

Analisis Kandungan Pupuk Organik Limbah Cucian Air Beras untuk Tanaman

Fatimah Azzahra¹, Regita Asiah Azzarah², Elfayetti³, Wiji Syahfitri⁴, Dini Afrilia⁵, Anisa Niwanda⁶, Ridho Amalan⁷, Ryan Pramana⁸, Ridha Suyatmika⁹, Suandro Mangihut¹⁰, Vinny Natasya¹¹, Erika Noviana¹², Wafiq Ariska¹³, Christin Eva¹⁴

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14} Program Studi Geografi, Universitas Negeri Medan

e-mail: azzahraf028@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menganalisis kandungan pupuk organik dari limbah cucian air beras dan molase M4 untuk tanaman. Tujuannya adalah mengevaluasi komposisi nutrisi dan potensi manfaatnya bagi pertumbuhan tanaman. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif yang didukung oleh cek laboratorium. Sampel air cucian beras dan molase M4 diuji untuk menentukan kadar nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), pH, serta kandungan organik lainnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa air cucian beras mengandung nutrisi esensial yang signifikan bagi tanaman. Kesimpulannya, air cucian beras dan molase M4 memiliki potensi besar sebagai pupuk organik, memberikan alternatif yang ekonomis dan ramah lingkungan untuk pertanian. Penelitian ini memberikan dasar ilmiah untuk pemanfaatan limbah cucian air beras dalam praktik pertanian organik.

Kata kunci: *Air Beras, Limbah, Pupuk Organik*

Abstract

This research analyzes the organic fertilizer content of rice water washing waste and M4 molasses for plants. The aim is to evaluate the nutritional composition and its potential benefits for plant growth. The research method uses a qualitative approach supported by laboratory checks. Samples of rice washing water and M4 molasses were tested to determine levels of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), pH and other organic contents. Test results show that rice washing water contains significant essential nutrients for plants. In conclusion, rice washing water and M4 molasses have great potential as organic fertilizer, providing an economical and environmentally friendly alternative for agriculture. This research provides a scientific basis for the use of rice water washing waste in organic farming practices.

Keywords : *Rice Water, Waste, Organic Fertilizer*

PENDAHULUAN

Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari bahan organik asal tumbuhan dan/atau hewan, yang telah melalui proses teknis, dapat berbentuk padat atau cair yang berfungsi untuk mensuplai bahan organik dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Pengertian pupuk organik sendiri adalah pupuk yang berperan meningkatkan aktivitas biologi, kimia dan fisik tanah sehingga tanah menjadi subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman (Asriadi & Husain, 2021). Menurut Restu (2024), penggunaan pupuk organik memiliki beberapa keunggulan dibandingkan pupuk kimia, seperti mengurangi risiko pencemaran lingkungan, meningkatkan kesehatan tanah dalam jangka panjang, dan mendukung pertanian yang lebih berkelanjutan.

Air cucian beras merupakan salah satu limbah yang mudah dihasilkan dalam kehidupan kita. Akibat tingginya konsumsi beras dalam kehidupan sehari-hari, banyak air

beras yang terbuang dan jarang digunakan (Kusumo, 2019). Air cucian beras adalah air sisa dari proses pencucian beras sebelum dimasak. Proses pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran, debu, dan bahan-bahan lain yang menempel pada permukaan beras. Selama proses pencucian, bahan-bahan nutrisi seperti karbohidrat, nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, sulfur, besi, dan Vitamin B1 yang dapat meningkatkan berat buah, tinggi tanaman dan jumlah daun pada tanaman (Hairuddin, 2019). Air cucian beras juga dapat meningkatkan jumlah klorofil total dan pertumbuhan tinggi tanaman. (Wijiyanti et al., 2019). Protein dalam beras merupakan sumber utama unsur N yang berperan penting untuk pertumbuhan vegetatif pada tanaman, sedangkan vitamin B1, berfungsi sebagai koenzim dalam metabolisme karbohidrat serta meningkatkan aktivitas hormon yang terdapat dalam jaringan tanaman, untuk mendorong pembelahan sel-sel baru (Amalia et al., 2013)

