໃນກຸ່ມຜົດນ້ຳມັນທີ່ບໍ່ແມ່ນອາຫານ ເຮັດໃຫ້ມັນເໝາະສົມສຳ ລັບການຜະລິດນ້ຳມັນກະຊວນຊີວະພາບ ໂດຍບໍ່ມີຜົນກະທົບຕໍ່ຕ່ອງໂສ້ ອາຫານໂລກ. ເມັດໝາກເກົາທີ່ນຳມາໃຊ້ໃນການສຶກສາຄັ້ງນີ້ ໄດ້ມາ ຈາກບ້ານຫ້ວຍກຸກ, ເມືອງຊຽງເງິນ, ແຂວງຫຼວງພະບາງ ເຊິ່ງເປັນເຂດທີ່ ມີການຊຸກຍູ້ການປູກຕົ້ນໝາກເກົາໃນ ສປປ ລາວ ຮູບທີ 2. ສະແດງ ສ່ວນ, ຕົ້ນ ແລະ ໜ່ວຍໝາກເກົາດິບ ແລະ ແກ່ນແຫ້ງ.



ຮູບທີ 2 ຕົ້ນ, ໜ່ວຍໝາກເກົາດິບ ແລະ ແກ່ນແຫ້ງ

**2.2 ຂັ້ນຕອນການທົດລອງ**

**1. ການໜົບນ້ຳມັນໝາກເກົາ**

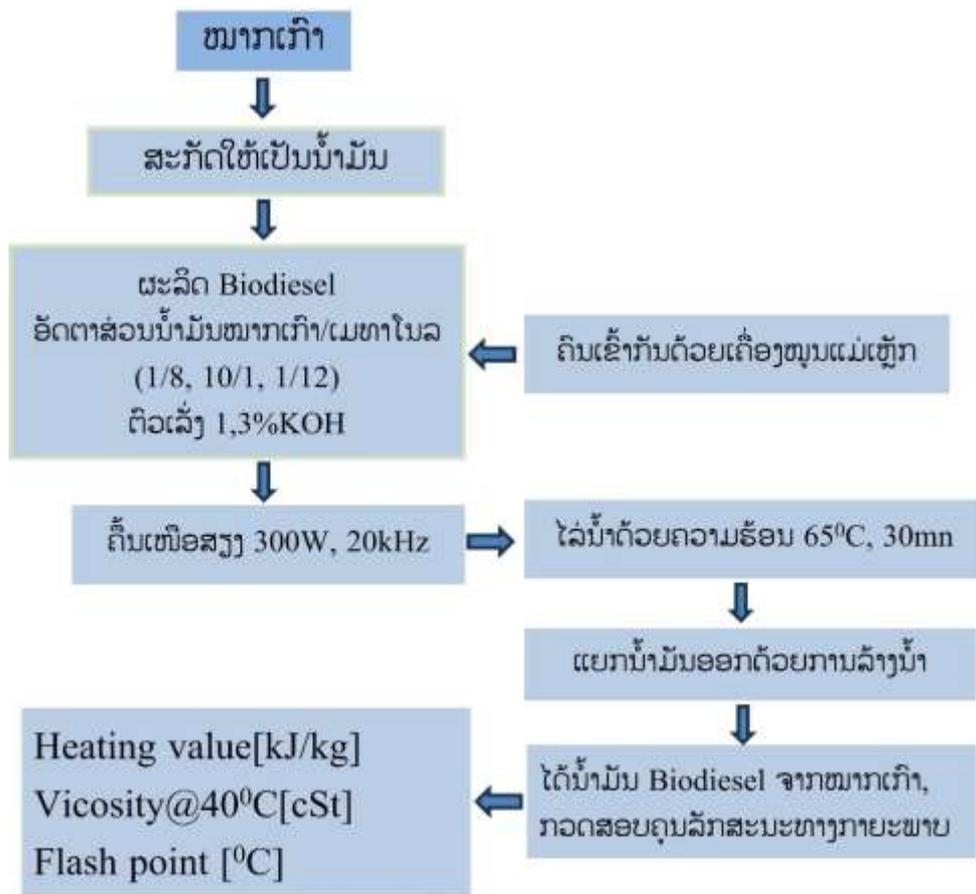
ການທົດລອງນີ້ໄດ້ເລີ່ມຕົ້ນດ້ວຍ ການກະກຽມວັດຖຸດິບຫຼັກ ຄື ເມັດໝາກເກົາ ຫຼັງຈາກການລວບລວມ, ເມັດໝາກເກົາທີ່ກຽມພ້ອມ ສຳລັບການສະກັດ ໄດ້ຖືກນຳມາຜ່ານຂະບວນການກະກຽມຄວາມຮ້ອນ ເບື້ອງຕົ້ນ. ຂັ້ນຕອນນີ້ແມ່ນການນຳເມັດໝາກເກົາໄປໜຶ່ງ ເພື່ອໃຫ້ໄດ້ ຄວາມຮ້ອນ 80°C ຂຶ້ນໄປ ໃຊ້ເວລາ 2 ຊົ່ວໂມງ. ຫຼັງຈາກນັ້ນ, ເມັດໝາ ກເກົາທີ່ຜ່ານການໜຶ່ງແລ້ວ ໄດ້ຖືກນຳມາຕາກໃຫ້ແຫ້ງ ກ່ອນນຳເຂົ້າ ເຄື່ອງໜົບ.

