

Pembuatan Alkid Resin Dari Gliserol Minyak Kelapa Sawit Dengan Metode Polikondensasi Dengan Variasi Katalis Asam Fosfat

Karisma Ramadhan, Martha Aznury*, Robert Junaidi

Jurusan Teknik Kimia, Program Studi Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang

*Koresponden email: martha_aznury@polsri.ac.id

Diterima: 2 September 2025

Disetujui: 7 September 2025

Abstract

This study aims to synthesize alkyd resin using glycerol, a by-product of biodiesel production, and adipic acid through a polycondensation method. The synthesis process is carried out using an atmospheric distillation apparatus to remove water as a by-product, thereby enabling a more efficient esterification reaction. The study also evaluated the effect of reaction temperature (150°C) and phosphoric acid catalyst concentration (2%, 4%, 6%, 8%, and 10% v/v) on resin characteristics, particularly viscosity and acid number. The results showed that increasing the reaction temperature and catalyst concentration had a significant effect on resin viscosity. The highest viscosity of 3182.18 Cp was obtained at a temperature of 150°C with a 6% catalyst. Conversely, the acid number decreased with increasing temperature and catalyst, with the lowest value of 9.8 mg KOH/g at a temperature of 150°C and an 8% catalyst. FTIR analysis confirmed the presence of ester (C=O), hydroxyl (-OH), and carbonyl groups, indicating the success of the esterification process. Overall, the combination of glycerol and adipic acid with phosphoric acid catalyst successfully produced alkyd resin that meets quality standards and has the potential to be used as a base material for anti-corrosion paint in accordance with SNI 8882:2020.

Keywords: *alkyd resin, phosphoric acid, polycondensation, glycerol, ftir*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis alkid resin menggunakan bahan dasar gliserol hasil samping produksi biodiesel dan asam adipat melalui metode polikondensasi. Proses sintesis dilakukan dengan alat distilasi atmosferik untuk mengeluarkan air sebagai produk samping, sehingga reaksi esterifikasi dapat berlangsung lebih efisien. Penelitian juga mengevaluasi pengaruh suhu reaksi 150°C serta konsentrasi katalis asam fosfat (2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% v/v) terhadap karakteristik resin, khususnya viskositas dan bilangan asam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu reaksi dan konsentrasi katalis berpengaruh signifikan terhadap viskositas resin. Viskositas tertinggi sebesar 3182,18 Cp diperoleh pada suhu 150°C dengan katalis 6%. Sebaliknya, bilangan asam menurun seiring peningkatan suhu dan katalis, dengan nilai terendah 9,8 mg KOH/g pada suhu 150°C dan katalis 8%. Analisis FTIR mengonfirmasi keberadaan gugus ester (C=O), hidroksil (-OH), dan karbonil, yang menunjukkan keberhasilan proses esterifikasi. Secara keseluruhan, kombinasi gliserol dan asam adipat dengan katalis asam fosfat berhasil menghasilkan alkid resin yang memenuhi standar mutu dan berpotensi digunakan sebagai bahan dasar cat antikorosi sesuai SNI 8882:2020.

Kata Kunci: *alkid resin, asam fosfat, polikondensasi, gliserol, ftir*

1. Pendahuluan

Alkid resin merupakan polimer hasil reaksi poliesterifikasi antara polioliol dan asam organik yang berlangsung melalui metode polikondensasi, di mana gugus hidroksil (-OH) bereaksi dengan gugus karboksil (-COOH) menghasilkan poliester serta produk samping berupa molekul sederhana seperti air [1]. Perbandingan ekuivalen antara gugus hidroksil dan karboksil berpengaruh signifikan terhadap sifat akhir resin; rasio OH/COOH yang lebih tinggi cenderung menurunkan bilangan asam dan meningkatkan viskositas, yang menunjukkan pembentukan polimer dengan berat molekul lebih besar [2].

Alkid resin diklasifikasikan menjadi *long oil alkyd* (LOA), *medium oil alkyd* (MOA), dan *short oil alkyd* (SOA) berdasarkan kandungan asam lemaknya, yang memengaruhi daya rekat, fleksibilitas, serta ketahanan terhadap air dan bahan kimia. Dalam industri cat, resin ini banyak diaplikasikan karena memiliki daya lekat tinggi, ketahanan terhadap cuaca, serta kestabilan kilap [3]. [4].