Menurut hasil penelitian Elfarisna, Puspita, R.T., (2013) menyatakan bahwa sesuai baku mutu pupuk organik cair, air beras dapat digunakan sebagai pupuk organik cair setelah difermentasi selama 15 hari. Pada titik ini, kandungan nutrisi meningkat setelah 15 hari fermentasi. Jumlah hari fermentasi. Beberapa penelitian lain juga menunjukkan bahwa menyimpan beras yang sudah dicuci dalam air selama dua minggu pada spesies tanaman berbeda dapat menggantikan pupuk anorganik. Penelitian akan potensi limbah air cucian beras maupun penggunaannya sudah banyak dilakukan oleh para peneliti. Millawati dalam penelitian yang dilakukannya menunjuk potensi air cucian beras sebagai pupuk organik cair tanaman seledri (Lalla, 2018). Sedangkan hasil penelitian Zistalia menunjukkan pengaruh yang baik akan potensi air cucian beras sebagai suplement bagi bibit tanaman sawit (Zistalia et al., 2018).

Efektivitas mikroorganisme atau EM4 merupakan bioteknologi yang dikembangkan berdasarkan prinsip pertanian berkelanjutan atau pengertian, yang terdiri dari beberapa mikroorganisme efektif yang berguna untuk memperbaiki kondisi tanah dan mencegah pertumbuhan mikroba penyebab penyakit serta meningkatkan penggunaan bahan organik oleh tanaman (Restu, 2024). Menurut Mulasari (2012) mikroorganisme tersebut berfungsi dalam menjaga keseimbangan karbon (C) dan nitrogen (N) yang merupakan faktor penentu keberhasilan dalam pembuatan kompos. EM4 dapat digunakan untuk meningkatkan kesehatan dan kesuburan pada media tanah dan tanamannya. EM4 mengandung *Lactobacillus*, ragi, bakteri fotosintetik, *actinomyces* dan jamur pengurai selulosa. Unsur ini digunakan untuk fermentasi senyawa organik menjadi senyawa anorganik, sehingga mudah diserap oleh tanaman.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan nutrisi dan efisiensi pupuk organik berbahan dasar limbah pencucian beras dengan M4 dan molase. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan baru tentang pemanfaatan limbah rumah tangga sebagai bahan baku pupuk organik secara ekonomis dan ramah lingkungan.

METODE

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui cek laboratorium dengan pengambilan sampel air cucian beras dan molase M4 akan diambil dari berbagai sumber untuk memastikan representativitas. Setiap sampel akan disimpan dalam kondisi yang sesuai untuk mencegah kontaminasi sebelum pengujian. Sampel akan diuji di laboratorium untuk menentukan kadar nutrisi dan sifat kimia, termasuk nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), pH, serta kandungan organik lainnya. Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komposisi nutrisi yang tepat dan potensi manfaatnya bagi tanaman.

Data yang terkumpul akan dianalisis melalui deskripsi statistik. Hasil pengujian laboratorium akan dianalisis secara statistik untuk memberikan gambaran kuantitatif tentang kandungan nutrisi dalam air cucian beras dan molase M4. Kemudian, data kandungan nutrisi akan dibandingkan dengan standar pupuk organik yang telah ada untuk mengevaluasi efektivitas air cucian beras sebagai pupuk.