ຂະບວນການສະກັດນ້ຳມັນດິບຈາກໝາກເກົາ ໄດ້ດຳເນີນ ການໂດຍການໃຊ້ ວິທີການສະກັດແບບກົນຈັກ. ໂດຍທົ່ວໄປວິທີການ

ສະກັດນ້ຳມັນມີ 2 ຂະບວນການຫຼັກເຊັ່ນ: ການສະກັດແບບແຮງໜົບທີ່ ໝູນເປັນກຽວ (ເຄື່ອງສະກຸເຜັດ) ແລະ ການໃຊ້ແບບໄຮໂດລິກ. ໃນ ການຄົ້ນຄວ້ານີ້, ນ້ຳມັນໄດ້ຖືກສະກັດອອກມາດ້ວຍການໃຊ້ເຄື່ອງໜົບ. ຫຼັງຈາກການສະກັດ, ນ້ຳມັນໝາກເກົາດິບທີ່ໄດ້ ຈະຖືກນຳມາຜ່ານ ຂະບວນການກັ່ນຕອງເບື້ອງຕົ້ນ ເພື່ອກຳຈັດສິ່ງທີ່ປົນເປື້ອນ ແລະ ສິ່ງ ເສດເຫຼືອອອກຈາກການໜົບ. ຫຼັງຈາກນັ້ນ ຈຶ່ງເກັບໄວ້ໃນຖັງບັນຈຸທີ່ ປິດສະໝິດ ເພື່ອກຽມນຳໄປວິເຄາະ ແລະ ນຳໃຊ້ໃນຂັ້ນຕອນ ທຣານ ເອດສ໌ເຕີຣິຟິເຄຊັນ.

**2. ຂັ້ນຕອນຜະລິດ ໄບໂອດີເຊວ**

ຂັ້ນຕອນການຜະລິດນ້ຳຊີວະພາບຈາກນ້ຳມັນໝາກເກົາ ແມ່ນ ໄດ້ດຳເນີນຕາມຂັ້ນຕອນລຸ່ມນີ້:



ຮູບທີ 3 ຂັ້ນຕອນການດຳເນີນການທົດລອງ.

