

RANCANG BANGUN JAR TEST PADA LABORATORIUM PENGOLAHAN LIMBAH

Pabbenteng^{1,*}, Elisabeth Alwina², Kissan³, Zamrutdin⁴, Faisal⁵
^{1,2} Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar
³ Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar
⁴ Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar
⁵ Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

The design and construction of a tool is the process of making a tool starting from design to testing the tool. Jar Test is a method for testing the ability of a coagulant in the water purification process. A coagulant is a material that functions to bind small particles into large particles so that they settle because the particles are large in the water purification process. Coagulants are divided into 2, namely natural coagulants and synthetic coagulants. Natural coagulants are coagulants that are found in nature such as alum, while synthetic coagulants are coagulants made through a chemical process using certain raw materials such as PAC (Poly Aluminum Chloride). Test analysis of the results of the coagulation process, namely turbidity, TSS and TDS. The Jar Test tool consists of a stirrer motor, stirrer and a tool holder in the form of a box made of aluminium, acrylic and aluminium composite panel (ACP). The Jar Test is essential in waste treatment laboratories, particularly in the practical analysis of environmental pollution and waste processing. The objective of this study is to determine the design of the Jar Test, the types of materials, and the types of mixers that are both effective and efficient in the coagulation process. The double T mixer demonstrates effectiveness in reducing turbidity, whereas the T mixer is effective in addressing total suspended solids (TSS). This research also resulted in the development of a practical device, thereby increasing the inventory of equipment available in the waste treatment laboratory

Keywords: *Jar Test, Coagulation, turbidity, TSS*

ABSTRAK

Rancang bangun suatu alat merupakan proses pembuatan alat dimulai dari desain hingga uji coba alat tersebut. Jar Test merupakan metode untuk menguji kemampuan suatu koagulan dalam proses penjernihan air. Koagulan merupakan bahan yang berfungsi mengikat partikel kecil menjadi partikel ukuran besar sehingga mengendap karena partikelnya besar dalam proses penjernihan air. Koagulan terbagi 2 yaitu koagulan alami dan koagulan sintetis, koagulan alami yaitu koagulan yang terdapat di alam seperti tawas, sedangkan koagulan sintetis yaitu koagulan yang dibuat melalui proses kimia dengan bahan baku tertentu seperti PAC (Poly Aluminium Chloride). Analisis uji hasil proses koagulasi yaitu kekeruhan, TSS dan TDS. Alat Jar Test terdiri dari motor pengaduk, pengaduk dan tempat alat berupa kotak yang terbuat dari rangka aluminium, akrilik dan ACP. Jar Test sangat dibutuhkan pada laboratorium pengolahan limbah yaitu praktikum analisis pencemaran lingkungan dan pengolahan limbah. Tujuan penelitian ini adalah menentukan rancangan Jar Test, jenis material serta jenis pengaduk yang efektif dan efisien dalam proses koagulasi. Pengaduk yang efektif terhadap kekeruhan yaitu pengaduk double T sedangkan untuk TSS, pengaduk yang efektif yaitu pengaduk T. Penelitian ini juga menghasilkan alat praktikum sehingga menambah jumlah peralatan pada laboratorium pengolahan limbah.

Kata Kunci : *Jar Test, Koagulasi, kekeruhan, TSS.*

1. PENDAHULUAN

Jar test adalah suatu metode pengujian untuk mengetahui kemampuan suatu koagulan dan menentukan kondisi operasi (dosis) optimum pada proses penjernihan air dan air limbah [1]. Hasil Jar Test yang diukur meliputi pH air limbah, TSS dan kekeruhannya serta dosis penambahan koagulan untuk volume air limbah tertentu, sehingga dapat diketahui jumlah kebutuhan koagulan dalam pengolahan air limbah yang sebenarnya.

Koagulan merupakan suatu bahan pada proses pengolahan air yang berfungsi untuk mengendapkan partikel berukuran kecil yang tidak bisa mengendap dengan sendirinya [2]. Bahan koagulan terdiri dari bahan alami dan konvensional. Persyaratan koagulan yaitu kation trivalen, non toksik, dan tidak akan larut pada batas pH netral. Pada proses koagulasi dan flokulasi dibutuhkan pH yang optimum dalam prosesnya. pH optimum pada proses koagulasi dan flokulasi yaitu pada pH 6. [3].