Analisis laboratorium memberikan bukti ilmiah mengenai kandungan nutrisi, sementara pendekatan kualitatif memberikan wawasan mengenai pengalaman dan persepsi pengguna di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Composit Analysis Report

Site	pH (wt%)	Moist (wt%)	N (wt%)	P (wt%)	K (wt%)
POC Molase+M4 (C2024-1712-6665)	3.3600	98.96000	0.00091	0.0146	0.0499

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis pH sampel pupuk organik cair yang dicampur dengan molase menunjukkan nilai pH sebesar 3.3600. Pengukuran ini dilakukan menggunakan metode elektrometri dengan rasio air (H₂O) 1:5, yang merupakan metode standar untuk mengukur keasaman atau kebasaan suatu larutan. Nilai pH 3.3600 menunjukkan bahwa pupuk organik cair ini bersifat cukup asam. Keasaman pada tingkat ini dapat disebabkan oleh adanya senyawa-senyawa organik yang terdekomposisi menjadi asam-asam organik selama proses fermentasi atau dekomposisi bahan organik.

pH yang rendah dapat membantu melarutkan beberapa nutrisi mikro dalam tanah dan membuatnya lebih mudah diserap oleh tanaman. Namun, keasaman yang berlebihan juga dapat menyebabkan kerusakan pada struktur tanah dan mengganggu keseimbangan mikroba tanah yang bermanfaat. Dalam beberapa kasus, pH yang sangat rendah dapat menyebabkan toksisitas aluminium dan mangan bagi tanaman, serta mengurangi ketersediaan nutrisi makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Oleh karena itu, meskipun pupuk organik cair ini mengandung nutrisi yang bermanfaat, penggunaannya harus dilakukan dengan hati-hati dan sebaiknya dicampur atau diencerkan dengan bahan yang memiliki pH lebih netral untuk menghindari efek negatif pada tanaman dan tanah. Penyesuaian pH juga penting dalam proses aplikasi pupuk, karena pH yang terlalu asam dapat mengurangi efektivitas pupuk itu sendiri. Petani atau pengguna harus mempertimbangkan untuk menambahkan bahan pengapuran atau agen penetral pH lainnya untuk menyeimbangkan keasaman sebelum aplikasi.

Hasil analisis kadar nitrogen (N) dalam sampel pupuk organik cair menunjukkan nilai sebesar 0.0091%. Pengukuran ini dilakukan menggunakan metode Kjeldahl yang dikombinasikan dengan spektrofotometer. Kadar nitrogen yang terdeteksi pada sampel ini tergolong sangat rendah jika dibandingkan dengan kebutuhan nitrogen tanaman yang umumnya lebih tinggi untuk mendukung pertumbuhan optimal. Rendahnya kadar nitrogen dalam pupuk ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti bahan baku yang digunakan, proses pembuatan, atau pengenceran yang tinggi dengan molase. Meskipun molase kaya akan gula dan karbon, tetapi molase tidak memiliki kandungan nitrogen yang signifikan, sehingga campuran dengan molase dapat menurunkan konsentrasi nitrogen dalam pupuk organik cair tersebut.

Kadar nitrogen yang rendah ini harus dipertimbangkan dalam aplikasi pertanian. Tanaman yang kekurangan nitrogen biasanya menunjukkan pertumbuhan yang terhambat, daun yang menguning (klorosis), dan hasil panen yang berkurang. Oleh karena itu, penggunaan pupuk organik cair dengan kadar nitrogen yang rendah seperti ini harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik tanaman yang akan dipupuk. Petani perlu mengkombinasikan pupuk ini dengan sumber nitrogen lain yang lebih tinggi, seperti pupuk urea atau amonium nitrat untuk memastikan tanaman mendapatkan suplai nitrogen yang cukup.

Selain itu, penting untuk melakukan pemantauan tanah secara rutin untuk menilai status nitrogen dan kebutuhan pemupukan tambahan. Meskipun pupuk organik cair ini memiliki manfaat sebagai sumber bahan organik dan nutrisi lainnya, strategi pemupukan yang seimbang harus diterapkan agar tanaman dapat tumbuh dengan optimal dan lingkungan tanah tetap sehat. Penyesuaian dosis berdasarkan analisis tanah dan kebutuhan

tanaman adalah kunci untuk memaksimalkan efektivitas pupuk ini tanpa menimbulkan dampak negatif pada pertanian.