ຫຼັງຈາກການສະກັດໄດ້ນ້ຳມັນດິບແລ້ວ, ນ້ຳມັນທີ່ໄດ້ຈາກການໜີບຈະຖືກນຳໄປຜ່ານຜ້າກອງ 500 Micron ແລະ 1000 Micron ເພື່ອເພີ່ມຄວາມໃສຂອງນ້ຳມັນ. ນອກຈາກນີ້, ນ້ຳມັນທີ່ໄດ້ຈາກການໜີບຍັງໄດ້ຖືກນຳໄປໄຕເຕຼດໂດຍຂະບວນການທາງເຄມີ ເພື່ອຫາຄ່າຄວາມເປັນກົດເປັນຕ່າງ ກ່ອນທີ່ຈະນຳໄປສູ່ປະຕິກິລິຍາຫຼັກ. ຂັ້ນຕອນຫຼັກຂອງຂະບວນການຜະລິດ ແມ່ນຂະບວນການປະຕິບັດປະຕິກິລິຍາທາງຊີດສ໌ເຕີລີຟິກເຄຊັນ ໂດຍນຳໃຊ້ Potassium Hydroxide (KOH) ປະມານ 1.3% ໂດຍນ້ຳໜັກເປັນຕົວກະຕຸ້ນ. ການທົດລອງໄດ້ສຶກສາຜົນກະທົບຂອງອັດຕາສ່ວນໂມນຂອງນ້ຳມັນຕໍ່ Methanol ໃນສາມອັດຕາສ່ວນຄື: 1:12, 1:10, ແລະ 1:8. ນ້ຳມັນໝາກເກົາໄດ້ຖືກປະສົມກັບສານລະລາຍ Potassium Methoxide ທີ່ໄດ້ກະກຽມໄວ້ ແລ້ວຄືນດ້ວຍເຕົາໝູນແມ່ເຫຼັກ (Magnetic Stirrer). ພາຍຫຼັງປະສົມ ໄດ້ຖືກນຳເຂົ້າໄປໃນເຄື່ອງ Ultrasonic ເຊິ່ງມີຄວາມຖີ່ຕໍ່າ (20 kHz) ແລະ ກຳລັງໄຟຟ້າ 130 W, ໃຊ້ເວລາ 30 ນາທີ ເພື່ອເລັ່ງປະຕິກິລິຍາໃຫ້ສຳເລັດ.

ຫຼັງຈາກປະຕິກິລິຍາສຳເລັດ, ຜະລິດຕະພັນທີ່ໄດ້ຈະຖືກນຳໄປໃສ່ໃນຈວຍແຍກຊັ້ນ ເພື່ອໃຫ້ກະຕຸ້ນເຊືອນ ຕົກຕະກອນລົງລຸ່ມ ແລະ ນ້ຳມັນກາຊວນຊີວະພາບຈະລອຍຢູ່ຂ້າງເທິງ. ຈາກນັ້ນ, ນ້ຳມັນກາຊວນຊີວະພາບທີ່ໄດ້ຈະຖືກລ້າງດ້ວຍນ້ຳ ເພື່ອແຍກກະຕຸ້ນເຊືອນ ແລະ ສານເຄມີທີ່ຍັງຕົກຄ້າງອອກຈາກນ້ຳມັນ. ຂັ້ນຕອນສຸດທ້າຍແມ່ນການນຳເອົານ້ຳມັນໄປໄລ່ຄວາມຮ້ອນ ເພື່ອກຳຈັດຄວາມຊຸ່ມ ແລະ ນ້ຳທີ່ປະສົມມາ.

ຫຼັງຈາກນັ້ນ, ຜະລິດຕະພັນນ້ຳມັນກາຊວນຊີວະພາບຈາກໝາກເກົາແມ່ນຖືກນຳໄປກວດຫາຄຸນລັກສະນະຕ່າງໆຕາມຂະບວນການຕໍ່ໄປ.