* Korespondensi penulis: Pabbenteng, email pabbenteng@poliupg.ac.id

Fungsi koagulan mengikat partikel atau kotongan yang terkandung dalam air menjadi gumpalan dengan ukuran lebih besar sehingga mudah mengendap. Koagulan yang umum digunakan yaitu aluminium sulfat atau yang umum dikenal dengan nama tawas [4]. Zat koagulan lain yang biasa digunakan adalah poli aluminium klorida (*Poly Aluminum Chloride/PAC*), besi (II) sulfat dan besi (III) sulfat. Penentuan zat koagulan ini bergantung pada karakteristik air limbah yang diolah. Selain zat koagulan, yang perlu dipertimbangkan yaitu alat flokulator yang tepat untuk hasil yang optimal.

Flokulasi adalah proses lanjutan koagulasi, dimana mikro flok dari koagulasi terjadi penggumpalan partikel koloid yang membentuk flok yang memiliki diameter lebih besar dan bisa diendapkan disertai proses pengadukan secara perlahan [2]. Proses flokulasi terjadi dengan adanya penambahan flokulan. Flokulan akan mengikat partikel sehingga terbentuk flok dengan ukuran lebih besar sehingga flok tersebut akan mengendap ke permukaan wadah penampung.

Proses flokulasi terdiri dari 2 jenis yaitu perikinetik dan flokulasi orthokinetik. Flokulasi perikinetik adalah flok yang diakibatkan oleh adanya thermal (panas) yang dikenal sebagai gerak Brown. Flokulasi orthokinetik adalah proses terbentuknya flok yang diakibatkan oleh terbentuknya gerak media (air) misalnya pengadukan [5]. Pada proses koagulasi dengan metode Jar Test tergolong tipe flokulasi orthokinetik karena adanya pengadukan pada proses metode Jar Test. Laboratorium adalah tempat dimana dilakukan kegiatan praktikum, pengukuran, penelitian atau riset ilmiah yang berhubungan dengan ilmu sains (kimia, fisika, biologi) dan ilmu lainnya [6].

Penelitian ini bertujuan menambah peralatan di laboratorium pengolahan limbah sehingga job praktikum koagulasi dilakukan dengan sistem pengadukan menggunakan Jar Test. Dengan adanya peralatan ini maka praktikum di kampus berjalan lancar dan juga digunakan pada mahasiswa tugas akhir. Jar Test ini juga dapat dilakukan pengujian sampel dengan berbagai variasi, baik variasi waktu, jenis pengaduk dan juga jenis flokulan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah metode eksperimental dengan melakukan perancangan alat dan dilanjutkan uji coba alat. Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Pengolahan Limbah Jurusan Teknik Kimia. Perancangan dan perakitan alat dilakukan pada bengkel Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Metode penelitian terdiri dari tahap perancangan, tahap perakitan, dan tahap uji coba alat serta analisis hasil koagulasi. Tahap perancangan berupa gambar alat atau desain alat. Dari gambar alat atau desain alat kita lanjutkan dengan penentuan spesifikasi bahan yang digunakan. Dari gambar alat dibutuhkan bahan yaitu Alkohan, besi holo, stainless stell, vambel, motor pengaduk, gelas kimia plastik.

Tahap perakitan dilakukan pada bengkel Teknik Mesin. Pada tahap ini dilakukan pengelasan untuk rangka dan ditutupi dengan alkohan (ACP). *Aluminium Composite Panel* (ACP) merupakan jenis aluminium yang ringan, namun material ini dikenal sangat kuat dan warna yang tidak mudah luntur [7]. Pemilihan ACP karena bahan tersebut tahan terhadap karat dan permukaannya halus. Pengaduk terbuat dari stainless stell dan juga tahan terhadap karat karena pengaduk ini akan mengaduk air sehingga baiknya menggunakan bahan tahan karat terhadap air. Rangka utama menggunakan besi holo galvanis ukuran 2 cm x 2 cm. Pemasangan motor pengaduk dan dihubungkan pada tiap tiap tempat sampel dan dilanjutkan pembuatan pengaduk dan penyangga motor pengaduk. Jar Test ditunjukkan pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Jar Test hasil penelitian