Hasil analisis kadar fosfor (P) dalam sampel pupuk organik cair menunjukkan nilai sebesar 0.0146%. Pengukuran ini dilakukan dengan metode *dry ashing* menggunakan asam nitrat (HNO₃) dan spektrofotometer yang merupakan teknik analitis standar untuk mendeteksi dan mengukur kandungan fosfor dalam sampel. Fosfor adalah salah satu nutrisi makro esensial bagi tanaman yang berperan penting dalam berbagai proses fisiologis termasuk fotosintesis, respirasi, penyimpanan dan transfer energi, serta pembelahan dan pertumbuhan sel.

Kadar fosfor yang ditemukan dalam sampel ini tergolong sangat rendah jika dibandingkan dengan kebutuhan umum tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan yang optimal. Fosfor yang diperlukan tanah biasanya dalam jumlah yang lebih besar untuk mendukung pembentukan akar yang kuat, perkembangan bunga dan buah, serta peningkatan kualitas dan kuantitas hasil panen. Rendahnya kadar fosfor dalam pupuk ini dapat disebabkan oleh bahan baku organik yang digunakan serta proses produksi yang tidak memperkaya kandungan fosfor.

Tanaman yang kekurangan fosfor umumnya menunjukkan pertumbuhan yang lambat, daun yang berwarna ungu atau kemerahan (terutama pada tanaman muda), serta perkembangan akar yang buruk. Kekurangan fosfor dapat mengakibatkan pengurangan produksi bunga dan buah yang pada akhirnya menurunkan hasil panen. Untuk mengatasi masalah ini, petani perlu mempertimbangkan penggunaan pupuk tambahan yang kaya fosfor, seperti superfosfat atau rock phosphate untuk memenuhi kebutuhan tanaman.

Penting juga untuk melakukan pemantauan rutin terhadap status fosfor dalam tanah dan tanaman. Analisis tanah yang tepat dapat membantu menentukan jumlah dan jenis pupuk yang dibutuhkan untuk mencapai keseimbangan nutrisi yang optimal. Dalam hal ini, penggunaan pupuk organik perlu disertai dengan penambahan pupuk fosfat untuk memastikan tanaman mendapatkan suplai fosfor yang cukup.

Hasil analisis kadar kalium (K) dalam sampel pupuk organik cair menunjukkan nilai sebesar 0.0499%. Pengukuran ini dilakukan dengan metode *dry ashing* yang melibatkan pembakaran sampel untuk menghilangkan bahan organik, diikuti dengan ekstraksi kalium menggunakan asam klorida (HCl) dan analisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)*. Kalium adalah salah satu nutrisi makro esensial yang sangat penting bagi tanaman berperan dalam berbagai fungsi fisiologis seperti pengaturan tekanan osmotik, pembukaan dan penutupan stomata, aktivasi enzim, dan transpor nutrisi serta air dalam tanaman.

Kadar kalium yang terdeteksi pada sampel ini tergolong cukup rendah untuk memenuhi kebutuhan optimal tanaman. Tanaman umumnya memerlukan kalium dalam jumlah yang cukup besar untuk mendukung berbagai proses biokimia dan fisiologis yang vital bagi pertumbuhan dan perkembangan. Kalium membantu dalam sintesis protein, fotosintesis, dan pengaturan keseimbangan air dalam sel tanaman. Kekurangan kalium dapat menyebabkan berbagai gejala stres pada tanaman, termasuk daun yang menguning di tepi (klorosis marginal), pertumbuhan yang terhambat, dan penurunan hasil serta kualitas panen.

Rendahnya kadar kalium dalam pupuk ini disebabkan oleh bahan baku yang digunakan serta proses produksi yang tidak menambah kandungan kalium secara signifikan. Penting untuk memastikan bahwa tanaman mendapatkan suplai kalium yang cukup terutama pada tahap-tahap pertumbuhan seperti pembentukan buah dan biji. Penggunaan pupuk organik cair dengan kadar kalium rendah seperti ini perlu dilengkapi dengan sumber kalium tambahan, seperti kalium sulfat (K₂SO₄) atau kalium klorida (KCl) untuk memastikan ketersediaan nutrisi yang cukup bagi tanaman.