Indonesia sebagai produsen kelapa sawit terbesar di dunia menghasilkan lebih dari 40 juta ton minyak kelapa sawit per tahun, dengan sekitar 20% berupa produk samping yang dapat dimanfaatkan, termasuk

gliserol. Gliserol hasil samping biodiesel memiliki potensi tinggi sebagai bahan baku polioli dalam sintesis alkid resin, sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada bahan baku berbasis petrokimia sekaligus mendukung konsep ekonomi sirkular [5].

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa resin berbasis asam adipat dan asam ftalat memiliki ketahanan termal yang lebih baik dibandingkan resin berbasis formaldehida [6]. dan pemanfaatan katalis asam fosfat serta variasi suhu reaksi berpengaruh terhadap efisiensi sintesis dan kualitas resin [7]. Namun, kajian mengenai pemanfaatan gliserol hasil samping kelapa sawit yang dikombinasikan dengan minyak nabati lain seperti minyak kedelai masih terbatas.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi alkid resin berbasis gliserol minyak kelapa sawit melalui metode polikondensasi dengan asam adipat, menggunakan sebagian data hasil penelitian yang paling representatif. Fokus penelitian adalah menganalisis pengaruh variasi katalis terhadap viskositas dan kadar asam resin yang dihasilkan,

2. Metode Penelitian

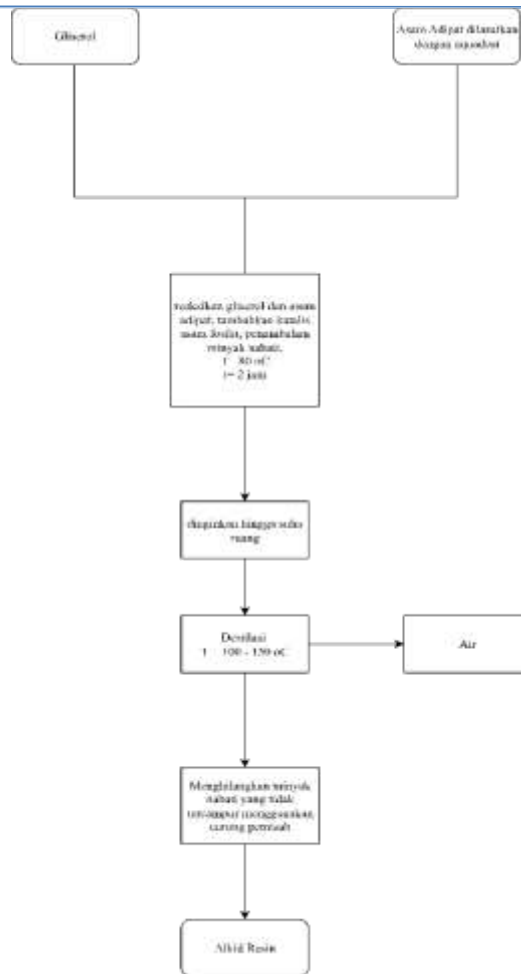
Bahan utama yang digunakan adalah gliserol hasil minyak kelapa sawit (1 L), asam adipat (500 g), minyak nabati (1 L), katalis asam fosfat teknis (100 mL), aquadest (5 L), dan aquadest sebagai pelarut.

Peralatan yang digunakan meliputi gelas kimia, gelas ukur, pipet tetes, neraca analitik, labu leher tiga, spatula, kondensor, alat distilasi atmosferik, magnetic stirrer, heating plate, dan termometer.

Proses sintesis dimulai dengan melarutkan asam adipat menggunakan aquadest di dalam gelas kimia. Gliserol dan larutan asam adipat kemudian dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan direaksikan pada suhu 80°C selama 2 jam dengan penambahan katalis asam fosfat sesuai variasi konsentrasi (2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% dari total berat bahan). Setelah tahap awal esterifikasi, campuran reaksi dipanaskan hingga suhu 150°C dan dipertahankan selama 5 jam menggunakan sistem distilasi atmosferik untuk mengeluarkan air hasil reaksi, sehingga reaksi polikondensasi dapat berlangsung optimal.

Produk alkid resin yang dihasilkan kemudian didinginkan hingga suhu ruang. Selanjutnya dilakukan analisis sifat fisik dan kimia, meliputi:

- Bilangan asam, ditentukan dengan metode titrasi asidimetri menggunakan larutan KOH alkoholik 0,1 N dan indikator fenolftalein, dinyatakan dalam mg KOH/g.
- Viskositas, diukur pada suhu ruang menggunakan viskometer *Brookfield* untuk mengetahui tingkat kekentalan resin.
- Analisis FTIR, dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi utama seperti gugus ester, karbonil, dan hidroksil sebagai indikasi keberhasilan pembentukan alkid resin.

