



Volume 4 Nomor 1 Mei 2024

e-ISSN : 2797-9881



BHUWANA

Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan
Universitas Trisakti Jakarta
Bekerjasama dengan
Ikatan Arsitek Lanskap Indonesia
Ikatan Ahli Teknik Penyehatan dan Teknik Lingkungan Indonesia

j.faltl.universitas.trisakti

Vol. 4

No. 1

Jakarta,
Mei 2024

e-ISSN
2797-9881



DAFTAR ISI

Kinerja Jalur Pejalan Kaki di Kawasan Berorientasi Transit Lebak Bulus Menggunakan Metode Importance-Performance Analysis Dhiya Athaya Khairi, Anita Sitawati Wartaman, Martina Cecilia Adriana	1-12
Keberagaman Etnis Pada Ruang Kota di Kota Bogor, Indonesia Akmal Nur Hidayah, I Made Kresna, John Herbert Victor, Nabila Rosefalda, Rahel Situmorang	13-20
Desain Lanskap Wisata Berbasis Masyarakat Sebagai Upaya Pemulihan Lahan Akses Terbuka Bekas Tambang Galian C di Kabupaten Padang Pariaman Daisy Radnawati, Desy Fatmala Makhmud	21-32
Penggunaan Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica) Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe Semanan, Jakarta Barat Sarira Apsarini Sarwahita, Widyo Astono, Sarah Aphirta	33-42
Efektivitas Biokoagulan Biji Kelor Pada Pengolahan Limba Cair Tempe (Studi Kasus : Industri Tempe Semanan, Jakarta) Winda Manora, Widyo Astono, Sarah Aphirta	43-53
Penerapan Konsep Transit Oriented Development (Tod) Pada Penataan Kawasan Dukuh Atas, Kota Jakarta Selatan Herika Muhamad taki, Muhammad Diaz Adzikra, Rayhanul Hafizh	54-59
Lahan Basah Buatan Untuk Pengolahan Air Limbah Grey Water Menggunakan Salvinia Rotundifolia Difa Salsabila, Sarah Aphirta, Diana Irvindiaty Hendrawan, Sheilla Megagupita Putri Marendra	60-74
Analisis Kondisi Infrastruktur Sanitasi Air Limbah Di Pemukiman Padat Penduduk Kecamatan Pulo Gadung, Jakarta Timur Sarah Aphirta, Widyo Astono, Chandiaga Sam Buana	75-86
Atribut Kepuasan Rusunawa Di Jakarta Timur Ihsan Syahara, Hanny Wahidin Wiranegara, Yayat Supriatna	87-92
Studi Perencanaan Spal Domestik Di Kota Bekasi Firman Wahyudi Firman, Ramadhani Yanidar, Sarah Aphirta	93-105

Editorial Boards

Editor in Chief



Diana Irvindiaty Hendrawan

Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Email: dianahendrawan@trisakti.ac.id

[Scopus](#) | [Sinta](#) | [Google Scholar](#)

Member of Editors



Novri Youla Kandowanko

Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

Email: novrikandowanko@ung.ac.id

[Scopus](#) | [Sinta](#) | [Google Scholar](#)



Sunarsih

Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

Email: sunarsih@lecturer.undip.ac.id

[Scopus](#) | [Sinta](#) | [Google Scholar](#)



Catur Retnaningdyah

Jurusan Biologi Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

Email: caturretnaningdyah@gmail.com

[Scopus](#) | [Sinta](#) | [Google Scholar](#)



I Wayan Nurjaya

Jurusan Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia

Email: i.wayan.nurjaya@apps.ipb.ac.id

[Scopus](#) | [Sinta](#) | [Google Scholar](#)



Riana Ayu Kusumadewi

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Email: rianaayu.kusumadewi@gmail.com

Scopus | Sinta | Google Scholar



Nur Intan Mangunsong

Jurusan Arsitektur Lanskap, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Email: nurintan@trisakti.ac.id

Scopus | Sinta | Google Scholar



Qurrotu Aini Besila

Jurusan Arsitektur Lanskap, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Email: qurrotu@trisakti.ac.id

Sinta | Google Scholar



Martina Cecilia Adriana

Jurusan Teknik Planologi, Jurusan Arsitektur Lanskap, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Email: martinacecilia91@gmail.com

Sinta | Google Scholar

REVIEWER



Anita Sitawati Wartaman

Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Email: asitawati@trisakti.ac.id

[Scopus](#) | [Sinta](#) | [Google Scholar](#)



Diana Irwindiaty Hendrawan

Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Email: dianahendrawan@trisakti.ac.id

[Scopus](#) | [Sinta](#) | [Google Scholar](#)



Hanny Wahidin Wiranegara

Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Email: hanny.w@trisakti.ac.id