Pemantauan rutin terhadap status kalium dalam tanah dan tanaman sangat penting untuk menghindari defisiensi. Analisis tanah yang tepat dapat membantu menentukan kebutuhan pemupukan dan jenis pupuk yang paling sesuai untuk digunakan.

Pupuk organik air cucian beras memiliki kadar nutrisi makro yang rendah seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), tetapi walaupun demikian pupuk ini tetap menawarkan berbagai manfaat bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Salah satu keunggulan utama dari pupuk organik cair ini adalah kandungan bahan organikya (molase) yang tinggi yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan kesehatan mikroba tanah. Bahan organik dalam pupuk ini dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas retensi air, dan memperbaiki aerasi tanah, yang semuanya berkontribusi pada lingkungan tumbuh yang lebih baik bagi tanaman. Selain itu, pupuk organik cair ini juga dapat berfungsi sebagai sumber nutrisi minor dan mikro yang esensial bagi tanaman, seperti kalsium, magnesium, dan sulfur, serta unsur mikro seperti besi, mangan, seng, tembaga, boron, dan molibdenum. Meskipun hanya diperlukan dalam jumlah kecil, unsur-unsur ini sangat penting untuk berbagai proses biokimia dalam tanaman, termasuk sintesis klorofil, aktivasi enzim, dan produksi hormon tanaman. Dengan menyediakan nutrisi ini, pupuk organik cair membantu mencegah defisiensi mikro nutrisi yang dapat menghambat pertumbuhan dan mengurangi hasil panen.

Penggunaan pupuk organik cair juga memiliki manfaat tambahan dalam memperbaiki kesehatan tanah. Bahan organik yang terkandung dalam pupuk ini mendukung perkembangan populasi mikroorganisme tanah yang bermanfaat, seperti bakteri penambat nitrogen, fungi mikoriza, dan dekomposer. Mikroorganisme ini berperan dalam siklus nutrisi untuk membantu menguraikan bahan organik menjadi bentuk yang dapat diserap oleh tanaman, serta meningkatkan ketersediaan nutrisi melalui proses mineralisasi dan fiksasi nitrogen.

Pupuk organik cair juga lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan pupuk kimia. Penggunaan pupuk organik membantu mengurangi risiko pencemaran tanah dan air akibat *leaching* nutrisi, karena nutrisi dalam pupuk organik cenderung dilepaskan secara bertahap dan lebih stabil dalam tanah. Ini membantu menjaga kualitas air tanah dan mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem perairan.

Jadi, walaupun pupuk ini memerlukan suplementasi dengan pupuk lain untuk memenuhi kebutuhan nutrisi makro tanaman, manfaatnya dalam meningkatkan struktur tanah, mendukung kesehatan mikroba tanah, menyediakan nutrisi mikro, dan keberlanjutannya menjadikannya pilihan yang berharga dalam dunia pertanian. Dengan penerapan yang tepat, pupuk ini dapat berkontribusi pada pertumbuhan tanaman yang lebih sehat, hasil panen yang lebih tinggi, dan lingkungan pertanian yang lebih berkelanjutan.abel dibuat dengan lebar garis 1 pt dan *tables caption* (keterangan tabel) diletakkan di atas tabel. Keterangan tabel yang terdiri lebih dari 2 baris ditulis menggunakan spasi 1.

