



Pengaruh Jenis Kulit Pisang Terhadap Kandungan Kalium dalam Pembuatan Pupuk Nano Kalium Sulfat

Aulia Dewi Rosanti^{1*}, Fahmi Hidayat¹, Qumillaila¹

¹Program Studi Kimia, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Kediri

*Corresponding author: aulia.dewi.r@uniska-kediri.ac.id

Received: 11 Oktober 2025 / Accepted: 15 November 2025

Available online: 30 November 2025

Abstrak

Kulit pisang merupakan limbah organik yang berpotensi tinggi sebagai sumber kalium alami untuk pembuatan pupuk ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis kulit pisang terhadap kandungan kalium yang dihasilkan pada proses sintesis pupuk nano kalium sulfat (K_2SO_4). Bahan yang digunakan terdiri atas tiga jenis kulit pisang, yaitu kulit pisang kepok, pisang raja, dan pisang raja nangka. Masing-masing sampel diekstraksi dan disintesis menjadi nano K_2SO_4 melalui proses presipitasi, kemudian dikarakterisasi menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF) untuk menentukan komposisi unsur, serta didukung dengan analisis Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk mengamati morfologi partikel. Hasil analisa XRF menunjukkan bahwa kulit pisang kepok memiliki kandungan kalium tertinggi sebesar 50,6% dan sulfur sebesar 49%, dengan kadar pengotor logam yang rendah (Fe 0,07% dan Cu 0,2%). Kulit pisang raja dan pisang raja nangka menunjukkan kandungan kalium masing-masing 29,1% dan 37%, disertai adanya unsur molibdenum (Mo) yang cukup tinggi. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa jenis kulit pisang kepok menghasilkan pupuk nano kalium sulfat dengan kandungan kalium paling tinggi dan kemurnian terbaik, sehingga paling potensial digunakan sebagai bahan dasar pembuatan pupuk nano berbasis K_2SO_4 .

Kata Kunci: kulit pisang, pupuk nano, kalium sulfat, kandungan Kalium

1. Pendahuluan

Kalium merupakan salah satu kandungan unsur hara makro yang sangat penting dalam produktivitas tanaman. Kebutuhan K pada tanaman berubah sesuai dengan kebutuhan dari proses-proses yang membutuhkan K, seperti proses fotosintesis dan fiksasi CO_2 , transfer fotosintat ke berbagai pengguna serta hubungan dengan air dalam tanaman [1][2]. Disamping pupuk N dan P, pemupukan K secara berimbang dapat membuat pertumbuhan pada tanaman menjadi lebih baik, tahan kerebahan, tahan terhadap hama dan penyakit serta kualitasnya dapat meningkat [3]. Salah satu sumber Kalium yang melimpah adalah kulit pisang dimana kulit pisang ini merupakan sampah yang sering dijumpai dan kurang dimanfaatkan [4]. Kulit pisang yang selama ini dianggap sampah dan berbau, ternyata mengandung banyak kandungan unsur atau senyawa kimia yang bermanfaat bagi tanaman [5].

Penelitian yang dilakukan oleh Tuapttinaya dkk. Menunjukkan bahwa pemberian pupuk cair 500 ml/liter dari limbah kulit pisang memberikan pengaruh yang nyata berpengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah cabang cabai rawit [6]. Kulit pisang mengandung 15% kalium dan 2% kandungan fosfor lebih tinggi dibandingkan dengan daging pisang. Di samping itu mengandung

P dan K, kulit pisang juga mengandung unsur magnesium, sulfur, dan natrium [5].

Efisiensi penggunaan unsur hara makro dan mikro yang rendah akibat tingginya Tingkat pelepasan pupuk konvensional setelah diaplikasikan di lahan menyebabkan terjadinya pencucian, limpasan dan denitrifikasi sehingga penyerapan ke tanaman kurang maksimal. Penggunaan pupuk konvensional secara intensif dalam jangka waktu yang lama telah menyebabkan masalah lingkungan yang serius di seluruh dunia termasuk pencemaran air tanah, eutrofikasi (pertumbuhan alga di permukaan badan air akibat air yang kaya nutrisi, sehingga menghambat pasokan oksigen ke ikan), penurunan kualitas tanah, dan polusi udara [7]. Oleh karena itu, terdapat minat yang besar terhadap pengembangan sumber pupuk baru yang inovatif guna meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk. Beberapa strategi telah diusulkan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk, seperti penggunaan pemupukan presisi, aplikasi terpisah atau lokal, pemupukan, dan penggunaan pupuk Nano[8]. Dalam konteks ini, penerapan nanoteknologi untuk pengembangan pupuk jenis baru adalah dianggap sebagai salah satu pilihan

yang berpotensi meningkatkan produksi pertanian global [7-9].