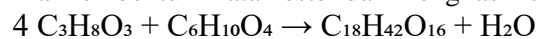


Gambar 1. Diagram Proses Pembuatan Alkid Resin

3. Hasil dan Pembahasan

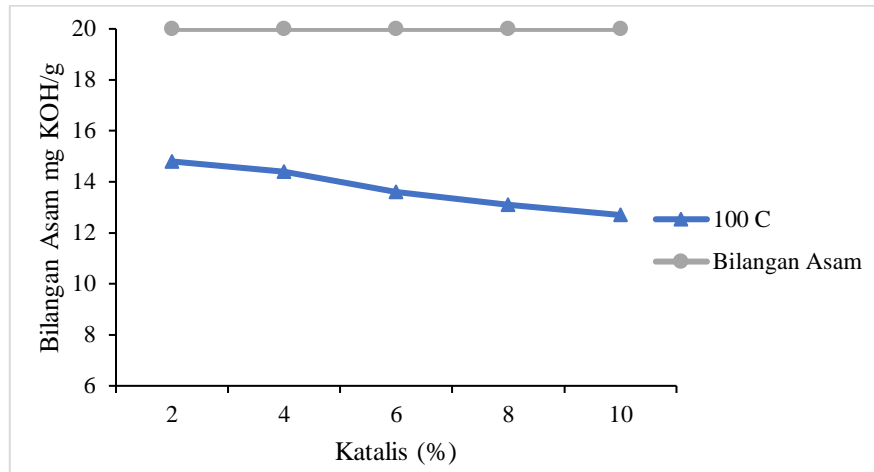
Proses pembuatan alkid resin dilakukan melalui reaksi polikondensasi antara gliserol dan asam adipat dengan perbandingan mol 4:1. Reaksi ini dikatalisis oleh asam fosfat dengan variasi kadar 2–10% dari total berat reaktan, dan dijalankan pada suhu 150°C selama 5 jam. Tujuannya adalah mengoptimalkan sintesis resin dengan melihat pengaruh suhu, waktu, dan kadar katalis terhadap sifat fisikokimia resin.

Reaksi kimia membentuk ikatan ester dan menghasilkan air sebagai produk samping:



Tabel 1. Data Analisa Alkid Resin

Katalis (% v/v)	Viskositas (Cp)	Bilangan Asam (mg KOH/g)
2	3659,62	11,6
4	2579,38	11,1
6	3182,18	10,3
8	2663,65	9,8
10	3674,12	10,9



Gambar 2. Pengaruh katalis asam fosfat dan temperatur pada bilangan asam alkid resin

Hasil menunjukkan bahwa viskositas alkid resin pada suhu 150°C berkisar antara 2579,38–3674,12 Cp. Viskositas tertinggi diperoleh pada katalis 10% (3674,12 Cp), diikuti katalis 2% (3659,62 Cp). Fenomena ini sejalan dengan hasil [8] yang melaporkan bahwa suhu tinggi meningkatkan energi kinetik molekul, mempercepat pembentukan ikatan ester, dan menghasilkan rantai polimer lebih panjang sehingga meningkatkan viskositas. Namun, peningkatan konsentrasi katalis tidak selalu berbanding lurus dengan viskositas karena kemungkinan terjadinya degradasi rantai polimer pada kondisi asam kuat [9].

Bilangan asam alkid resin berkisar 9,8–11,6 mg KOH/g, yang masih berada di bawah batas maksimum SNI 8882:2020 untuk cat antikorosi (<20 mg KOH/g). Nilai terendah diperoleh pada katalis 8% (9,8 mg KOH/g), menunjukkan reaksi esterifikasi paling sempurna. Penurunan bilangan asam sejalan dengan penelitian [10], yang menyatakan bahwa suhu tinggi dan katalis optimum mempercepat konversi gugus –COOH menjadi ester, sehingga mengurangi kandungan asam bebas.

Peningkatan suhu reaksi 150°C secara signifikan meningkatkan viskositas alkid resin, menunjukkan bahwa suhu merupakan faktor dominan dalam reaksi polikondensasi. Penggunaan katalis 6–8% pada suhu 150°C terbukti cukup efektif menghasilkan viskositas tinggi, konsisten dengan temuan [9]. Dalam konteks aplikasi industri, viskositas yang lebih tinggi diinginkan untuk daya rekat dan sebar yang baik, namun tetap harus berada dalam batas standar formulasi.