[Scopus](#) | [Sinta](#) | [Google Scholar](#)



Margareta Maria Sintorini

Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Email: sintorini@trisakti.ac.id

[Scopus](#) | [Sinta](#) | [Google Scholar](#)



Melati Ferianita Fachrul

Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Email: melati@trisakti.ac.id

[Scopus](#) | [Sinta](#) | [Google Scholar](#)



Rositayanti Hadisoebroto

Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Email: rositayanti@trisakti.ac.id

[Scopus](#) | [Sinta](#) | [Google Scholar](#)

PENGGUNAAN BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica*) PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TEMPE SEMANAN, JAKARTA BARAT

Sarira Apsarini Sarwahita, Widyo Astono, Sarah Aphirta
33-42



Abstract: 71 | PDF downloads:37

EFEKTIVITAS BIOKOAGULAN BIJI KELOR PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TEMPE (STUDI KASUS: INDUSTRI TEMPE SEMANAN, JAKARTA)

Winda Manora, Widyo Astono, Sarah Aphirta
43-53



Abstract: 163 | PDF downloads:39

PENERAPAN KONSEP TRANSIT ORIENTED DEVELOPMENT (TOD) PADA PENATAAN KAWASAN DUKUH ATAS, KOTA JAKARTA SELATAN

Herika Muhamad taki, Muhammad Diaz Adzikra, Rayhanul Hafizh
54-59



Abstract: 108 | PDF downloads:41

LAHAN BASAH BUATAN UNTUK PENGOLAHAN AIR LIMBAH GREY WATER MENGGUNAKAN SALVINIA ROTUNDIFOLIA

Difa Salsabila, Sarah Aphirta, Diana Irvindiaty Hendrawan, Sheilla Megagupita Putri Marendra
60-74



Abstract: 56 | PDF downloads:37

EFEKTIVITAS BIOKOAGULAN BIJI KELOR PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TEMPE (STUDI KASUS: INDUSTRI TEMPE SEMANAN, JAKARTA)

EFFECTIVENESS OF MOORA SEED BIOCOAGULANTS IN PROCESSING TEMPE LIQUID WASTE (CASE STUDY: SEMANAN TEMPE INDUSTRY, JAKARTA)

Winda Manora, Widyo Astono, dan Sarah Aphirta*

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti

*E-mail: aphirtasarah@trisakti.ac.id

Sejarah artikel:

Diterima: Maret 2024 Revisi: Maret 2024 Disetujui: April 2024 Terbit online: Mei 2024



ABSTRAK

Pencemaran di kawasan Semanan dikarenakan pembuangan langsung limbah cair industri tempe ke badan air tanpa pengolahan. Tujuan penelitian ini untuk memperoleh efektivitas larutan biji kelor sebagai biokoagulan guna mengurangi pembuangan limbah cair tanpa pengolahan. Metode penelitian melibatkan jar test dan reaktor *batch* berpengaduk dengan proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Biokoagulan menggunakan konsentrasi 10% dari serbuk biji kelor dengan kulitnya dan NaCl. Volume sampel jar test sebanyak 500 mL limbah cair proses perendaman dengan variasi dosis biokoagulan yaitu 0, 10, 20, 30, 50, 70, 100, 500, 600, 700, 800 mg/L. Variasi waktu pengadukannya yaitu koagulasi 2, 3, dan 4 menit dan flokulasi 10, 12, dan 15 menit. Hasil jar test dapat menyisihkan TSS 58%, kekeruhan 69%, BOD 88%, dan COD 75% dengan dosis optimum 500 mg/L dan waktu pengadukan optimum koagulasi 2 menit (100 RPM), flokulasi 45 menit (40 RPM), serta sedimentasi 60 menit. Volume sampel reaktor *batch* berpengaduk sebanyak 16 L limbah cair tempe dan 8 L larutan biji kelor dengan waktu pengadukan koagulasi 1 menit (100 RPM), flokulasi 10 menit (20 RPM) dengan sedimentasi 60 menit. Hasil reaktor *batch* berpengaduk menunjukkan larutan biji kelor efektif sebagai biokoagulan karena mampu menyisihkan >50% parameter TSS, kekeruhan, BOD, dan COD meski belum memenuhi baku mutu.