Pupuk Nanokalium merupakan contoh pengembangan pupuk menggunakan teknologi nano karena pupuk yang dihasilkan memiliki skala nano sehingga diharapkan dapat lebih mudah masuk ke dalam jaringan tumbuhan karena ukurannya yang lebih kecil yaitu (10^{-9} m). Kusumawati dkk. berhasil melakukan sintesis nanomaterial diantaranya dengan menggunakan metode sol gel, impregnasi serta solvothermal [10-13]. Penelitian Rosanti dkk. (2025), berhasil mensintesis kulit pisang kepok menjadi pupuk nano menggunakan metode presipitasi dan menghasilkan kandungan K sebagai K_2O yang tinggi yaitu sebesar 28.10% [14].

Penelitian Hussein dkk. (2019) diketahui bahwa ekstrak kulit pisang dari pisang Egypt mengandung sekitar 80 g/L unsur kalium yang dikelat dengan asam sitrat. Selain kalium, ekstrak kulit pisang juga mengandung mineral lain seperti besi, magnesium, tembaga, natrium, kalsium, dan mangan yang dikelat dengan asam sitrat dalam bentuk struktur nano. Ekstrak mengandung konstituen struktur nano bulat, memiliki ukuran partikel besar (40 nm). Berdasarkan penelitian menunjukkan persentase perkecambahan meningkat seiring dengan meningkatnya dosis ekstrak kulit pisang pada tanaman. Untuk tanaman tomat, persentase perkecambahan meningkat dari 14% (kontrol tanpa nano) menjadi 97% setelah 7 hari penanaman. Tren yang sama juga terjadi pada tanaman fenugreek, persentase perkecambahan meningkat dari 25% (kontrol tanpa nano) menjadi 93,14% [15]. Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis kulit pisang terhadap kandungan kalium pada pupuk nano kalium sulfat yang disintesis menggunakan metode presipitasi.

2. Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

2.1.1 Alat

Alat yang digunakan terdiri dari Oven(Memmert), *furnace (Scientific)*, seperangkat alat gelas laboratorium, XRF, SEM EDX (Phenom Pro-X), *hotplate stirrer*.

2.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan meliputi Kulit Pisang, ammonium sulfate p.a (Merck), Aqua DM (Bratachem).

2.2 Prosedur Penelitian

Sintesis pupuk Nano Kalium menggunakan kulit pisang mengacu pada penelitian yang telah dilakukan Rosanti (2025) [14]. Preparasi kulit pisang diawali dengan, kulit pisang dicuci dengan air mengalir hingga bersih kemudian ditiriskan, lalu kulit pisang dipotong dadu, selanjutnya kulit pisang dioven dengan suhu $105^{\circ}C$ selama lima jam, lalu kulit di bolik-balik agar kering merata, kemudian kulit pisang dioven lagi selama satu jam, selanjutnya kulit pisangnya di balik lagi, terus diulang sampai kulit pisang kering merata, setelah kering merata, kulit pisang di dinginkan, dan

dihaluskan menjadi serbuk, selanjutnya serbuk di furnace dengan suhu $700^{\circ}C$ selama lima jam.

Abu kulit pisang yang dihasilkan ditimbang sebanyak 10 gram ditimbang dan direndam dengan aqua DM 100 mL. Metode yang digunakan adalah maserasi (sampel bisa disaring setelah tidak ada endapan yang turun), kemudian ekstrak yang dihasilkan dipisahkan dari residunya menggunakan kertas saring dan di tambahkan dengan ammonium sulfat 10%, selanjutnya campuran ekstrak dengan ammonium sulfat diuapkan dengan hot plate dengan suhu $100^{\circ}C$, sampai mengental, lalu di masukkan oven dengan suhu $105^{\circ}C$ selama tiga jam, padatan yang dihasilkan diambil, digerus, dimasukkan oven lagi selama satu jam, terus diulang hingga kering, kemudian diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