### 2.3 ການວິເຄາະຄຸນສົມບັດຂອງຜະລິດຕະພັນ

ຫຼັງຈາກການຜະລິດນ້ຳມັນກາຊວນຊີວະພາບສຳເລັດຕາມຂັ້ນຕອນ ທຣານເອດສ໌ເທີຣີຟິເຄຊັນ ແລ້ວ, ຜະລິດຕະພັນສຸດທ້າຍໄດ້ຖືກນຳມາວິເຄາະຄຸນລັກສະນະຕ່າງໆ ເພື່ອກຳນົດຄຸນນະພາບຂອງເຊື້ອເຟັງ ແລະ ປະເມີນຄວາມເໝາະສົມຂອງມັນຕາມມາດຕະຖານສາກົນ. ເຊື້ອເຟັງທີ່ໄດ້ຈາກຂະບວນການຜະລິດໃນຄັ້ງນີ້ ໄດ້ດຳເນີນການວິເຄາະຄຸນສົມບັດທາງກາຍະພາບທີ່ສຳຄັນ 3 ປະລິມານຄື: ຄ່າຄວາມຮ້ອນ (Heating value), ຄ່າຄວາມໜຽວ (Kinetic viscosity), ແລະ ຈຸດວາບໄຟ (Flash point).

ການວິເຄາະຄ່າຄວາມຮ້ອນ (Heating value) ແມ່ນໄດ້ດຳເນີນການໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງ Torino Bomb Calorimeter ແລະ ປະຕິບັດຕາມມາດຕະຖານສາກົນ DIN 51900. ການກຳນົດຄ່າຄວາມຮ້ອນນີ້ມີຄວາມສຳຄັນຕໍ່ການປະເມີນປະສິດທິພາບຜະລິດຂອງເຊື້ອເຟັງ.

ສຳລັບການວິເຄາະຄ່າຄວາມໜຽວ (Kinetic viscosity), ເຊິ່ງເປັນຕົວຊີ້ບອກຄວາມສາມາດໃນການໄຫຼຂອງເຊື້ອເຟັງ ແລະ ຄວາມເໝາະສົມ ກັບລະບົບຫົວສິດຂອງເຄື່ອງຈັກ, ຜະລິດຕະພັນໄດ້ຖືກວັດແທກໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງວັດ Kinetic Viscosity Analyzer ທີ່ໄດ້ຕາມມາດຕະຖານສາກົນ ASTM D445.

ນອກຈາກນັ້ນ, ຄວາມປອດໄພຂອງການຈັດເກັບ ແລະ ການຂົນສົ່ງເຊື້ອເຟັງໄດ້ຖືກຢືນຢັນໂດຍການວິເຄາະ ຈຸດວາບໄຟ (Flash point). ການວັດແທກນີ້ໄດ້ດຳເນີນການດ້ວຍເຄື່ອງວິເຄາະ Flash

point Analyzer ໂດຍປະຕິບັດຕາມມາດຕະຖານສາກົນ ASTM D93.

### 3. ຜົນໄດ້ຮັບ

ການຜະລິດນໍ້າມັນກະຊວນຊີວະພາບຈາກນໍ້າມັນໝາກເກົາ ໂດຍໃຊ້ວິທີ ທູນຊິດສ໌ເຕີລີຟິກເຄຊັນ, ໃຊ້ຄື້ນເໜືອສຽງເປັນໂຕເລັ່ງ ປະຕິກິລິຍາ ແລະ ອັດຕາສ່ວນຂອງນໍ້າມັນໝາກເກົາ ກັບ ທາດເມທານອນ ແມ່ນໄດ້ກຳນົດຕາມມາດຕາສ່ວນ 1:8, 1:10, ແລະ 1:12, ຕາມລຳດັບ. ຜົນຂອງການທົດລອງ ທີ່ໄດ້ປະລິມານນໍ້າມັນກະຊວນຊີວະພາບ ແລະ ການທົດສອບຄຸນສົມບັດຕ່າງໆຂອງນໍ້າມັນກະຊວນຊີວະພາບ ດັ່ງກ່າວ ໄດ້ສະແດງໃນຕາຕະລາງ 1 ແລະ ຕາຕະລາງ 2.