Kata kunci: Limbah Cair Tempe; Biokoagulan Biji Kelor; Reaktor *Batch* Berpengaduk

ABSTRACT

Pollution in the Semanan area is due to the direct discharge of liquid waste from the tempe industry into water bodies without treatment. The aim of this research is to obtain the effectiveness of Moringa seed solution as a biocoagulant to reduce the discharge of liquid waste without processing. The research method involves a jar test and a stirred batch reactor with coagulation, flocculation, and sedimentation processes. Biocoagulant uses a 10% concentration of Moringa seed powder with skin and NaCl. The jar test sample volume was 500 mL of liquid waste from the soaking process with varying biocoagulant doses, namely 0, 10, 20, 30, 50, 70, 100, 500, 600, 700, 800 mg/L. Variations in mixing time are coagulation 2, 3, and 4 minutes and flocculation 10, 12, and 15 minutes. The jar test results can remove TSS 58%, turbidity 69%, BOD 88%, and COD 75% with an optimum dose of 500 mg/L and optimum stirring time for coagulation 2 minutes (100 RPM), flocculation 45 minutes (40 RPM), and sedimentation 60 minutes. The sample volume of the stirred batch reactor was 16 L of liquid tempe waste and 8 L of Moringa seed solution with a coagulation stirring time of 1 minute (100 RPM), flocculation of 10 minutes (20 RPM) with 60 minutes of sedimentation. The results of the stirred batch reactor showed that the Moringa seed solution was effective as a biocoagulant because it was able to remove >50% of the TSS, turbidity, BOD and COD parameters even though it did not meet the quality standards.

Keywords: Tempe Liquid Waste; Moringa Seed Biocoagulant; Stirred Batch Reactor

1. PENDAHULUAN

Kawasan Semanan merupakan kawasan usaha kecil menengah (UKM) dengan ribuan pengrajin skala rumah tangga yang memproduksi tahu dan tempe setiap harinya. Dalam proses pembuatan tempe menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah cair industri tempe berasal dari proses pencucian, perendaman, dan perebusan kedelai. Limbah cair tempe mengandung unsur-unsur yang sama dengan komposisi tempe itu sendiri, seperti protein, karbohidrat, dan lemak. Sebagian besar bahan organik tersebut menyebabkan limbah cair industri tempe mengandung TSS, BOD, dan COD yang tinggi.

Pencemaran lingkungan di kawasan Semanan terjadi karena limbah cair industri dibuang secara ke selokan dan sungai tanpa pengelolaan akan berdampak pada kualitas air. Sifat air yang rentan terkontaminasi oleh mikroorganisme dan mudah melarutkan mineral menyebabkan air menjadi media penyebar penyakit yang berdampak pada kesehatan manusia (Wibowo, 2013).

Proses pengolahan limbah sederhana yang dapat mengatasi masalah tersebut yaitu melalui koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi. Salah satu bahan tambahan yang ditambahkan selama pengolahan air adalah koagulan. Koagulan kimia dapat menimbulkan penyakit Alzheimer (Ozacar, 2003). Oleh karena itu, penggunaan bahan alami sebagai koagulan saat ini sedang dikembangkan karena memiliki beberapa keunggulan seperti biodegradabilitas, lebih aman bagi kesehatan manusia dan lebih ekonomis. Salah satu koagulan alternatif alami untuk mengurangi penggunaan bahan sintesis yang tersedia secara domestik merupakan biji kelor.

Biji kelor dapat berguna sebagai koagulan alami pada proses penjernihan air dikarenakan mengandung zat aktif (4-Alfa-4-Ramnosiloksi-Benzil-Isotiosianat), mudah ditemukan di daerah iklim tropis, anti bakteri, ramah lingkungan, kemampuan terurai yang baik. Selain itu, koagulan alami dapat membentuk flok yang lebih anti gesekan daripada koagulan kimia dalam aliran turbulen (Setiyawati dkk., 2017). Meskipun demikian, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mendalami dampak penggunaan biokoagulan biji kelor pada pengolahan air atau air minum yang akan dikonsumsi manusia, terutama terkait dengan Kesehatan.

Menurut penelitian Gantara, Hilmi (2023), serbuk biji kelor mampu menyisihkan parameter TSS, kekeruhan, BOD, dan COD pada air limbah tahu industri Semanan sebesar 38 – 70%. Namun, hasil efluen masih belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Peraturan Gubernur DKI Jakarta. Dengan demikian, penelitian Gantara, Hilmi (2023) menyarankan agar perlu dilakukan percobaan pembuatan koagulan biji kelor dalam bentuk larutan.

Penelitian mengenai efektivitas larutan biji kelor sebagai biokoagulan dalam limbah cair tempe ini terkait dengan Target *Sustainable Development Goals* (SDGs) Poin 6. Khususnya Target 6.3, yang bertujuan untuk mendukung peningkatan kualitas air, pengurangan polusi air, pengurangan pembuangan limbah yang tidak diolah, serta peningkatan pemanfaatan kembali dan daur ulang yang aman dalam skala global.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh efektivitas larutan biji kelor sebagai biokoagulan dan potensi efluen cair

sebagai pupuk organik cair guna mengurangi pembuangan limbah cair yang tidak diolah serta pemanfaatan kembali limbah cair tempe.

2. METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan, Gedung K, Universitas Trisakti, Jakarta Barat. Survei awal dilakukan untuk mengevaluasi dan menilai lokasi yang potensial untuk mengambil sampel. Hasil dari survei awal di dapatkan 2 lokasi terpilih yaitu Dapur Umum yang beralamatkan di jalan Pemukiman Industri Kecil Swakarta dan Rumah Produksi yang beralamatkan di jalan Pemukiman Industri Kecil Swakarta Blok J No. 37 RT. 11 RW. 11. Cara pembuatan tempe di kedua lokasi tersebut sama, dimulai dengan proses perebusan, perendaman, penggilingan, pencucian, peragian, dan percetakan.

Rumah produksi terpilih menjadi lokasi pengambilan sampel karena jumlah limbah cair yang dihasilkan memadai untuk digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini dan waktu pengambilan yang dapat dilakukan pagi hari mendukung keakuratan dalam menganalisis di laboratorium. Penelitian ini menggunakan metode jar test dan reaktor *batch* berpengaduk dengan proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Biokoagulan biji kelor yang dipakai berasal dari biji kelor yang dibeli secara daring di toko tanaman.

Pembuatan biokoagulan biji kelor diawali dengan memilih biji kelor yang sudah tua dengan kulit berwarna kecoklatan. Biji kelor kemudian di oven dengan suhu 105°C selama 1 jam untuk menurunkan kadar air di dalam biji kelor. Setelah di oven biji kelor dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk yang halus dilanjutkan dengan mengayak serbuk biji kelor dengan ayakan 80 mesh. Sebanyak 0,5 gram serbuk biji kelor yang telah diayak dilarutkan dengan 500 ml NaCl 1 M dan di aduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 15 menit untuk menghomogenkan larutan. Kemudian saring larutan menggunakan kertas saring dan larutan yang telah disaring tersebut yang digunakan sebagai biokoagulan.

Sebelum dilakukan pengolahan, sampel limbah cair tempe ditentukan dosis biokoagulan dan waktu pengadukan optimum. Volume sampel jar test sebanyak 500 mL limbah cair proses perendaman dengan variasi dosis biokoagulan yaitu 0, 10, 20, 30, 50, 70, 100, 500, 600, 700, 800 mg/L. Analisis dosis biokoagulan optimum dilakukan dengan menganalisis nilai efisiensi penyisihan parameter kekeruhan. Variasi waktu pengadukannya yaitu koagulasi 2, 3, dan 4 menit (100 RPM) dan flokulasi 10, 12, dan 15 menit (40 RPM) serta dilakukan sedimentasi selama 60 menit.

Setelah dosis optimum dan waktu pengadukan diketahui penelitian dengan menggunakan reaktor *batch* berpengaduk dapat dilakukan. Volume sampel reaktor *batch* berpengaduk sebanyak 24 L yang terdiri dari 16 L limbah cair tempe proses perendaman dan 8 L larutan biji kelor. Analisis waktu pengadukan optimum dan reaktor *batch* berpengaduk dilakukan dengan menganalisis hasil pengujian parameter TSS dengan metode Gravimetri sesuai SNI 06-6989.3-2004, kekeruhan dengan metode Turbidimeter sesuai SNI 06-6989.25-2005, BOD dengan metode Titrasi Winkler sesuai SNI 6989.72:2009, COD dengan metode Refluks Tertutup secara Titrimetri sesuai SNI 6989.73:2019, dan pH dengan metode pH Meter sesuai SNI 06-6989.11-2004.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil karakteristik awal limbah cair tempe sebelum dilakukan pengolahan dapat dilihat pada **Tabel 1.** berikut:

Tabel 1. Karakteristik Awal Limbah Cair Tempe

Parameter	Hasil Analisis			
	Perebusan	Perendaman	Pencucian	Campuran
TSS (mg/L)	172	609	135	500
BOD (mg/L)	2293	1245	1845	1613
COD (mg/L)	5440	6400	640	7040
pH	6	4	5	5
Kekeruhan (NTU)	630 - 680	810 - 2200	110 - 150	1060 - 1115

Berdasarkan pada **Tabel 1.** di atas dapat dilihat bahwa, hasil uji laboratorium limbah cair tempe Semanan yang diperoleh dari proses perebusan, perendaman, pencucian, dan campuran mempunyai nilai BOD dan COD yang tinggi. Hal tersebut menunjukkan limbah cair tempe kaya akan bahan organik.

Nilai TSS tertinggi terdapat pada limbah cair proses perendaman karena merupakan tahap awal dalam pembuatan tempe dan terjadi pemisahan bagian-bagian padat dari biji kedelai, seperti ampas dan serat. Pemisahan ini menyebabkan partikel-partikel tersuspensi dalam limbah cair. Nilai TSS yang tinggi sebanding dengan hasil uji kekeruhan yang juga tinggi.