Tahap uji coba dan pengambilan data dilakukan pada laboratorium Pengeolahan limbah jurusan Teknik Kimia. Tahap uji coba meliputi uji coba kecepatan motor pengaduk, pengadukan sampel hingga uji coba proses koagulasi menggunakan sampel air sungai dekat kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang. Tahap uji coba proses koagulasi menggunakan alat Jar Test ini menggunakan flokulan tawas dan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dengan kecepatan pengadukan tertentu dan waktu pengadukan tertentu.

Analisis data hasil uji coba alat yaitu uji kekeruhan menggunakan alat turbidimeter. Analisis sampel yang lainnya yaitu uji *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Total Dissolve Solid* (TDS). Uji TSS dan TDS menggunakan kertas saring Whatman no 40, cawan porselin, cawan petridish serta alat gelas lainnya. Alat gelas lainnya meliputi erlenmeyer vakum, corong burchner, pengaduk kaca. Alat Jar Test ini sangat dibutuhkan pada praktikum analisis pencemaran dan pengolahan limbah pada percobaan koagulasi. Data hasil uji coba ditunjukkan pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 1. Variasi berat koagulan, pengaduk T, waktu 15 menit

Berat Tawas (gr)	Turbidimeter (NTU)	TSS (mg/L)	Keterangan
0 (Sampel Awal)	45,95	44	Kuning
0,5	5,99	16	Bening
1,0	8,08	21	Bening
1,5	14,70	25	Bening
2,0	12,70	29	Bening
2,5	8,40	33	Bening

Tabel 2. Variasi berat koagulan, pengaduk Double T, waktu 15 menit

Berat Tawas (gr)	Turbidimeter (NTU)	TSS (mg/L)	Keterangan
0 (Sampel Awal)	45,95	44	Kuning
0,5	3,78	18	Bening
1,0	6,93	26	Bening
1,5	15,90	28	Bening
2,0	9,48	32	Bening
2,5	6,77	38	Bening

Tabel 3. Variasi berat koagulan, pengaduk propeler, waktu 15 menit

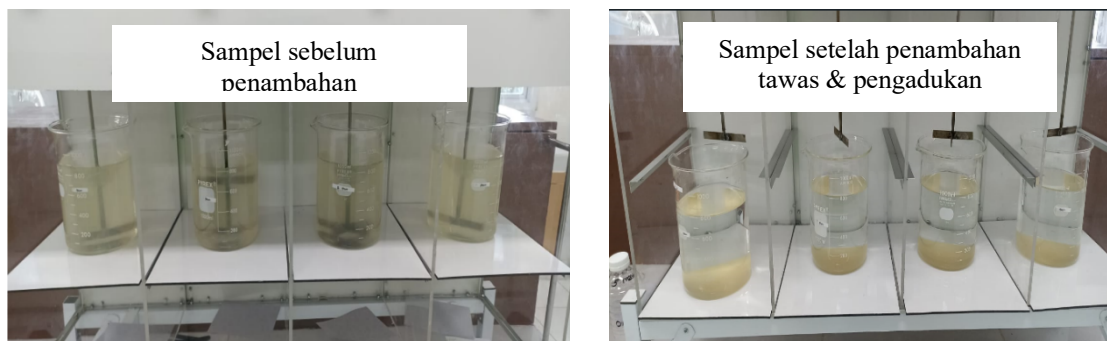
Berat Tawas (gr)	Turbidimeter (NTU)	TSS (mg/L)	Keterangan
0 (Sampel Awal)	45,95	44	Kuning
0,5	4,85	18	Bening
1,0	7,62	20	Bening
1,5	8,72	24	Bening
2,0	8,79	27	Bening
2,5	5,55	29	Bening