ຈາກຕາຕະລາງ 1, ຜົນຂອງການທົດລອງສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ໃນອັດຕາສ່ວນການປະສົມນໍ້າມັນໝາກເກົາກັບ ທາດ methanol ໃນອັດຕາສ່ວນ 1:8, 1:10, ແລະ 1:12 ແມ່ນໄດ້ປະລິມານຂອງນໍ້າມັນກະຊວນຊີວະພາບ 79,92% 87,52% ແລະ 89,95% ໂດຍນໍ້າໜັກ, ຕາມລຳດັບ.

ຈາກຕາຕະລາງ 2, ຜົນຂອງການວິເຄາະຄຸນສົມບັດຂອງນໍ້າມັນກະຊວນຊີວະພາບທີ່ໄດ້ຈາກການປະສົມ ລະຫວ່າງນໍ້າມັນໝາກເກົາກັບ ທາດ methanol ໃນອັດຕາສ່ວນ 1:8, 1:10 ແລະ 1:12 ແມ່ນ ວັດແທກໄດ້ຄ່າຄວາມຮ້ອນສູງສຸດ 39.9 MJ/kg, 44.2 MJ/kg ແລະ 45.5 MJ/kg, ຕາມລຳດັບ. ສຳລັບຄ່າຄວາມໜຽວແມ່ນວັດແທກໄດ້ 5.3 cSt, 4.89 cSt ແລະ 4.5 cSt, ຕາມລຳດັບ. ສ່ວນອຸນຫະພູມຂອງການຕິດໄຟ ໃນອັດຕາສ່ວນທັງ 3 (1:8, 1:10, ແລະ 1:12) ແມ່ນມີຄ່າເທົ່າກັນ ແລະ ເທົ່າ 64°C.

### 4. ວິພາກຜົນ

ຈາກຜົນໄດ້ຮັບໃນການທົດລອງຄັ້ງນີ້ ເມື່ອປຽບທຽບກັບການວິທິການ ທຣານເອດສ໌ເທີຣີຟິເຄຊັນ ຂອງນໍ້າມັນໝາກເກົາໂດຍໃຊ້ຄື້ນ Ultrasonic ຮ່ວມກັບລັງສີ Microwave, (Manh et al., 2012) ຜົນການທົດລອງສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າໃນການສຶກສາຄັ້ງນີ້ຜົນບໍ່ສາມາດໄດ້ປະລິມານນໍ້າມັນກະຊວນຊີວະພາບຂອງໝາກເກົາ ໄດ້ເຖິງ 94.45% ໂດຍນໍ້າໜັກ ເຊິ່ງໄດ້ປະລິມານນໍ້າມັນທີ່ສູງກວ່າໃນການທົດລອງຄັ້ງນີ້ (89,95% ໂດຍນໍ້າໜັກ) ເຊິ່ງໄດ້ປະລິມານນໍ້າມັນທີ່ສູງກວ່າ 4.76% ເນື່ອງຈາກວ່າ ເທັກນິກການຊ່ວຍເພີ່ມຕົວເລັ່ງປະຕິກິລິຍາ ແມ່ນໄດ້ໃຊ້ສອງຂະບວນການຂອງຄື້ນ Ultrasonic ກັບຄື້ນລັງສີ Microwave ຮ່ວມກັນ ແລະ ອັດຕາສ່ວນຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນລະຫວ່າງນໍ້າມັນໝາກເກົາ ແລະ ເມທານອນແມ່ນສູງກວ່າ ການທົດລອງໃນຄັ້ງນີ້.

