

Pemanfaatan Zeolit Alam Ende Sebagai Adsorben Untuk Meningkatkan Kualitas dari Minyak Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*)

Gregorio Antony Bani

Universitas Aryasatya Deo Muri, Jl. Perintis Kemerdekaan 1, No.09. Kota Kupang, 85111

Abstrak

Minyak bumi merupakan sumber daya alam yang ketersediaannya bersifat terbatas, sehingga dibutuhkan alternatif lain untuk bisa dijadikan sebagai sumber energi yang lebih mudah didapatkan, terbarukan, murah, dan ramah lingkungan. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan minyak nabati dari minyak biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum*). Namun, masalah yang sering muncul adalah ketika proses penjemuran di bawah sinar matahari dilakukan pada saat musim hujan, mengakibatkan biji Nyamplung akan menjadi lembab dan ditumbuhi kapang yang berakibat pada tingginya kadar air dan menurunkan kualitas minyak yang dihasilkan. Oleh karena itu, perbaikan kualitas minyak Nyamplung perlu dilakukan dengan menggunakan adsorben. Salah satu adsorben yang biasa digunakan adalah zeolit. Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan zeolit alam asal Ende-Flores dapat memperbaiki kualitas minyak biji Nyamplung sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah.

Kata Kunci: Bahan Bakar; Nyamplung; Zeolit

Abstract

*Petroleum is a natural resource whose availability is limited, so other alternatives are needed to be used as an energy source that is more easily available, renewable, cheap, and environmentally friendly. One of them is by utilizing vegetable oil from nyamplung seed oil (*Calophyllum inophyllum*). However, the problem that often arises is when the drying process in the sun is carried out during the rainy season, resulting in Nyamplung seeds will become moist and overgrown with mold which results in high water content and reduces the quality of the oil produced. Therefore, it is necessary to improve the quality of Nyamplung oil by using adsorbents. One of the commonly used adsorbents is zeolite. Based on the research results, it can be concluded that natural zeolite from Ende-Flores can improve the quality of Nyamplung seed oil so that it can be used as an alternative fuel to replace kerosene.*

Keywords: Fuel; Nyamplung; Zeolite

Pendahuluan

Bahan bakar fosil yang berasal dari minyak bumi merupakan sumber energi utama dengan tingkat pemakaian terbesar di dunia dan digunakan untuk menunjang segala aktivitas di berbagai sektor, dari sektor industri hingga kegiatan sosial ekonomi berskala kecil pada saat ini. Hal tersebut mengakibatkan cadangan minyak bumi di alam terus menipis, karena minyak bumi merupakan sumber daya alam yang ketersediaannya bersifat terbatas. Di sisi lain, penggunaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi menghasilkan polutan ke udara yang membuat lingkungan menjadi tercemar. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif lain untuk bisa dijadikan sebagai sumber energi yang lebih mudah didapatkan, terbarukan, murah, dan ramah lingkungan. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan minyak nabati dari minyak biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) sebagai pengganti bahan bakar fosil. Kandungan minyak dari Biji nyamplung (*Calophyllum*

inophyllum) diketahui sebesar 60,1% dari bobot buah. Berdasarkan hal tersebut, maka minyak yang terakandung di dalam biji nyamplung memiliki potensi yang besar bila digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

Di Indonesia nyamplung telah dimanfaatkan secara tradisional sebagai bahan bakar obor dan pengobatan alternatif. Selain itu, nyamplung termasuk dalam kelompok tumbuhan mangrove yang sangat berperan penting untuk melindungi ekosistem pesisir dari bahaya abrasi (Khery et al., 2022). Diketahui hasil transesterifikasi dari biji nyamplung mengandung rendemen 60 – 80% (Muderawan & Daiwataningsih, 2016). Minyak nyamplung diperoleh dengan cara memberikan perlakuan tekanan mekanis tinggi untuk mengeluarkan minyak dari bijinya, tetapi minyak yang dihasilkan memiliki viskositas yang tinggi, titik nyala rendah, dan mengandung banyak pengotor (Rodianawati & Hartati, 2011). Selain itu, dilakukan proses deguming untuk menghilangkan zat yang tidak diinginkan dari minyak nyamplung (Pratama et al., 2021). Masalah klasik yang sering muncul dalam pengamatan peneliti adalah ketika proses penjemuran di bawah sinar matahari dilakukan pada saat musim hujan, mengakibatkan biji Nyamplung akan menjadi lembab dan ditumbuhi kapang. Hal tersebut menjadikan kadar air di dalam minyak menjadi tinggi, sehingga berpengaruh pada kualitas minyak yang dihasilkan. Oleh karena itu, perbaikan kualitas minyak dari Nyamplung perlu dilakukan dengan menggunakan adsorben.