SIMPULAN

Dapat ditarik kesimpulan bahwa pupuk organik cair yang dicampur dengan molase, memiliki kandungan nutrisi makro yang rendah (nitrogen, fosfor, dan kalium) tetapi kaya akan bahan organik yang bermanfaat. Meskipun nilai pH yang cukup asam dan kadar nutrisi makro yang rendah mengharuskan penggunaan pupuk tambahan untuk memenuhi kebutuhan spesifik tanaman, pupuk ini menawarkan berbagai manfaat penting bagi tanah dan tanaman. Kandungan bahan organikya membantu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan aktivitas mikroorganisme bermanfaat, dan menyediakan nutrisi mikro yang esensial. Pupuk ini juga ramah lingkungan, membantu mengurangi risiko pencemaran tanah dan air. Dengan penggunaan yang tepat dan kombinasi dengan sumber nutrisi lain, pupuk organik cair ini dapat mendukung pertumbuhan tanaman yang sehat, meningkatkan hasil panen, dan berkontribusi pada pertanian yang berkelanjutan..

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, R., Nurhidayati, T. and Nurfadillah, S. (2013) 'Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Vitamin Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Biji Dendrobium Ixiflorum J.J Smith Secara In Vitro', *Jurnal sains dan seni pomits*, 1(1), pp. 1–6. Available at: http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/2581/715.

- Bahar, S. (2021) 'Syamsu Bahar: Teknologi Pengelolaan Jerami Jagung Untuk Pakan Ternak Ruminansia', *Buletin Pertanian Perkotaan Volume 6 Nomor 2*, (30), pp. 25–31.
- Elfarisna, Puspita, R.T., M.M. (2013) *Kombinasi Penggunaan Berbagai Dosis Air Limbah Cucian Beras Dengan Miza Plus Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Kedelai Edamame (Glycine max L.)*, *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan Dan Umbi-Umbian*, Balitbang. Malang.
- Hairuddin, R. (2019) 'RESPON PERTUMBUHAN TANAMAN ANGGREK (DENDROBIUM SP.) PADA BEBERAPA KONSENTRASI AIR CUCIAN IKAN BANDENG DAN AIR CUCIAN BERAS SECARA IN VIVO', *Jurnal Perbal Hal Fakultas Pertanian Universitas Cokroaminoto Palopo*, 62(2), pp. 50–57.
- Hidayati, M. et al. (2022) 'PENGARUH pH DAN WAKTU FERMENTASI MOLASE MENJADI BIOETANOL MENGGUNAKAN BAKTERI EM4', *Publikasi Penelitian Terapan dan Kebijakan*, 5(1), pp. 33–40. Available at: <https://doi.org/10.46774/pptk.v5i1.394>.
- Kusumo, R.A. (2019) 'Pengaruh Volume dan Frekuensi Pemberian Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Karet (Hevea brasiliensis Muell.) Klon GT 1. Jurnal Ilmiah Pertanian. Vol. 6 No. 2 Bulan September Tahun 2018', *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 7(1), pp. 9–15.
- Lalla, M. (2018) 'Potensi Air Cucian Beras Sebagai Pupuk Organik Pada Tanaman Seledri (Apium Graveolens L.)', *Agropolitan*, 5, pp. 38–43.
- Meriatna, M., Suryati, S. and Fahri, A. (2019) 'Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume Bio Aktivator EM4 (Effective Microorganism) pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Buah-Buahan', *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(1), p. 13. Available at: <https://doi.org/10.29103/jtku.v7i1.1172>.
- Wijiyanti, P., Hastuti, E.D. and Haryanti, S. (2019) 'Pengaruh Masa Inkubasi Pupuk dari Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (Brassica juncea L.)', *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 4(1), pp. 21–28. Available at: <https://doi.org/10.14710/baf.4.1.2019.21-28>.
- Zistalia, R.P., Ariyanti, M. and Soleh, M.A. (2018) 'Air Cucian Beras Sebagai Suplemen Bagi Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit', *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 2(2), pp. 230–237. Available at: <https://doi.org/10.30598/jhppk.2018.2.2.230>.
- NISA, Sufi Ainun, et al. Analisis Pupuk Organik Cair Limbah Industri Tahu dan Air Cucian Beras. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2022, 4.1: 13-20.