ແລະ ອີກຜົນການສຶກສາ ແມ່ນໄດ້ສຶກສາດ້ວຍການສາຍຄື້ນ Ultrasonic ຕໍ່ຜົນຜະລິດດ້ວຍວິທິການທາງເຄມີ transesterification ຂອງໄບໂອຕີເຊລຈາກນໍ້າມັນໝາກເກົາ (*Vernicia montana*) ແລະ ນໍ້າມັນປະສົມກັບ CH<sub>3</sub>OH ແລະ KOH, (Chen et al., 2011). ອັດຕາສ່ວນໂມນຂອງນໍ້າມັນໝາກເກົາ ຕໍ່ເມທານອນ ແມ່ນ 1:6 ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງຕົວເລັ່ງປະຕິກິລິຍາ ແມ່ນ 1% ໂດຍນໍ້າໜັກ. ຜົນຂອງການທົດລອງສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ປະລິມານນໍ້າມັນທີ່ໄດ້ມີຄ່າສູງເຖິງ 91% ໂດຍໃຊ້ເວລາໃນການເລັ່ງປະຕິກິລິຍາສູງເຖິງ 5 ນາທີ, ໃນຂະນະທີ່ໃຫ້ເວລາໃນການປະຕິກິລິຍາຕໍ່ກວ່າ 5 ນາທີ ຈະໄດ້ປະລິມານນໍ້າມັນສູງເຖິງ 94%. ເມື່ອປຽບທຽບກັບຜົນທີ່ໄດ້

ປະລິມານນໍ້າມັນ ໃນການທົດລອງຄັ້ງນີ້ ໂດຍການນຳໃຊ້ຄື້ນ Ultrasonic ເປັນຕົວກະຕຸ້ນໃນການເລັ່ງປະຕິກິລິຍາທີ່ຄືກັນ ແຕ່ຜົນໄດ້ຮັບປະລິມານນໍ້າມັນແມ່ນສູງກວ່າ. ເມື່ອປຽບທຽບເງື່ອນໄຂຕ່າງໆກັບການທົດລອງໃນຄັ້ງນີ້ເຊັ່ນ: ໄລຍະເວລາໃນການເລັ່ງປະຕິກິລິຍາແມ່ນໜ້ອຍກວ່າ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອັດຕາສ່ວນປະສົມກໍມີຄ່າຕໍ່ກວ່າ ຈຶ່ງເປັນຜົນເຮັດໃຫ້ການເກີດປະຕິກິລິຍາທີ່ເໝາະສົມກວ່າ ແລະ ເຮັດໃຫ້ຜົນທີ່ໄດ້ຮັບປະລິມານນໍ້າມັນ ແມ່ນສູງກວ່າໃນການທົດລອງຄັ້ງນີ້.

### 5. ສະຫຼຸບ

ການຜະລິດນໍ້າມັນກະຊວນຊີວະພາບຈາກນໍ້າມັນໝາກເກົາໃນຄັ້ງນີ້ ໂດຍໃຊ້ວິທີການ ທູນຊິດສ໌ເຕີລີຟິກເຄຊັນ, ໃຊ້ຄື້ນເໜືອສຽງເປັນໂຕເລັ່ງປະຕິກິລິຍາ ແລະ ໃຊ້ອັດຕາສ່ວນລະຫວ່າງນໍ້າມັນໝາກເກົາ ກັບ ທາດເມທານອນ ແມ່ນໄດ້ກຳນົດເອົາອັດຕາສ່ວນຢູ່ 3 ອັດຕາສ່ວນ (1:8, 1:10 ແລະ 1:12). ຜົນທີ່ໄດ້ຮັບທີ່ດີທີ່ສຸດ ແມ່ນມາດຕາສ່ວນ 1:12 ເຊິ່ງສາມາດໄດ້ປະລິມານຂອງນໍ້າມັນກະຊວນຊີວະພາບສູງສຸດ 89,95%, ຄ່າຄວາມຮ້ອນທີ່ໄດ້ສູງສຸດ 45.5 MJ/kg, ແລະ ຄ່າຄວາມໜຽວ 4.5 cSt. ສ່ວນອຸນຫະພູມໃນການຕິດໄຟ ແມ່ນມີຄ່າ 64°C ເຊິ່ງມີຄ່າເທົ່າກັນທັງ 3 ອັດຕາສ່ວນ.