Salah satu adsorben yang biasa digunakan adalah zeolit. Zeolit merupakan mineral alumina silika yang memiliki rongga dan kanal dalam strukturnya, dengan kandungan ion alkali, ion alkali tanah dan air kristal di dalamnya. Apabila diaktivasi secara fisika, maka akan terbentuk saluran mikro berupa pori di dalamnya, sehingga menjadikan zeolit mempunyai kemampuan menyerap dan menyaring molekul (Bani, 2022). Pori yang dihasilkan tersebut diharapkan dapat menyaring molekul minyak nyamplung untuk mengatasi masalah viskositas dan pengotor, sehingga meningkatkan titik nyala dari minyak Nyamplung. Proses aktivasi zeolit akan memperluas permukaan dan membuka rongga pori, sehingga akan sangat efektif sebagai adsorben (Ngapa, 2017). Pemurnian biodiesel dengan menggunakan zeolit sebagai media adsorben berhasil meningkatkan kadar metil ester sebesar 11,12% (Kartika et al., 2018). Penggunaan zeolit dalam proses *deguming* minyak nyamplung berpengaruh baik dalam memperbaiki viskositas, kadar air, kandungan getah dan FFA, serta warna dari minyak nyamplung (Puspitahati, Edward Saleh, 2011). Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian untuk mengetahui pengaruh zeolit dalam memperbaiki kualitas minyak nyamplung perlu dilakukan.

Metode Penelitian

Prosedur Kerja

Penelitian ini akan dilaksanakan pada Bulan Maret – November tahun 2022 di Laboratorium Kimia dan Mikrobiologi Universitas Katholik Widya Mandira Kupang (UNWIRA) dan Laboratorium Kimia Dasar UPT. MIPA Kimia Universitas Nusa Cendana Kupang. Sampel biji nyamplung diambil secara acak dari pesisir kabupaten Malaka dan Zeolit alam asal Ende-Flores.

Buah nyamplung kering dikupas dan dikeluarkan bijinya, kemudian dibersihkan dari bahan-bahan yang tidak diinginkan seperti sisa-sisa kulit luar, kerikil, tanah dan sebagainya. Biji yang sudah bersih, sengaja dikering anginkan dengan suasana lembab agar tumbuh kapang di permukaan biji tersebut. Biji yang telah ditumbuhi kapang, diekstrak dengan menggunakan pelarut n-heksan. Ekstraksi dilakukan sampai warna dari biji nyamplung menjadi pucat. Minyak biji nyamplung kasar yang telah diperoleh disaring secara vakum menggunakan corong buchner yang dialasi kertas saring whatman. Tahap pemurnian, minyak nyamplung dimasukkan ke dalam labu atau beaker. Kemudian dimasukkan ke dalam vacuum rotary evaporator dan diuapkan pada

temperatur 40°C, sehingga sisa air dan kontaminan volatil teruapkan semua. Minyak nyamplung murni diukur volumenya dan dihitung rendemennya. Minyak nyamplung murni dianalisis sifat fisika dan kimianya. Minyak nyamplung kemudian dimurnikan lagi dengan cara dilewatkan melalui zeolit alam yang telah diaktifasi.