Pengaruh kadar asam pada produk alkid resin

Bilangan asam merupakan indikator penting dalam menilai kesempurnaan reaksi esterifikasi alkid resin, karena mencerminkan jumlah asam bebas yang tersisa. Nilai bilangan asam yang tinggi menunjukkan reaksi belum sempurna dan dapat menurunkan kestabilan serta kualitas lapisan cat. Dalam penelitian ini, pada suhu 150°C dan katalis 8%, bilangan asam menurun menunjukkan reaksi berjalan lebih efisien. Temuan ini didukung oleh [11] dan [12], yang menekankan pentingnya suhu reaksi dan formulasi bahan dalam menurunkan bilangan asam hingga mencapai nilai optimal.

Bilangan asam merupakan indikator penting dalam menilai efisiensi reaksi esterifikasi pada sintesis alkid resin, karena mencerminkan jumlah asam bebas yang masih tersisa dalam produk akhir. Nilai ini menunjukkan sejauh mana gugus karboksilat (-COOH) dari asam (seperti asam adipat atau minyak nabati) telah bereaksi dengan gugus hidroksil (-OH) dari gliserol membentuk ikatan ester. Semakin rendah nilai bilangan asam, maka semakin efisien reaksi yang terjadi, dan semakin sedikit asam bebas yang tersisa. Dalam penelitian ini, peningkatan suhu reaksi dari 150°C terbukti secara signifikan menurunkan bilangan asam. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya energi kinetik pada suhu yang lebih tinggi, sehingga mempercepat laju reaksi antara gugus –COOH dan –OH. Selain itu, suhu tinggi juga mempercepat penguapan air sebagai hasil samping, yang mendorong reaksi esterifikasi terus berlangsung ke arah pembentukan ester.

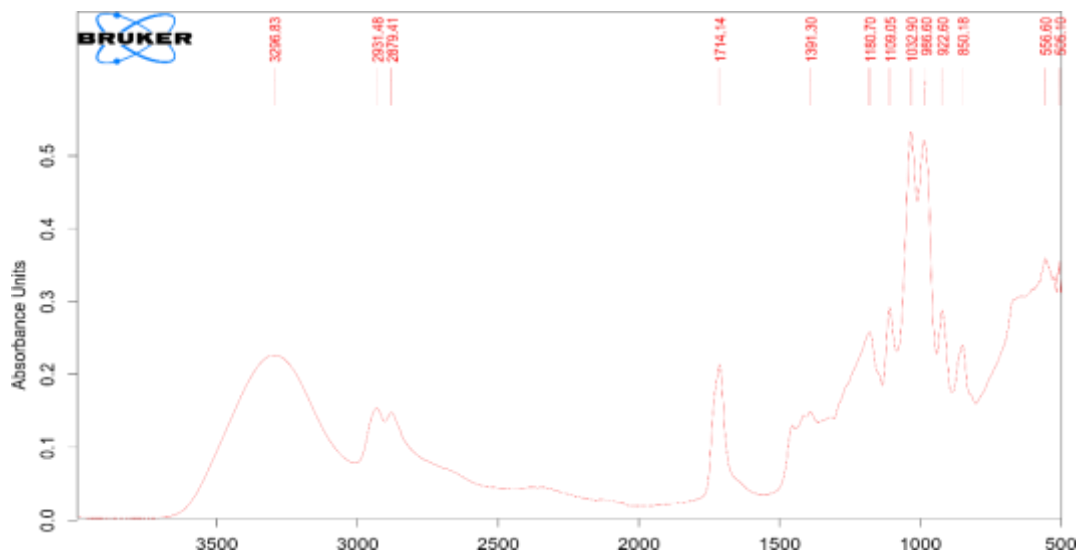
Hasil terbaik diperoleh pada suhu 150°C dengan konsentrasi katalis 8%, di mana bilangan asam berada pada titik terendah. Resin dengan bilangan asam rendah memiliki beberapa keunggulan, antara lain kestabilan terhadap oksidasi, daya rekat yang baik, ketahanan terhadap penguningan (yellowing), dan umur simpan yang lebih panjang. Temuan ini sejalan dengan beberapa studi sebelumnya, seperti oleh [11], [13], dan [10], yang menyatakan bahwa kontrol suhu dan komposisi bahan reaksi sangat penting dalam menurunkan acid value dan menghasilkan resin berkualitas tinggi. Dengan demikian, dapat disimpulkan

bahwa peningkatan suhu reaksi merupakan strategi efektif dalam meningkatkan efisiensi esterifikasi dan kualitas akhir resin alkid.