### 6. ຂໍ້ຂັດແຍ່ງ

ໃນການຄົ້ນຄວ້າຄັ້ງນີ້ ແມ່ນໄດ້ຄົ້ນຄວ້າກ່ຽວກັບ ການຜະລິດນໍ້າມັນກະຊວນຊີວະພາບຈາກໝາກເກົາລາວ ໂດຍໃຊ້ວິທີ ທູນຊິດສ໌ເຕີລີຟິກເຄຊັນໃຊ້ເຄື່ອງຄື້ນເໜືອສຽງເປັນໂຕເລັ່ງປະຕິກິລິຍາ (Biodiesel Production from Tung Oil in Laos PDR by Ultrasound-Assisted Transesterification). ບັນດາຂໍ້ມູນທັງໝົດແມ່ນໄດ້ຈາກການທົດລອງຕົວຈິງ ແລະ ໄດ້ມີການວິເຄາະໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງວິເຄາະຄຸນສົມບັດ ຂອງນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟທີ່ມີມາດຕະຖານສູງຜິດສົມຄວນ. ຂໍ້ມູນທີ່ໄດ້ໃນຄັ້ງນີ້ ແມ່ນນຳມາຂຽນເປັນບົດຄວາມເພື່ອລົງເຜີຍແຜ່ຂໍ້ມູນທາງວິທະຍາສາດໃກ້ແກ່ສັງຄົມ, ເຊິ່ງຂໍ້ມູນດັ່ງກ່າວແມ່ນບໍ່ມີຂໍ້ຂັດແຍ່ງທາງຜົນປະໂຫຍດກັບພາກສ່ວນໃດ ແລະ ບໍ່ໄດ້ເອື້ອອຳນວຍຜົນປະໂຫຍດໃຫ້ກັບພາກສ່ວນໃດ. ຖ້າຫາກວ່າ ຂໍ້ມູນທີ່ໄດ້ລົງໃນບົດຄວາມວິຊາການໃນຄັ້ງນີ້ ຫາກມີການລະເມີດ ແລະ ກ່າວກ່າຍກັບສິດທິຂອງພາກສ່ວນອື່ນ ຂ້າພະເຈົ້າມີຄວາມຍິນດີ ຈະຮັບຜິດຊອບແຕ່ພຽງຜູ້ດຽວ.

### 7. ຄຳຂອບໃຈ

ຂໍຂອບໃຈເປັນຢ່າງສູງຕໍ່ ພາກວິຊາຝຶຊິກສາດ ທີ່ໄດ້ອຳນວຍຄວາມສະດວກໃນການນຳໃຊ້ອຸປະກອນທົດ, ຫ້ອງທົດລອງ, ບໍລິສັດສະແຕນດາດລາວອນໂທລ ທີ່ໄດ້ອຳນວຍຄວາມສະດວກໃນການນຳໃຊ້ເຄື່ອງມືທີ່ມີຄຸນນະພາບສູງໃນການວິເຄາະຄຸນສົມບັດຂອງນໍ້າມັນເຊື້ອໄຟໃນຄັ້ງນີ້ ເຊັ່ນ: ເຄື່ອງວິເຄາະຄ່າຄວາມຮ້ອນ Torino Bomb Calorimeter ລະຫັດ DIN 51900, ເຄື່ອງວິເຄາະຄວາມໜຽວ Kinetic Viscosity Analyzer ລະຫັດ ASTM D445 ແລະ ເຄື່ອງວິເຄາະຈຸດວາບໄຟ Flash point Analyzer ລະຫັດ ASTM D93.