Proses lain yang dilakukan adalah menggiling bongkahan zeolit menjadi halus, kemudian diayak dengan ayakan ukuran 80, 100 dan 120 mesh. Lalu dimasukkan masing-masing ukuran ke dalam beaker gelas yang berbeda. Ke dalam masing-masing beaker gelas berisi zeolit ditambahkan aquades dan asam sulfat 0,2 N dan didiamkan selama 24 jam, lalu kemudian dicuci dengan aquadest sampai pH berada di nilai 7, lalu sampel kembali dikeringkan dalam oven pada suhu 220°C. Zeolit yang telah aktif dimasukkan ke dalam corong buchner setinggi 1 cm, kemudian minyak nyamplung kasar dilewatkan sampai diperoleh minyak nyamplung murni. Minyak nyamplung yang telah dimurnikan dengan zeolit kemudian dianalisa sifat fisika dan kimianya dan yang terbaik akan digunakan untuk dicampurkan dengan minyak tanah murni sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah. Minyak nyamplung murni yang terbaik dicampur dengan minyak tanah murni dengan perbandingan 75/25, 50/50 dan 25/75 dengan menggunakan alat refluks selama 1 jam, kemudian diuji pembakaran dan viskositasnya.

Uji Kadar Air

Ditimbang 5 gram minyak nyamplung dan ditimbang yang diketahui beratnya. Lalu di ovenkan dengan suhu 105°C selama 3 jam. Didinginkan dalam desikator. Kemudian diovenkan lagi selama 30 menit dan di timbang sampai berat minyak nyamplung konstan.

Perhitungannya:

$$Kadar\ air = \left(\frac{A - B}{A} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

A = Berat Minyak sebelum diovenkan

B = Berat Minyak sesudah diovenkan

Uji Bobot Jenis

Ditimbang erlenmeyer dalam keadaan kosong dan bersih. Masukkan aquades sampai tanda batas lalu timbang. Ditimbang erlenmeyer dalam keadaan kosong dan bersih lalu ditambah minyak nyamplung dengan jumlah seperti aquades

Perhitungannya:

$$BJ = \frac{(E + S) - E.Kosong}{(E + A) - E.Kosong}$$

Keterangan :

E. kosong = berat erlenmeyer kosong (g)

A = Berat aquades (g)

S = Berat sampel (g)

Uji Viskositas

Alat viskometer dibersihkan, Kemudian diisi dengan sampel sampai tanda batas, Biarkan sampel mengalir sampai tanda batas bawah sambil diukur waktu alirnya.

Perhitungannya:

$$\eta = \text{konstanta} \times t$$

Keterangan :

η = viskositas (cS.detik)

Konstanta = 0,03 (cS)

t = waktu alir (detik)

Uji Angka Asam

Ditimbang 2,5 gram minyak nyamplung, kemudian ditambah 12,5 ml alkohol 95%. Dipanaskan selama 2,5 menit diatas penangas air sambil diaduk sehingga asam lemaknya melarut setelah didinginkan lalu dititrasi dengan KOH 0,1 N dengan menggunakan indikator phenolphthalein sampai tepat warna merah muda (jambu) tidak hilang selama ½ menit.

Perhitungannya:

$$\text{Angka asam} = \frac{\text{ml KOH} \times \text{N KOH} \times \text{BM KOH}}{\text{Berat contoh (gram)}}$$

Uji Angka penyabunan

Ditimbang minyak 1,5 gram, ditambah 50 ml larutan KOH 0,1 N, setelah itu dididihkan selama 30 menit. Setelah itu didinginkan, kemudian ditambahkan beberapa tetes phenolphthalein (PP) dan dititrasi dengan 0,5 N HCl.

Perhitungannya:

$$\text{Angka Penyabunan} = \frac{(\text{ml KOH} \times \text{N} - \text{ml HCl} \times \text{N}) \times \text{berat molekul KOH}}{\text{gram sampel}}$$

Hasil Dan Pembahasan

Sampel buah nyamplung yang telah ditumbuhi kapang diberi perlakuan ekstraksi sebagaimana mestinya dan memperoleh rendemen sebesar 33,21% dengan ciri fisik, yakni berwarna kuning kecoklatan, kental dan berbau tengik. Penampakan minyak Nyamplung yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini.