Nilai BOD tertinggi terdapat pada limbah cair proses perebusan karena suhu yang tinggi dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang ada dalam biji kedelai. Aktivitas mikroorganisme ini dapat menyebabkan produksi zat organik lebih banyak, sehingga BOD pada limbah cair meningkat. Sedangkan nilai COD tertinggi terdapat pada limbah cair campuran karena mengandung senyawa-senyawa organik dari ketiga proses, dimana proses perebusan dan perendaman berkontribusi pada nilai COD yang tinggi dalam limbah cair.

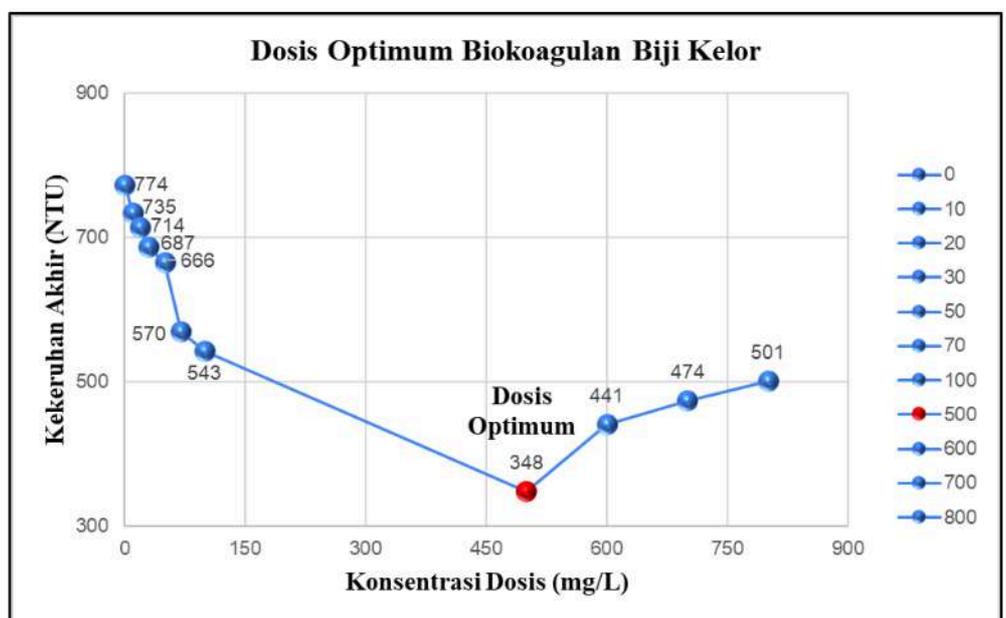
Limbah cair tempe dari semua proses menunjukkan bahwa limbah cair tempe bersifat asam. Hal ini karena biji kedelai yang direndam dalam air dapat melepaskan karbon dioksida, yang dapat bereaksi dengan air dan menyebabkan penurunan pH. Sedangkan pH limbah cair tempe dari proses perebusan cenderung mendekati netral karena reaksi kimia antara zat-zat dalam biji kedelai dan air selama perebusan bisa menghasilkan garam-garam yang netral.

Berdasarkan hasil karakteristik awal limbah cair tempe yang telah dijelaskan, limbah cair tempe yang dipilih untuk air sampel jar test dan reaktor *batch* berpengaduk yaitu limbah cair proses perendaman. Limbah cair ini memiliki nilai TSS paling tinggi dan rasio BOD/COD yang bersifat *Non Biodegradable* yang sesuai dengan pengolahan air limbah dengan proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi.

Biokoagulan larutan biji kelor terbuat dari serbuk biji kelor dengan kulitnya dicampurkan dengan NaCl 1 M sebagai pelarutnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dwirianti (2005),

dimana penggunaan biji kelor dengan kulitnya lebih baik dalam menurunkan kekeruhan pada air dibandingkan dengan penggunaan biji kelor yang dikupas kulitnya. Hal tersebut kemungkinan karena dalam kulit biji kelor juga mengandung bahan aktif 4- α -L-rhamnosyloxybenzil-isotiosianat.