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan alat menggunakan motor pengaduk untuk tiap pengaduk. Hal ini dimaksudkan jika terjadi kerusakan salah motor pengaduk, maka dapat menggunakan motor yang lain. Alat yang telah dirakit dilanjutkan pengujian meliputi kecepatan pengaduk, Pengujian produk hasil proses menggunakan Jar Test meliputi kekeruhan, TSS dan TDS dengan berbagai jenis pengaduk. Pengaduk terdiri dari pengaduk T, pengaduk double T, pengaduk propeller. Jar Test penelitian memiliki motor pengaduk 4 buah, sehingga dapat mempercepat proses praktikum dan penelitian nantinya.

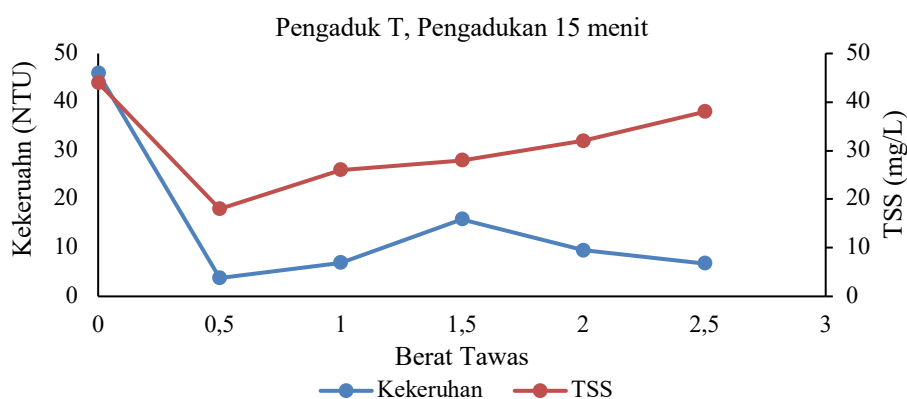
Jenis pengaduk yang digunakan yaitu pengaduk T, double T dan propeller karena umumnya praktikum di laboratorium pengolahan limbah menggunakan air permukaan yang keruh sebagai bahan utama. Proses pengadukan menggunakan jenis pengaduk T, dan propeller sangat baik untuk air permukaan. Hal ini menyebabkan pemilihan jenis pengaduk yang dirancang pada penelitian ini.

Penelitian menggunakan bahan yang tahan air yaitu ACP dan akrilik dengan penyangga menggunakan aluminium. Motor pengaduk diperuntukkan untuk masing masing pengaduk, sehingga jika 1 motor yang rusak, sehingga masih ada 3 motor bisa beroperasi sehingga proses praktikum dan penelitian tetap bisa berjalan. Pada saat penelitian tugas akhir mahasiswa bisa dilakukan dengan cepat dengan berbagai variasi, baik variasi waktu pengadukan, jenis pengaduk maupun jenis koagulan. Alat Jar Test dan proses pengolahan air ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini.



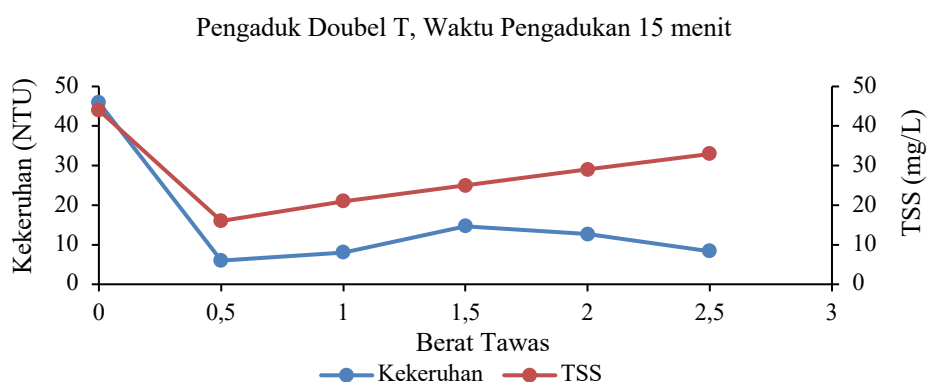
Gambar 2. Jar Test sebelum dan sesudah penambahan Tawas