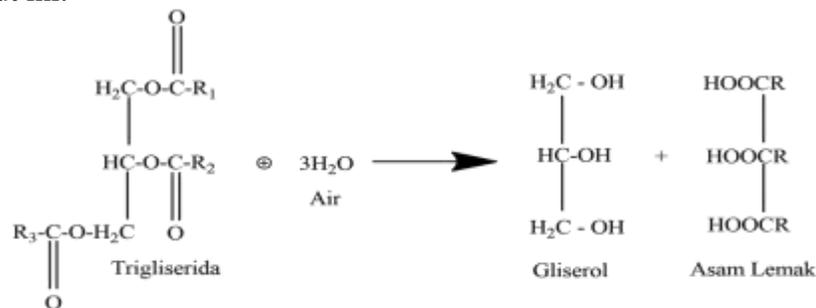
Gambar 1. Penampakan fisik minyak biji Nyamplung sebelum perlakuan

Minyak tersebut kemudian dianalisa karakteristiknya yang meliputi; kadar air, bobot jenis, angka asam, angka penyabunan dan viskositas. Hasil pengujian karakteristik minyak biji nyamplung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji karakteristik minyak biji nyamplung

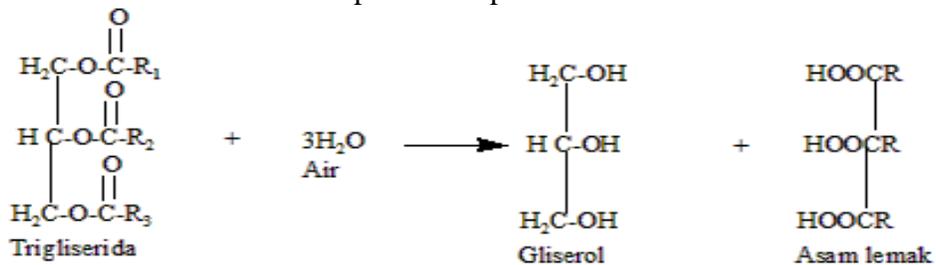
Karakteristik Minyak Nyamplung	Satuan	Hasil Pengujian
Kadar air	%	6,43
Bobot jenis	g/mL	0,913
Viskositas:	cS.detik	
- 40°C		57,12
- 60°C		53,33
Angka asam	mg/g	80,16
Angka penyabunan	mgKOH/g	850,12

Berdasarkan Tabel 1 kadar air minyak nyamplung tergolong tinggi dengan angka 6,43%. Kadar air yang tinggi ini, menyebabkan kapilaritasnya tidak sesuai dengan kapilaritas bahan bakar. Selain itu, kadar air akan mengakibatkan terjadinya proses hidrolisis yang menghasilkan gliserol dan asam-asam lemak bebas dengan rantai pendek. Mekanisme reaksi tersebut ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Mekanisme reaksi trigliserida dan air

Kadar air tinggi juga menjadikan terjadi oksidasi yang menjadikan minyak berbau tengik. Bau tengik juga disebabkan oleh proses ootoksidasi radikal asam lemak tidak jenuh dalam minyak, sehingga terjadi pembentukan senyawa-senyawa hasil pemecahan hidroperoksida yang bersifat sangat labil dan mudah pecah menjadi senyawa dengan rantai karbon yang lebih pendek (aldehida dan keton). Akibat dari banyaknya asam-asam lemak bebas yang terbentuk maka angka asam minyak menjadi tinggi. Berdasarkan hasil penelitian, angka asam minyak nyamplung, yaitu 80,16 mg/g. Mekanisme reaksi ootoksidasi dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Mekanisme reaksi ootoksidasi dalam minyak Nyamplung

Tingginya angka asam juga mengakibatkan tingginya angka penyabunan, karena banyaknya asam lemak bebas dalam minyak nyamplung, sehingga berakibat pada jumlah gliserol yang dihasilkan semakin besar, sehingga dibutuhkan lebih banyak basa untuk menyabunkan satu gram minyak. Hasil penelitian menunjukkan angka penyabunan minyak nyamplung sebesar 850,12 mg KOH/g. Tingginya angka asam minyak nyamplung ini juga mengakibatkan semakin kentalnya minyak yang ditunjukkan dengan nilai viskositas pada suhu 40⁰C adalah 57,12 (cS/s) dan pada suhu 60⁰C adalah 53,33 (cS/s). Kekentalan minyak nyamplung ini juga mempengaruhi bobot jenisnya. Nilai bobot jenis minyak ditentukan oleh komponen kimia yang terkandung di dalamnya. Hasil pengujian bobot jenis (ρ) minyak nyamplung adalah 0,913 g/ml.