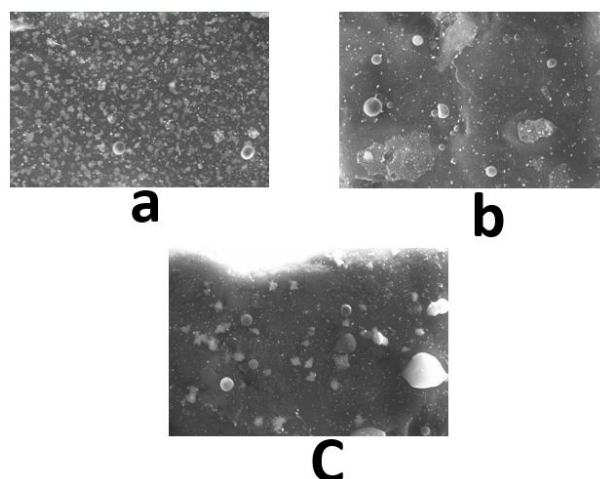
Material yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan XRF(*X-Ray fluorescence*), SEM EDX (*Scanning Electron Microscopy with Energy Dispersive X-Ray*) dan TEM (*Transmission Electron Microscopy*).

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil SEM yang menunjukkan morfologi dan distribusi ukuran partikel K_2SO_4 berbahan dasar kulit pisang (kulit pisang kepok, kulit pisang raja, kulit pisang raja nangka) disajikan pada Gambar 1. Pada Gambar 1a memperlihatkan permukaan yang jauh lebih homogen serta partikel yang berukuran lebih kecil yang tersebar merata dibandingkan Gambar 1b dan 1c. Hal ini mengindikasikan bahwa kulit pisang kepok menghasilkan morfologi permukaan yang paling baik. Pada Gambar 1b dan 1c, terlihat bahwa permukaan sampel memiliki partikel berukuran relatif besar dan adanya beberapa agregat yang membentuk kelompok padat sehingga permukaan yang dihasilkan tidak homogen.

Perbedaan ini dapat dikaitkan dengan komposisi kandungan unsur yang terdapat pada masing-masing jenis kulit pisang berbeda. Berdasarkan hasil analisa XRF dan EDX terlihat terdapatnya perbedaan komposisi kimia bahan baku yaitu perbedaan kadar K dan S serta terdapatnya unsur pengotor tertentu(Fe, S, Mo, Cu, Rb) dapat memengaruhi tingkat agregasi dan homogenitas partikel selama proses pembentukan K_2SO_4 . Sintesis yang menghasilkan partikel kecil dan homogen seperti pada gambar 1a biasanya menunjukkan kualitas produk yang lebih baik karena partikel yang halus dapat meningkatkan reaktivitas dan kemurnian zat [16]. Dengan demikian, analisis SEM ini penting untuk memahami bagaimana komposisi kandungan unsur pada jenis kulit pisang dapat mempengaruhi karakteristik material K_2SO_4 hasil sintesis.

Analisis EDX dilakukan untuk mengonfirmasi keberadaan unsur penyusun utama dari K_2SO_4 . Hasil EDX menunjukkan tiga unsur utama yang mendominasi sampel yaitu Oksigen (O), Sulfur (S), dan Kalium (K), sesuai dengan senyawa kalium sulfat (K_2SO_4). Namun, persentase massanya berbeda-beda antar jenis kulit pisang, yang menunjukkan adanya variasi komposisi akibat perbedaan bahan baku.



Gambar 1: Morfologi permukaan (a) K_2SO_4 kulit pisang kepok, (b) K_2SO_4 kulit pisang Raja dan (c) K_2SO_4 Kulit Pisang Raja Nangka

Kulit Pisang kepok memperlihatkan kadar K yang paling tinggi dengan rasio K dan O yang tinggi menunjukkan bahwa kulit pisang kepok merupakan sumber K_2SO_4 paling potensial. Namun, hasil EDX tidak bisa menjadi acuan dikarenakan EDX hanya mendeteksi di permukaan saja, untuk memastikan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menganalisa sampel menggunakan XRF.