Sampel limbah yang telah dilakukan penambahan koagulan dilanjutkan pengujian terdiri dari kekeruhan dan TSS. Penambahan tawas bervariasi mulai dari 0,5 gr; 1 gr; 1,5 gr; 2 gr dan 2,5 gr dimana jenis pengaduk berbeda yaitu pengaduk T, dobel T dan propeler dengan waktu pengadukan selama 15 menit. Data hasil penelitian ditunjukkan pada Gambar 2, 3 dan 4 dibawah ini:



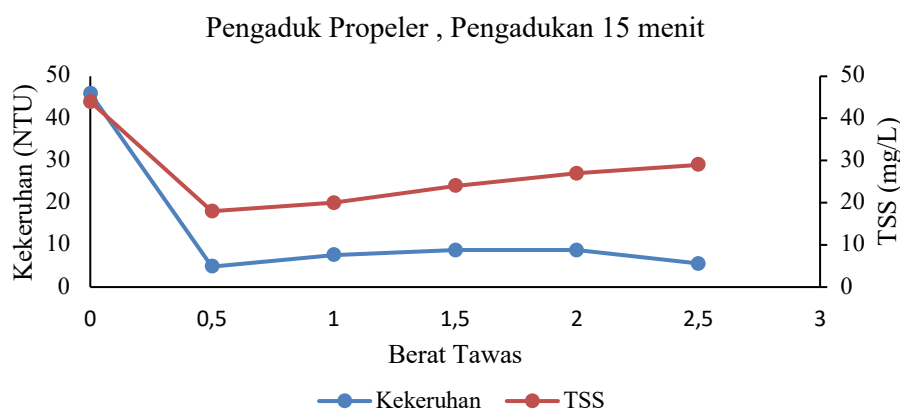
Gambar 3. Grafik hubungan antara kekeruhan, TSS dengan berat tawas menggunakan pengaduk T

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa berat tawas 0,5 gr dengan waktu pengadukan 15 menit menunjukkan nilai kekeruhan dan TSS yang paling rendah yaitu 5,99 NTU dan 16 mg/L. Sampel awal 45,95 NTU dan TSS sebesar 44 mg/L, warna sampel yaitu kuning. Setelah proses pengadukan dan penambahan tawas, warna air berubah menjadi bening.



Gambar 4. Grafik hubungan antara kekeruhan, TSS dengan berat tawas menggunakan pengaduk double T

Pada gambar 4 menggunakan paengaduk dobel T efektifitas tertinggi yaitu pada berat tawas 0,5 gr dan waktu pengadukan selama 15 menit , dengan nilai efektifitas sebesar 91,71 %. Warna air juga jernih sehingga berat tawas yang efektif yaitu pada 0,5 gr tawas.



Gambar 5. Grafik hubungan antara kekeruhan, TSS dengan berat tawas menggunakan pengaduk propeller

Pada gambar 5 (pengaduk propeler) nilai efektifitas untuk parameter TSS yaitu 59,09 % untuk kekeruhan nilai efektifitasnya yaitu 89,45 %. Dari data ditunjukkan semakin meningkatnya jumlah tawas yang digunakan semakin naik nilai kekeruhan dan TSS nya, hal ini disebabkan karena tawas memiliki disperse koloid yang bermuatan positif yang membentuk flok flok yang lebih berat. Disaat tawas berlebihan maka, adsorpsi kation berlebih pada permukaan koloid yang bermuatan negatif dengan muatan berlawanan Al^{3+} dari tawas ($Al_2(SO_4)_3$) [8]. Efektivitas tawas terhadap kekeruhan air yaitu 91,90 % yaitu pada penggunaan tawas sebesar 0,5 gr , pengaduk dobel T dengan waktu pengadukan 15 menit. Efektivitas tawas untuk kekeruhan lebih rendah dibandingkan dengan PAC yang bisa mencapai 99 % [9]. Tapi jika ditinjau dari segi ekonomis , tawas masih lebih menguntungkan karena harganya murah dan mudah diperoleh. Untuk TSS air, efektifitas tawas mencapai 63,64 %. Hal ini tercapai pada jar tes dengan pengaduk T dimana berat tawas 0,5 gr serta pengadukan selama 15 menit.