Oleh karena itu, perbaikan kualitas minyak nyamplung dilakukan dengan menggunakan zeolite. Hasil analisis kualitas minyak dengan zeolite ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil uji minyak biji nyamplung setelah dimurnikan dengan zeolit alam aktif

Karakteristik Minyak Nyamplung	Hasil Pengujian Setelah Dimurnikan dengan Zeolit Alam Aktif		
	120 mesh	100 mesh	80 mesh
Kadar air (%)	0,93	1,06	1,20
Bobot jenis (g/ml)	0,726	0,828	0,849
Viskositas: (cS.detik)			
- 40 ⁰ C	33,86	35,98	36,40
- 60 ⁰ C	27,18	33,60	34,10
Angka asam (mg/g)	60,12	61,97	62,22
Angka penyabunan (mgKOH/g)	426,15	519,03	570,83

Berdasarkan hasil penelitian ternyata kualitas minyak nyamplung mengalami perubahan, dimana dari ketiga perlakuan variasi ukuran zeolit alam aktif, pemurnian menggunakan zeolit ukuran 120 mesh memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan zeolit ukuran 100 mesh dan 80 mesh. Tabel 2 menunjukkan perubahan terjadi pada semua aspek yang diuji, yakni nilai kadar air dari 6,43% berubah menjadi 1,20% pada ukuran 80 mesh, 1,06% pada ukuran 100 mesh dan 0,93% ukuran 120 mesh; nilai viskositas dari 57,12 pada perlakuan suhu 40⁰C berubah menjadi 36,40 cS.detik pada ukuran 80 mesh, 35,98 cS.detik pada ukuran 100 mesh, 33,86 cS.detik pada ukuran 120 mesh; perlakuan viskositas pada suhu 60⁰C dari 53,33 cS.detik berubah menjadi 34,10 cS.detik ada ukuran 80 mesh, 33,60 cS.detik pada ukuran 100 mesh, 27,18 cS.detik pada ukuran 120 mesh; nilai densitas dari 0,913 g/ml berubah menjadi 0,849 pada ukuran 80 mesh, 0,828 g/ml pada ukuran 100 mesh, 0,726 g/ml pada ukuran 120 mesh; angka asam dari 80,16 mg/g berubah menjadi 62,22 mg/g pada ukuran 80 mesh, 61,97 mg/g pada ukuran 100 mesh, 60,12 mg/g pada ukuran 120 mesh; angka penyabunan dari 850 mgKOH/g berubah menjadi 570,83 mgKOH/g pada ukuran 80 mesh, 519,03 mgKOH/g pada ukuran 100 mesh, 426,15 mgKOH/g pada ukuran 120 mesh

Hal tersebut disebabkan karena zeolit ukuran 120 mesh memiliki luas permukaan besar yang otomatis memiliki rongga pori lebih banyak. Melalui pengamatan langsung, terlihat bahwa minyak yang dihasilkan setelah diberi perlakuan zeolit sebagai adsorben pun berubah menjadi lebih jernih dan tidak berbau tengik, melainkan lebih mirip ke aroma oli kendaraan. Penampakan minyak Nyamplung dari masing-masing perlakuan ukuran butir zeolit ditunjukkan pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Penampakan minyak Nyamplung setelah diberi perlakuan zeolit