Analisa Gugus Hidroksil dan Gugus Ester menggunakan alat FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) merupakan salah satu instrumen analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsi kimia yang terdapat dalam struktur suatu senyawa, termasuk resin alkid. Teknik ini bekerja dengan mendeteksi pola serapan inframerah yang dihasilkan oleh vibrasi ikatan-ikatan kimia dalam molekul. Alkid resin sendiri umumnya disintesis melalui reaksi kimia antara gliserol, asam dicarboksilat seperti asam adipat atau ftalat, dan minyak nabati. Proses ini menghasilkan senyawa ester sebagai produk utama dari reaksi polikondensasi. Melalui analisis FTIR, dapat diamati keberadaan gugus fungsi seperti ester (C=O), hidroksil (–OH), dan lainnya, berdasarkan puncak-puncak serapan yang muncul pada spektrum. Puncak-puncak ini memberikan informasi penting mengenai sejauh mana reaksi esterifikasi telah berlangsung, sehingga alat ini sangat berguna dalam menentukan keberhasilan proses sintesis resin. Dengan membandingkan hasil spektrum FTIR terhadap data referensi atau spektrum standar, dapat diketahui apakah komponen penyusun resin telah bereaksi sepenuhnya atau masih terdapat senyawa yang belum mengalami konversi. Oleh karena itu, FTIR menjadi alat karakterisasi yang sangat krusial dalam menjamin kualitas dan kesesuaian struktur kimia alkid resin yang dihasilkan [14].

Adanya puncak serapan yang kuat pada bilangan gelombang sekitar 1730 cm^{-1} mengindikasikan keberadaan gugus ester, yang merupakan tanda bahwa proses esterifikasi telah berlangsung dengan baik. Sebaliknya, apabila masih terdeteksi puncak yang menunjukkan gugus hidroksil (–OH) atau karboksil (–COOH), hal tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat reaktan yang belum bereaksi sempurna. Analisis menggunakan spektroskopi FTIR tidak hanya berfungsi untuk mengidentifikasi keberhasilan reaksi kimia, tetapi juga digunakan untuk membandingkan karakteristik resin hasil sintesis dengan standar mutu yang berlaku, seperti yang ditetapkan dalam SNI [15].



Gambar 3. Hasil Analisis FTIR alkid resin metode *absorbance*

Spektrum FTIR alkid resin menunjukkan beberapa puncak khas yang menggambarkan keberadaan gugus fungsi utama dalam strukturnya. Puncak kuat pada daerah $1730\text{--}1750\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus karbonil (C=O) yang merupakan ciri khas dari ester, menandakan keberhasilan proses esterifikasi dalam pembentukan resin alkid. Selanjutnya, daerah $2850\text{--}2950\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan getaran regangan C–H dari gugus alkil seperti –CH₂ dan –CH₃, yang umum dijumpai dalam rantai hidrokarbon panjang penyusun resin. Pada rentang $1600\text{--}1650\text{ cm}^{-1}$, tampak puncak sedang yang mengindikasikan adanya ikatan rangkap C=C dari struktur aromatik, komponen ini berasal dari seperti asam adipat/asam ftalat. Sementara itu, pada daerah $1000\text{--}1300\text{ cm}^{-1}$, terdapat serapan khas dari ikatan C–O, yang menunjukkan keberadaan gugus ester dan alkohol sebagai bagian integral dari struktur resin alkid.

4. Kesimpulan

Pada suhu 150°C viskositas mencapai 3182,18 Cp. Hal ini menunjukkan pembentukan rantai polimer yang lebih panjang akibat reaksi polikondensasi yang lebih cepat. Selain itu, kadar asam resin menurun seiring peningkatan suhu dan konsentrasi katalis, dengan nilai terendah 9,8 mg KOH/g pada suhu 150°C dan katalis 8%. Ini menandakan reaksi esterifikasi lebih sempurna, sehingga kandungan asam bebas dalam resin lebih rendah.