4. KESIMPULAN

Jar Test menggunakan motor pengaduk masing masing pengaduk bisa dioperasikan dengan baik. Pemilihan bahan yang memiliki sifat tahan terhadap air terdiri dari akrilik, ACP dan aluminium dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. Berat tawas yang efektif digunakan untuk 800 mL sampel yaitu 0,5 gr, waktu pengadukan 15 menit menggunakan pengaduk dobel T. Kekeruhan memiliki efektifitas sebesar 91,90 % sedangkan TSS memiliki efektifitas sebesar 63,64 %.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dihaturkan kepada Direktur PNUP dan kepala P3M PNUP atas bantuan dana penelitian tahun anggaran 2024.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Husaini, S. S. Cahyono, S. Suganal, and K. N. Hidayat, "Perbandingan Koagulan Hasil Percobaan Dengan Koagulan Komersial Menggunakan Metode Jar Test," *J. Teknol. Miner. dan Batubara*, vol. 14, no. 1, p. 31, 2018, doi: 10.30556/jtmb.vol14.no1.2018.387.
- [2] M. Febrianti, N. Pramitasari, and A. M. Kartini, "Dosis Koagulan Optimum pada Proses Koagulasi Flokulasi Menggunakan Koagulan Serbuk Biji Hanyeli dalam Menurunkan Kekeruhan," *J. Dampak*, vol. 20, no. 1, p. 1, 2023, doi: 10.25077/dampak.20.1.1-7.2023.
- [3] S. E. Widiyanti, P. Pabbenteng, E. W. Saputra, and A. N. Islamiati, "Optimasi Proses Koagulasi Menggunakan Campuran Koagulan Aluminium Sulfat Dan Poly Aluminium Chloride (1:1) Pada Pengolahan Air Sungai Tello," *Konversi*, vol. 8, no. 1, pp. 59–62, 2019, doi: 10.20527/k.v8i1.6515.
- [4] I. Farodilah, R. N. Sunarti, Y. P. Intan, and R. V. Sari, "Penentuan Konsentrasi Optimum Aluminium Sulfat dengan Metode Jar Test Pada Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Di PDAM Tirta Musi Palembang," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 80–86, 2018.
- [5] Z. Rahimah, H. Heldawati, and I. Syauqiah, "Pengolahan Limbah Deterjen Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur Dan Pac," *Konversi*, vol. 5, no. 2, p. 13, 2018, doi: 10.20527/k.v5i2.4767.
- [6] P. Pabbenteng and P. Puspitasari, "Efektifitas Reaktor Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Menggunakan Arang Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao*)," *J. Pengendali. Pencemaran Lingkung.*, vol. 2, no. 2, pp. 11–18, 2020, doi: 10.35970/jppl.v2i2.338.
- [7] Pabbenteng and E. Alwina, "Desain Reaktor Pengolahan Limbah Cair Laboratorium," *J. Pengendali. Pencemaran Lingkung.*, vol. 2, no. 01, pp. 15–21, 2020.
- [8] , S., E. Winoto, , Y., and S. Aprilyanti, "Perbandingan Penggunaan Tawas Dan Pac Terhadap Kekeruhan Dan pH Air Baku Pdam Tirta Musi Palembang," *J. Redoks*, vol. 6, no. 2, pp. 107–116, 2021, doi: 10.31851/redoks.v6i2.5841.
- [9] M. Abdul Ghony, Jessica, and A. Hariyadi, "Pengaruh Penggunaan Chemical Poly Alumunium Chloride (PAC) dan Polyacrylamide (PAM) terhadap Proses Penjernihan Air di Purifier PLTU Tanjung Enim PT. BEST 3 x 10 MW," *J. Ilm. Tek. dan Sains*, vol. 1, no. 3, pp. 147–153, 2024, doi: 10.62278/jits.v1i3.26.