Berdasarkan Gambar 4 di atas, terlihat bahwa semakin kecil perlakuan ukuran butir zeolit menjadikan warna dari minyak Nyamplung menjadi semakin jernih. Semakin kecil perlakuan ukuran butir zeolit akan menjadikan semakin besar luas permukaan dan ukuran pori, sehingga akan semakin baik jika diaplikasikan sebagai adsorben. Zeolit berperan sebagai penyaring molekul, dalam penerapannya sebagai adsorben pori dari zeolit akan memotong rantai panjang molekul minyak secara acak yang kemudian akan menghasilkan fraksi-fraksi molekul yang lebih kecil dan ringan. Hal tersebut yang mengakibatkan terjadinya perubahan nilai viskositas dan densitas dari minyak Namplung. Berdasarkan hasil analisis karakteristik minyak Nyamplung juga diketahui bahwa zeolit mampu memperbaiki kualitas minyak dari biji Nyamplung untuk dapat digunakan menjadi bahan bakar pengganti minyak tanah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan zeolit alam asal Ende-Flores dapat memperbaiki kualitas minyak biji Nyamplung (*calophyllum inophyllum*), dimana nilai kadar air dari 6,43% berubah menjadi 1,20% pada ukuran 80 mesh, 1,06% pada ukuran 100 mesh dan 0,93% ukuran 120 mesh; nilai viskositas dari 57,12 pada perlakuan suhu 40°C berubah menjadi 36,40 cS.detik pada ukuran 80 mesh, 35,98 cS.detik pada ukuran 100 mesh, 33,86 cS.detik pada ukuran 120 mesh; perlakuan viskositas pada suhu 60°C dari 53,33 cS.detik berubah menjadi 34,10 cS.detik ada ukuran 80 mesh, 33,60 cS.detik pada ukuran 100 mesh, 27,18 cS.detik pada ukuran 120 mesh; nilai densitas dari 0,913 g/ml berubah menjadi 0,849 pada ukuran 80 mesh, 0,828 g/ml pada ukuran 100 mesh, 0,726 g/ml pada ukuran 120 mesh; angka asam dari 80,16 mg/g berubah menjadi 62,22 mg/g pada ukuran 80 mesh, 61,97 mg/g pada ukuran 100 mesh, 60,12 mg/g pada ukuran 120 mesh; angka penyabunan dari 850 mgKOH/g berubah menjadi 570,83 mgKOH/g pada ukuran 80 mesh, 519,03 mgKOH/g pada ukuran 100 mesh, 426,15 mgKOH/g pada ukuran 120 mesh, sehingga minyak biji Nyamplung yang telah dinaikkan kualitasnya dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bani, G. A. (2022). Pemanfaatan Zeolit Alam Ende Untuk Meningkatkan Kadar Hara Pupuk Organik. *Jurnal JAPPRI*, 4(2), 28–45.
<https://doi.org/https://doi.org/10.55542/jappri.v4i2.361>
- Kartika, Udyani Dwi, S., & Matrika, M. (2018). Uji Kemampuan Adsorpsi Zeolit Alam

- Teraktivasi Asam Sulfat pada Penurunan Bilangan Asam Biodiesel. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan,” 2018: Prosiding SNTKK 2018*, 14. <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/kejuangan/article/view/2285>
- Khery, Y., Sarjan, M., Nufida, B. A., & Efendi, I. (2022). Etnosains Tumbuhan Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) dalam Tradisi Masyarakat Sasak. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 2(4), 176–188. <https://doi.org/10.36312/bjkb.v2i4.120>
- Muderawan, I. W., & Daiwataningsih, N. K. P. (2016). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum* L.) dan Analisis Metil Esternya dengan GC-MS. *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016*, 324–331.
- Ngapa, Y. D. (2017). Study of The Acid-Base Effect on Zeolite Activation and Its Characterization as Adsorbent of Methylene Blue Dye. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 2(2), 90. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v2i2.11904>
- Pratama, I. A., Kurniaty, ; Ika Hasyim, U. H., & Fitriyano, G. (2021). *Pemanfaatan Biji Nyamplung (Calophyllum Inophyllum) Sebagai Bahan Baku Biodiesel Berdasarkan Proses Produksi Dan Penambahan Katalis*. 10(2), 7–12.
- Puspitahati, Edward Saleh, E. S. (2011). *Pemisahan Getah (Gum) Pada Minyak Nyamplung (Crude Calophyllum Oil) Menggunakan Zeolit dan Karbon Aktif Menjadi RCO (Refine Calophyllum Oil)*.
- Rodianawati, I., & Hartati, dan T. M. (2011). Potensi Minyak Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum* Linn) Setelah Proses Degumming Sebagai Biofuel di Maluku Utara. *Prosiding Rekayasa Kimia Dan Proses*.