Tabel 1: Kandungan Element (%) pada sintesis K_2SO_4 menggunakan EDX

Unsur	Mass(%)		
	Kulit Pisang Kepok	Kulit Pisang Raja	Kulit Pisang Raja Nangka
O	61.60%	58.95%	56.48 %
S	29.03%	33.03%	35.51 %
K	9.37%	8.02%	8.01%

Berdasarkan hasil EDX maupun XRF (Tabel 1 dan Tabel 2) diketahui bahwa Kulit Pisang Raja Nangka memiliki kadar S yang paling tinggi di antara ketiga sampel, tetapi kadar K relatif paling rendah. Artinya, pembentukan K_2SO_4 dari kulit pisang raja nangka menghasilkan material yang kaya sulfur, tetapi dengan efisiensi pembentukan kalium sulfat yang lebih rendah dibandingkan sampel lain. Perbedaan komposisi unsur antara varietas pisang ini akan memengaruhi efisiensi dan hasil sintesis K_2SO_4 , baik dari segi jumlah produk maupun kemurniannya. Kulit pisang Kepok yang mengandung kalium paling tinggi menjadi pilihan tepat untuk sintesis K_2SO_4 , sedangkan yang mengandung sulfur lebih tinggi (Raja Nangka) akan menghasilkan K_2SO_4 dengan proporsi sulfur lebih besar. Dengan demikian, pemilihan varietas sangat penting untuk mendapatkan hasil sintetis yang optimal sesuai kebutuhan aplikasi industri atau laboratorium.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada Kulit pisang kepok terlihat kandungan kalium (50,56%) dan sulfur (49,01%) yang hampir seimbang menunjukkan bahwa hasil sintesis K_2SO_4 dari kulit

pisang kepok sangat baik serta memiliki unsur pengotor (Fe dan Cu) sangat kecil sehingga kemurniannya lebih tinggi. Pada Kulit pisang Raja kandungan sulfur masih cukup tinggi, namun kalium lebih rendah dibanding sampel dari kulit pisang kepok. Adanya unsur Mo (molibdenum) sebagai unsur minor dalam jumlah besar menandakan kemungkinan terjadi kontaminasi selama kalsinasi sehingga dapat memengaruhi komposisi akhir, sedangkan pada kulit pisang raja angka Kadar S dan K sedikit lebih rendah dibanding dua sampel sebelumnya. Hasil tersebut menandakan tingkat pembentukan K_2SO_4 yang tidak seefisien pada kulit pisang kepok, namun keberadaan Mo tetap cukup tinggi seperti pada pisang raja.

Tabel 2: Kandungan Element (%) pada sintesis K_2SO_4 menggunakan EDX menggunakan XRF

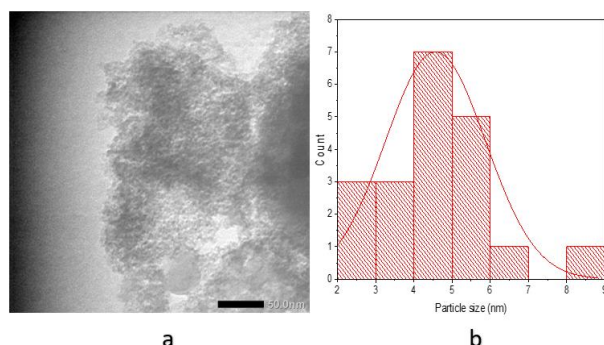
Kulit Pisang Kepok		Kulit Pisang Raja		Kulit Pisang Raja Nangka	
Unsur	Content (%)	Unsur	Content (%)	Unsur	Content (%)
S	49.01	S	48.6	S	43.1
K	50.56	K	29.1	K	37
Fe	0.07	Mo	22	Mo	20
Cu	0.2				
Rb	0.17				

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa hasil analisa kalium sulfat dari semua jenis kulit pisang sangat potensial digunakan untuk dijadikan sebagai pupuk kalium sehingga mampu mendukung pertumbuhan tanaman karena kandungan unsur haranya cukup lengkap dan tinggi, khususnya unsur makro (S, K) dan beberapa unsur mikro (Fe, Cu, Mo).