5. Referensi

- [1] Nurandini, Desi, Rochmadi Rochmadi, and Bardi Murachman. "Karakterisasi Alkyd Resin Dari Gliserol Dan Asam Adipat Yang Dimodifikasi Dengan Minyak Biji Karet Sebagai Komponen Surface Coating Yang Ramah Lingkungan." *Jurnal GEOSAPTA* 4.2 (2018).
- [2] N. N. Aidha And B. N. Jati, "Komparasi Kualitas Cat Alkid Menggunakan Pelarut Hasil Pirolisis Limbah Plastik Polietilen Dengan Pelarut Di Industri Cat," *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, Vol. 39, No. 2, P. 87, Oct. 2017, Doi: 10.24817/Jkk.V39i2.3350.
- [3] Heriyanto, Heri, Budiman A. Rochmadi, and Arief Budiman. "Kinetika reaksi alkyd resin termodifikasi minyak jagung dengan asam phtalat anhidrat." *Jurnal Rekayasa Proses* 5.1 (2011): 1-9.
- [4] O. Amelia, I. Sailah, I. A. Kartika, O. Suparno, And Y. Bindar, "Eco-Friendly Alkyd Resins Based On Vegetable Oil: Review," <https://journal.ugm.ac.id/jrekpros/article/view/64143/31635>.
- [5] N. Fadliyani And S. Atun, "The Utilization Of Glycerol, Biodiesel Side Product Of Used Cooking Oil As Glycerol Acetate Material Synthesis," *Jurnal Penelitian Saintek*, Vol. 20, No. 2, Jun. 2016, Doi: 10.21831/Jps.V20i2.9601.
- [6] Ruaa Jameel Kamel, Farah Safi Khliwi, Ammar Ali Hussein, Karrar Hazim Salem, And Mohamed Ali Mutar, "Synthesis And Characterization Of New Styrenated Alkyd Resin From Olive Oil As Binder For Surface Coating," *Journal Of Pharmaceutical Negative Results*, Pp. 192–196, Oct. 2022, Doi: 10.47750/Pnr.2022.13.S05.26.
- [7] I. A. Kartika, N. Y. Fastiana, And D. Ariono, "Rekayasa Proses Produksi Resin Alkid Dari Minyak Nyamplung," *Maret*, Vol. 19, No. 1, Pp. 215–224, Doi: 10.21107/Agrointek.V19i1.22416.
- [8] D. Rahmi *Et Al.*, "Sintesis Dan Karakterisasi Polimer Alkid Poligliserol Banyak Cabang," *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, Vol. 41, No. 2, P. 65, Sep. 2019, Doi: 10.24817/Jkk.V41i2.5555.
- [9] Ilkhani, A. R. "Comparison of Chemical Nano Structure, Rheological and Mechanical Properties of Long Oil Alkyd Resin Synthesized Using Polybasic Acids Catalyst." *Tanzania Journal of Science* 38.3 (2012): 177-183.
- [10] Y. Kahraman, Y. Alkan Goksu, B. Özdemir, B. Eker Gümüş, And M. Nofar, "Composition Design Of Pla/Tpu Emulsion Blends Compatibilized With Multifunctional Epoxy-Based Chain Extender To Tackle High Impact Resistant Ductile Structures," *Journal Of Applied Polymer Science*, Vol. 139, Mar. 2022, Doi: 10.1002/App.51833.
- [11] F. A. N. Hidayat, R. Widayati, And I. G. M. Sanjaya, "Pengaruh Variasi Penimbangan Terhadap Akurasi Penentuan Bilangan Asam Pada Alkyd Resin," *Journal Of Chemistry*, Vol. 11, 2022.
- [12] Paparingan, Theodorus Cahyo, et al. "Pengaruh Suhu Proses Terhadap P Sintesis Alkyd Resin Dari Daun Kemangi (*Ocimum Basilicum*) Sebagai Bakal Binder Pembuatan Cat." *Jurnal Teknologi Technoscientia* (2019): 21-26.
- [13] K. M. Kalu *Et Al.*, "Current State Of Alkyd Resin Synthesis And Characterization, Extracted From Vegetable Oils," *Asian Journal Of Current Research*, Vol. 9, No. 2, Pp. 1–16, Feb. 2024, Doi: 10.56557/Ajocr/2024/V9i28548.
- [14] F. Silvianti, W. Wijayanti, W. A. A. Sudjarwo, And W. B. Dewi, "Synthesis Of Alkyd Resin Modified With Waste Palm Cooking Oil As Precursor Using Pretreatment With Zeolite Adsorbent," 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/11.26554/Sti.2218.3.3.119-122>
- [15] M. Yesiltas, T. D. Glotch, And B. Sava, "Nano-Ftir Spectroscopic Identification Of Prebiotic Carbonyl Compounds In Dominion Range 08006 Carbonaceous Chondrite," *Sci Rep*, Vol. 11, No. 1, Dec. 2021, Doi: 10.1038/S41598-021-91200-8.