## 8. ເອກະສານອ້າງອີງ

- Achten, W., L., V., Y.J, F., E, M., V.P, S., R, A., & B, M. (2008). Jatropha bio-diesel production and use. *Biomass and Bioenergy*, 32(12), 1063–1084.
- Ayhan Demirbas. (2009). Progress and recent trends in biodiesel fuels. *Energy Conversion and Management*, 50(1), 14–34.
- Chen, Y.-H., Chen, J.-H., Chang, C.-Y., & Chia-Chi, C. (2011). Biodiesel production from tung (Vernicia montana) oil and its blending properties in different fatty acid compositions. *Bioresource Technology*, 101(24), 9521-9526.
- Do, M. V., Yi-Hung, C., Chia-Chi, C., Mei-Chin, C., & Ching-Yuan, C. (2011). Biodiesel production from Tung oil and blended oil via ultrasonic transesterification process. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 42(4), 640-644.
- G Knothe. (2010). Biodiesel and renewable diesel. *A comparison. Progress in Energy and Combustion Science*, 36(3), 364–373.
- Harish, H., Rajanna, S., Prakash, G., & Ahamed, S. M. (2021). Extraction of biodiesel from tung seed oil and evaluating the performance and emission studies on 4-stroke CI engine. *Materials Today: Proceeding*, 46, 4869-4877.
- Ma Fangrui , & Hanna A Milford . (1999). Biodiesel production: A review. *Bioresource Technology*, 70(1), 1-15. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)00025-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)00025-5)
- Manh, D., Chen, Y., Chang, C., & Chang, C. (2012). Effects of blending composition of tung oil and ultrasonic irradiation intensity on the biodiesel production. *Energy*, 519-524.
- Meher, L., Sagar, D., & Naik, S. (2006). Technical aspects of biodiesel production by transesterification—a review," *Renew". Sustainable Energy*, 10(3), 248–268.
- Park, J.-Y., Kim, D.-K., Zhong-Ming , W., Pengmei , L., Soon-Chul , P., & Jin-Suk , L. (2007). In *Biotechnology for Fuels and Chemicals*. (pp. 627-635). Proceedings of the Twenty-Ninth Symposium on Biotechnology for Fuels and Chemicals Held.
- Patil, P., Deng, S., & Gude, V. (2010). Ultrasound-assisted biodiesel production and its application to Jatropha curcas oil. *Fuel*, 89(2), 360–364.
- Shang, Q., Lei, J., Jiang, W., Lu, H., & Liang, B. (2021). Production of tung oil biodiesel and variation of fuel properties during storage. *168*(1), 106-115.
- Sharma , Y., Singh, B., & Upadhyay, S. (2008). Advancements in development and characterization of biodiesel: A review. *Fuel*, 87(12), 2355–2373.
- Stavarache, C., Vinatoru, M., & Maeda, Y. (2005). Ultrasonic versus silent methylation of vegetable oils. *12*(5), 367–372.
- Zhiyue, M., Jianqin, F., Feng , Z., Kainan, Y., Juan, Y., Dan , H., . . . Jingping , L. (2023). A Comparatively Experimental Study on the Performance and Emission Characteristics of a Diesel Engine Fueled with Tung Oil-Based Biodiesel Blends (B10, B20, B50). *Energies*, 16(14), 5577-5586. <https://doi.org/10.3390/en16145577>

ຕາຕະລາງ 1: ຜົນຂອງການໄດ້ນໍ້າມັນກະຊວນຊີວະພາບ

Ratio	Yield (%)
1:8	79.92
1:10	87.52
1:12	89.95

ຕາຕະລາງ 2: ຜົນຂອງການວິເຄາະຄຸນສົມບັດນໍ້າມັນກະຊວນຊີວະພາບ

Ratio	Heating Value (MJ/kg)	Viscosity (cSt)	Flash Point (°C)
1:8	39.9	5.3±0.2	64±0.3
1:10	44.2	4.89±0.5	64±0.2
1:12	45.5	4.5±0.4	64±0.3