Kandungan S dan K yang sangat tinggi pada kulit pisang (terutama pisang kepok) sangat bagus untuk memperbaiki pertumbuhan serta kualitas hasil panen karena kedua unsur tersebut merupakan bagian penting dalam sistem metabolisme tanaman. Kandungan mikro seperti Fe, Cu, dan Mo meskipun kecil namun tetap dibutuhkan tanaman dalam kadar *trace*, dan sangat berguna untuk menyeimbangkan nutrisi dalam tanah dan mendukung proses enzimatik di dalam tanaman [17–20]. Menggunakan pupuk berbahan dasar kulit pisang juga menjadi solusi pemanfaatan limbah organik, sehingga lebih ramah lingkungan. Komposisi unsur pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kalium sulfat dari kulit pisang dapat menjadi alternatif pupuk baik organik maupun anorganik untuk berbagai jenis tanaman, terutama untuk mendukung pembentukan organ tanaman, meningkatkan pertumbuhan, hasil panen, dan ketahanan terhadap stres lingkungan. Berdasarkan hasil analisa XRF diketahui bahwa jenis kulit pisang yang paling baik digunakan sebagai pupuk adalah jenis kulit pisang kepok karena kandungan kalium dan sulfur tinggi dan seimbang, Unsur pengotor sangat kecil, Stabil dan tidak menimbulkan efek toksik pada tanaman. Menurut Rosanti (2025), syarat baku K_2SO_4 dapat dijadikan pupuk adalah mempunyai kandungan unsur K sebesar 40–44%[14], berdasarkan syarat tersebut maka jenis

Doi:

kulit pisang yang paling potensial digunakan sebagai pupuk kalium sulfat adalah kulit pisang kepok. Untuk memastikan bahwa pupuk kalium sulfat yang dihasilkan menggunakan kulit pisang mempunyai ukuran nano sehingga dapat disebut sebagai pupuk nano kalium sulfat maka dilakukan uji lanjutan menggunakan TEM untuk mengetahui ukuran partikel. Hasil TEM dari K_2SO_4 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2: (a) Foto TEM; (b) Distribusi ukuran partikel K_2SO_4 hasil sintesis menggunakan kulit pisang kepok

Berdasarkan analisa TEM (Gambar 2) menggunakan image J, diketahui bahwa rata-rata ukuran partikel dari K_2SO_4 menggunakan kulit pisang kepok adalah 4,565 nm. Suatu partikel dikatakan “Nano” apabila partikel tersebut memiliki ukuran 1-100 nm[21]. Hasil ukuran partikel tersebut membuktikan bahwa pupuk kalium sulfat hasil sintesis menggunakan kulit pisang kepok memiliki ukuran dalam skala nanometer sehingga dapat disebut sebagai pupuk nano kalium sulfat. Aplikasi pupuk dalam bentuk nano lebih mudah untuk diserap tanaman karena dapat meminimalisir terjadinya leaching atau pencucian pupuk [22–24].

Kulit pisang kepok memiliki potensi ilmiah dan aplikatif yang signifikan sebagai bahan baku pembuatan pupuk nano kalium sulfat (K_2SO_4) ramah lingkungan berbasis limbah biomassa. Secara ilmiah, pemanfaatan kulit pisang kepok menunjukkan bahwa sumber biomassa organik dapat diolah menjadi senyawa anorganik bernilai tinggi melalui proses sintesis dan rekayasa material hingga berukuran nano, yang meningkatkan luas permukaan dan reaktivitasnya sebagai pupuk. Kandungan kalium yang tinggi pada kulit pisang kepok memungkinkan terbentuknya K_2SO_4 yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman, terutama dalam pembentukan buah, peningkatan kualitas hasil panen, serta efisiensi penyerapan unsur hara. Dari sisi aplikatif, penggunaan limbah kulit pisang sebagai bahan baku pupuk nano mendukung prinsip ekonomi sirkular dan pengelolaan limbah berkelanjutan, karena mengubah residu pertanian yang tidak terpakai menjadi produk bernilai guna tinggi. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi terhadap pengembangan ilmu material dan kimia lingkungan, tetapi juga memberikan solusi praktis dalam mendukung pertanian berkelanjutan melalui

pemanfaatan pupuk nano K_2SO_4 yang lebih efisien dan ramah lingkungan dibanding pupuk konvensional.

4. Kesimpulan

Sintesis nanokaliumsulfat dari 3 jenis kulit pisang yaitu kulit pisang kepok, kulit pisang raja dan kulit pisang raja nangka menggunakan metode presipitasi menghasilkan morfologi dan kandungan kalium yang berbeda. Berdasarkan hasil diketahui bahwa morfologi permukaan yang dihasilkan oleh kulit pisang kepok mempunyai partikel yang lebih kecil dan lebih homogen serta kulit pisang kepok memiliki kandungan Kalium paling tinggi yaitu sebesar 50.6 % sehingga paling cocok digunakan untuk digunakan sebagai pupuk nano kalium sulfat.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima Kasih kepada Universitas Islam Kediri atas bantuan dana melalui program Hibah penelitian Internal tahun 2025 serta Laboratorium Kimia Universitas Islam Kediri atas fasilitas yang disediakan.

Daftar Pustaka

- [1] Ali, A., Adnan, M., Safdar, M.E., Asif, M. (2020). Role of potassium in enhancing growth, yield and quality of maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Biosciences* (IJBS). <https://doi.org/10.12692/ijb/16.6.210-219>
- [2] Abd-Elrahman, S.H., El-Gabry, Y.A.E.G., Hashem, F.A., Ibrahim, M.F.M., El-Hallous, E.I., Abbas, Z.K., Darwish, D.B.E., Al-Harbi, N.A., Al-Qahtani, S.M., Taha, N.M. (2023). Influence of Nano-Chitosan Loaded with Potassium on Potassium Fractionation in Sandy Soil and Strawberry Productivity and Quality. *Agronomy*, 13(4), 1–15. <https://doi.org/10.3390/agronomy13041126>.
- [3] Chairuman, N., Batubara, S.F., Aryati, V., Siagian, D.R. (2023). Enhancing the maize growth and production by applying the phosphorus and potassium nutrients in inceptisol of Langkat Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1172(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1172/1/012042>.
- [4] Franck, K.N., Eustache, N.M., Seya, K., Innocent, B.B., Franck, K., Leontine, L., Israel, M.B., Mingashanga, B., Edouard, M.M., Cedric, N.N., Gaillard, M., John, B. (2020). Synthesis of a Potassium Fertilizer from Banana Peels and its Fertility effect on Onion Growth and Ripening in Lubumbashi Synthesis of a Potassium Fertilizer from Banana Peels and its Fertility effect on Onion Growth and Ripening in Lubumbashi. (January 2021), 9–21.
- [5] Hariyono, Mulyono, Ayunin, I.Q. (2021). Effectiveness of Banana Peel-Based Liquid Organic Fertilizer Application as Potassium Source for Eggplant (*Solanum melongena* L.) Growth and Yield. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 752(1)

Doi:

- <https://doi.org/10.1088/1755-1315/752/1/012022>.
- [6] Tuapattinaya, P., Tutupoly, F. (2014). Pemberian pupuk kulit pisang raja (musa sapientum) terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan*, 1(1), 13–21. DOI: 10.30598/biopendix, vol1 issue1,13-21.
- [7] Abhigna, D., Lakshman, K., Siva Prasad, P.N. (2021). Nano-fertilizers for Sustainable Agriculture. *Chronicle Of Bioresource Management*, 5(2), 037–040.
- [8] Meghana, K.T., Wahiduzzaman, M., Vamsi, G. (2023). Nanofertilizers in Agriculture. *Nanotechnology in the Life Sciences*, Part F1609(3), 87–98. https://doi.org/10.1007/978-3-031-41333-9_5.
- [9] Aini, R. N., Wibawa, P. J., Nur, M., Asy'ari, M., & Wijanarka, W. (2024). Pembuatan Karbon Aktif Nanopartikel dan Uji Potensinya Sebagai Bahan Aditif Tanah Kering/Tandus Untuk Meningkatkan Produktifitasnya. *Greensphere: Journal of Environmental Chemistry*, 4(1), 1 - 7. <https://doi.org/10.14710/giec.2024.23626>.
- [10] Rosanti, A.D., Kusumawati, Y., Hidayat, F., Fadlan, A., Wardani, A.R.K., Anggraeni, H.A. (2022). Adsorption of Methylene Blue and Methyl Orange from Aqueous Solution using Orange Peel and CTAB-Modified Orange Peel. *Journal Of the Turkish Chemical Society Chemistry*, 9(1), 237–246. DOI: <https://doi.org/10.18596/jotcsa.1003132>.
- [11] Wellia, D.V., Syuadi, A.F., Rahma, R.M., Syafawi, A., Habibillah, M.R., Arief, S., Kurnia, K.A., Saepurahman, Kusumawati, Y., Saefumillah, A. (2024). Rind of Aloe vera (L.) Burm. f extract for the synthesis of titanium dioxide nanoparticles: Properties and application in model dye pollutant degradation. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 9, 100627. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.csee.2024.100627>.
- [12] Juwono, H., Zakiyah, A., Subagyo, R., Kusumawati, Y. (2023). Facile Production of Biodiesel from Candlenut Oil (*Aleurites moluccana* L.) Using Photocatalytic Method by Nano Sized-ZnO Photocatalytic Agent Synthesized via Polyol Method. *Indonesian Journal of Chemistry*, 23(5), 1304–1314. <https://doi.org/10.22146/ijc.82895>.
- [13] Santoso, E., Ediati, R., Istiqomah, Z., Sulistiono, D.O., Nugraha, R.E., Kusumawati, Y., Bahruji, H., Prasetyoko, D. (2021). Facile synthesis of ZIF-8 nanoparticles using polar acetic acid solvent for enhanced adsorption of methylene blue. *Microporous and Mesoporous Materials*, 310, 110620. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2020.110620>.
- [14] Rosanti, A.D., Hidayat, F., Kusumawati, Y., Ni'mah, Y.L., Fitriyah, N., Rahmatika, W., Helilusiatiningsih, N., Qumillaila, Q., Putri, V.Y.K. (2025). The Effect of Ultrasonication Treatment in the Synthesis and Characteristics of Nano Potassium Sulfate and Potassium Chloride Fertilizer from Kepok Banana (*Musa paradisiaca*) Peel Extract. *Nanochemistry Research*, <https://doi.org/10.22036/ncr.2025.481914.1425>.
- [15] Hussein, H.S., Shaarawy, H.H., Hussien, N.H., Hawash, S.I. (2019). Preparation of nano-fertilizer blend from banana peels. *Bulletin of the National Research Centre*, 43(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0058-1>.
- [16] Ohyama, M., Kudo, S., Amari, S., Takiyama, H. (2019). Production of crystalline particles with high homogeneity in reaction crystallization by using pH-solubility-profile. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 75, 38–43. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2019.03.003>.
- [17] Salamah, T.S. (2020). Kandungan Unsur Hara Makro Pada Tanah Perkebunan Kelapa Sawit yang Telah Menghasilkan Di Desa Kota Baru Kecamatan Kunto Darussalam Kabupaten Rokan Hulu Riau. *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- [18] Habib Wicaksono, M., Astuti, D., Masyarakat, K., Kesehatan, I., Muhammadiyah Surakarta, U. (2025). Pengaruh Penambahan Kulit Pisang Terhadap Kandungan N,P,K dan C-Organik Pupuk Organik Cair. *Prepotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(2), 3155–3164.
- [19] Fatma Adelia, P., Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian, J., Brawijaya Jln Veteran, U., Timur, J. (2013). Pengaruh Penambahan Unsur hara Mikro (Fe dan Cu) Dalam Media Paitan Cair dan Kotoran Sapi Cair Terhadap Pertumbuhan dan hasil Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 1(3), 48–58.
- [20] Putri, A., Redaputri, A.P., Rinova, D. (2022). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Pupuk menuju ekonomi sirkular (UMKM Olahan Pisang di Indonesia). *Jurnal Pengabdian UMKM*, 1(2). <https://doi.org/10.35316/jpu.v1i2.177>
- [21] Rosanti, A.D., Hidayat, F., Kusumawati, Y., Fadlan, A. (2023). The Effect of Variations in Calcination Temperature on the Character of ZnO and ZnO / Mopl-CTAB in Degrading Methyl Orange. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, 18(2), 268–284. <https://doi.org/10.9767/bcrec.18305>.
- [22] Mikkelsen, R. (2018). Nanofertilizer and Nanotechnology: A quick look. *Better Crops Vol.* 102 18–19.
- [23] Nur Hayati, M.D., Rosanti, A.D., Utomo, P.S. (2021). Pengaruh Dosis Pupuk Nanosilika Sekam Padi Pada Pertumbuhan Dan Produksi Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata* Sturt L.)

Doi:

- Varietas Talenta. *Jurnal Pertanian Cemara*, 18(2), 46–54.
<https://doi.org/10.24929/fp.v18i2.1633>.
- [24] Rosanti, A.D., Fitriyah, N., Rahmatika, W., Hidayat, F., Helilusiatiningsih, N., Kusumawati, Y., Ni'mah, Y.L., Oktavia, D. (2026). Synthesis of Potassium-Silica Nanofluid Fertilizer from Banana Peel and Rice Husk Waste for The Growth of Sweet Corn Plants. *International Journal Of Nano Dimension*, Article In Press. <https://doi.org/57647/ijnd-2026-1702-05>.