Penggunaan NaCl sebagai pelarut dipilih karena protein dalam biji kelor dapat terekstrak baik dengan garam karena kadar elektrolit dalam garam dapat menambahkan kelarutan protein. Menurut Okuda, et al. (1999), koagulan biji kelor yang diekstraksi dengan NaCl 1 M mampu mengurangi kekeruhan sampai 95% pada dosis 4 mL/L, sedangkan koagulan biji kelor yang diekstraksi dengan air hanya dapat menurunkan kekeruhan hingga 78% pada dosis 32 mL/L. Variasi dosis biokoagulan larutan biji kelor dalam penelitian ini berjumlah 11 variasi yang terdiri dari 0, 10, 20, 30, 50, 70, 100, 500, 600, 700, 800 mg/L. Grafik hasil uji dosis optimum biokoagulan larutan biji kelor dapat dilihat pada **Gambar 1**. berikut:



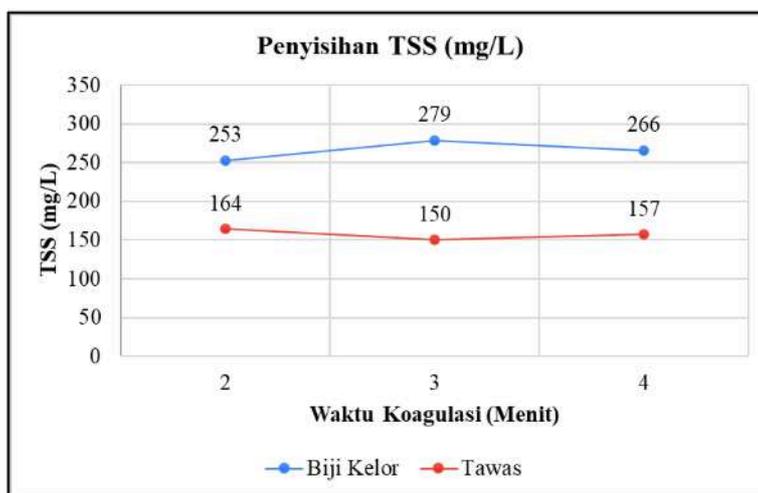
Gambar 1. Grafik Dosis Optimum Biokoagulan Biji Kelor

Hasil pengujian dosis optimum larutan biokoagulan biji kelor menunjukkan bahwa dari nilai kekeruhan awal yang mulanya 948 NTU semakin menurun hingga penurunan nilai kekeruhan optimum berada pada dosis 500 mg/L yaitu menjadi 348 NTU dengan % efisiensi penyisihan kekeruhan tertinggi yaitu 63%. Hal ini karena dosis biokoagulan yang ditambahkan berpengaruh besar terhadap penghilangan kekeruhan dari limbah cair.

Kemampuan biokoagulan larutan biji kelor dalam menurunkan nilai kekeruhan semakin menurun setelah ditambahkan variasi dosis 600 mg/L, 700 mg/L, dan 800 mg/L dengan kenaikan nilai kekeruhan menjadi 441 NTU, 474 NTU, dan 501 NTU. Hal ini disebabkan oleh partikel koloid yang telah sepenuhnya mengendap pada berat optimumnya atau biokoagulan yang tidak dapat lagi berinteraksi dengan partikel koloid.

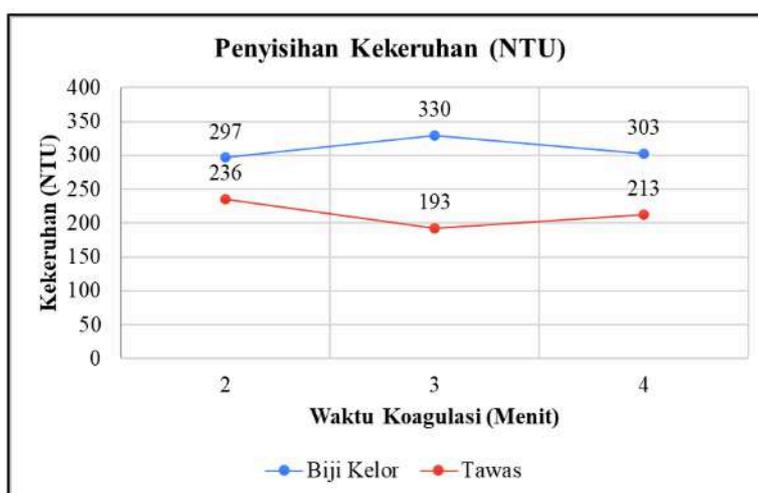
Dalam uji jar test untuk menentukan waktu pengadukan optimum untuk proses koagulasi – flokulasi yang optimal pada reaktor *batch* berpengaduk digunakan tawas sebagai

koagulan pembanding biji kelor. Grafik hubungan waktu koagulasi terhadap penyisihan TSS dapat dilihat pada **Gambar 2.** berikut:



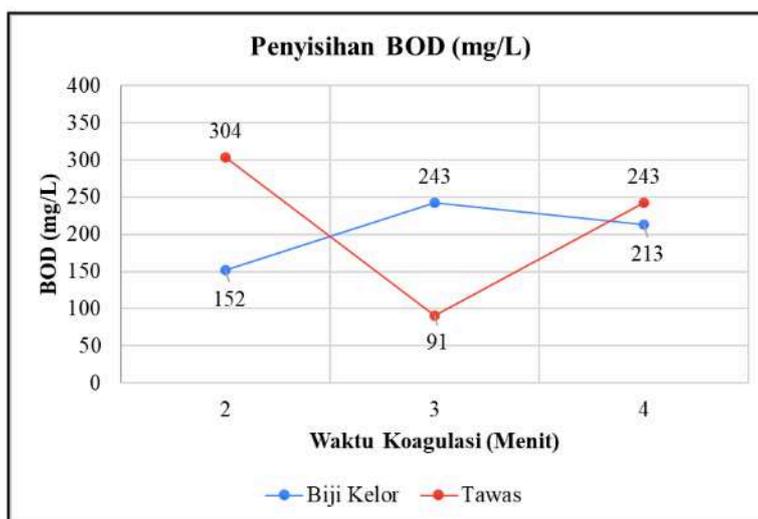
Gambar 2. Grafik Hubungan Waktu Koagulasi Terhadap Penyisihan TSS

Pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai TSS yang paling optimum pada biokoagulan biji kelor adalah waktu koagulasi 2 menit dengan waktu flokulasi 10 menit yaitu dengan nilai akhir TSS 253 mg/L dengan persentase efisiensi penyisihan 58%. Hal ini diperkuat oleh penelitian Setyawati, Harimbi, (2013) yang menyatakan bahwa waktu pengadukan optimum adalah 2 menit yang mampu menurunkan TSS dari 587,5 mg/L hingga menjadi 100,4 mg/L pada dosis 2000 mg. Waktu pengadukan yang lebih lama dapat memberikan lebih banyak waktu bagi padat yang tersuspensi untuk mengendap. Namun kemungkinan limbah cair tempe mengandung partikel koloid yang sulit diendapkan, waktu pengadukan yang lebih lama dapat memberikan lebih banyak kesempatan bagi partikel-partikel koloid ini untuk tetap tersuspensi. Grafik hubungan waktu koagulasi terhadap penyisihan kekeruhan dapat dilihat pada **Gambar 3.** berikut:



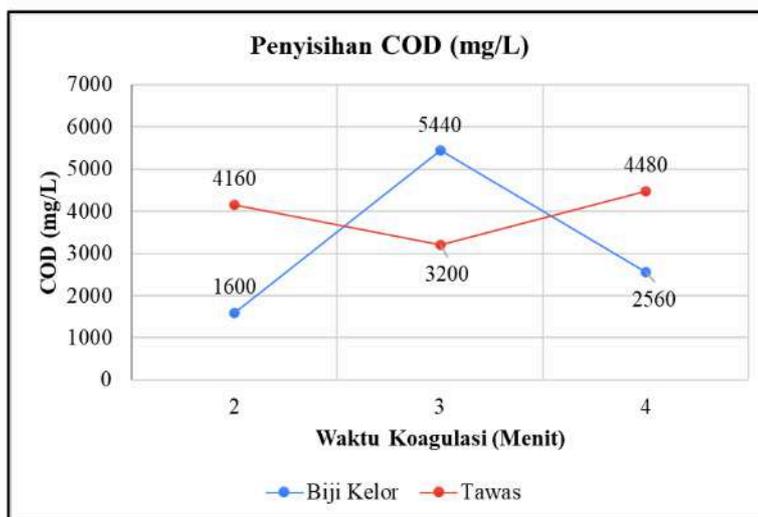
Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu Koagulasi Terhadap Penyisihan Kekeruhan

Pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai kekeruhan yang paling optimum pada biokoagulan biji kelor adalah waktu koagulasi 2 menit dengan waktu flokulasi 10 menit yaitu dengan nilai akhir kekeruhan 297 mg/L dengan persentase efisiensi penyisihan 69%. Waktu pengadukan yang lebih lama dapat membantu mengendapkan partikel koloid dengan menghasilkan flok yang cukup besar untuk mengendapkan partikel tersebut. Namun waktu pengadukan yang semakin lama dapat menyebabkan nilai kekeruhan kembali naik akibat peningkatan turbulensi dan kerusakan flok yang sudah terbentuk. Grafik hubungan waktu koagulasi terhadap penyisihan BOD dapat dilihat pada **Gambar 4.** berikut:



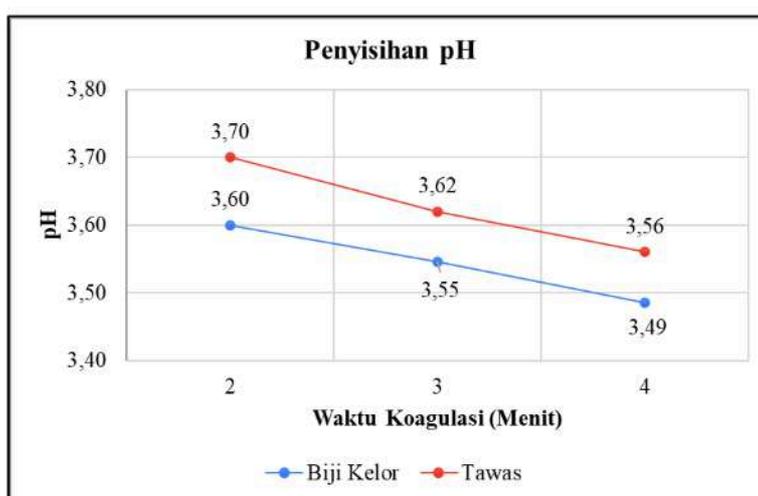
Gambar 4. Grafik Hubungan Waktu Koagulasi Terhadap Penyisihan BOD

Pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai BOD yang paling optimum pada biokoagulan biji kelor adalah waktu koagulasi 2 menit dengan waktu flokulasi 10 menit yaitu dengan nilai akhir BOD 152 mg/L dengan persentase efisiensi penyisihan 88%. Hal ini diperkuat oleh penelitian Setyawati, Harimbi, (2013) yang menyatakan bahwa waktu pengadukan optimum adalah 2 menit yang mampu menurunkan BOD dari 997 mg/L hingga menjadi 112 mg/L pada dosis 2000 mg. Biokoagulan biji kelor dapat mengandung senyawa-senyawa aktif yang memiliki kemampuan untuk mempercepat dekomposisi bahan organik melalui proses biokimia. Waktu pengadukan yang lebih lama dapat memberikan lebih banyak waktu bagi senyawa-senyawa tersebut untuk berinteraksi dengan bahan organik yang menyebabkan BOD dalam air. Grafik hubungan waktu koagulasi terhadap penyisihan COD dapat dilihat pada **Gambar 5.** berikut:



Gambar 5. Grafik Hubungan Waktu Koagulasi Terhadap Penyisihan COD

Pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai COD yang paling optimum pada biokoagulan biji kelor adalah waktu koagulasi 2 menit dengan waktu flokulasi 10 menit yaitu dengan nilai akhir COD 1600 mg/L dengan persentase efisiensi penyisihan 75%. Hal ini diperkuat oleh penelitian Setyawati, Harimbi, (2013) yang menyatakan bahwa waktu pengadukan optimum adalah 2 menit yang mampu menurunkan COD dari 1247 mg/L hingga menjadi 280 mg/L pada dosis 2000 mg. Larutan biokoagulan biji kelor mengandung protein dengan berat molekul yang ringan. Ketika larutan ini dicampur dengan limbah cair tempe, protein yang terkandung di dalamnya akan menyebabkan destabilisasi pada partikel-partikel dalam limbah cair. Hal ini mengakibatkan partikel-partikel tersebut saling tarik-menarik dan berikatan membentuk flok. Namun waktu pengadukan yang terlalu lama dapat mengakibatkan kerusakan flok atau memasukkan oksigen ke dalam air yang dapat menyebabkan oksidasi lebih lanjut dari bahan organik sehingga meningkatkan nilai COD. Grafik hubungan waktu koagulasi terhadap nilai pH dapat dilihat pada **Gambar 6.** berikut:



Gambar 6. Grafik Hubungan Waktu Koagulasi Terhadap Nilai pH

Pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai pH dari biokoagulan biji kelor mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu pengadukan tetapi tidak signifikan. Hal ini sesuai dengan penelitian Nugeraha *et al*, (2010) yang menunjukkan bahwa penambahan biokoagulan biji kelor tidak menyebabkan perubahan pH yang signifikan yaitu setelah penambahan biokoagulan biji kelor perubahan nilai pH akhir dengan nilai pH awal sebelum koagulasi tidak berbeda jauh. Biokoagulan biji kelor mengandung senyawa-senyawa yang dapat mempengaruhi pH air, seperti asam amino dan senyawa organik lainnya. Waktu pengadukan yang lebih lama dapat memungkinkan senyawa-senyawa tersebut berinteraksi dengan air secara lebih intensif. Senyawa-senyawa tersebut kemungkinan bersifat asam sehingga dapat menurunkan nilai pH limbah cair tempe.

Oleh karena itu, berdasarkan hasil penelitian untuk biokoagulan biji kelor waktu koagulasi 2 menit dan flokulasi 10 menit adalah waktu terbaik dalam menyisihkan parameter TSS, kekeruhan, BOD, dan COD. Efluen cair yang dihasilkan dari pengujian menggunakan reaktor *batch* berpengaduk dianalisis guna menentukan nilai TSS, kekeruhan, BOD, COD, dan pH dengan tujuan untuk mengetahui kualitasnya. Hasil analisis ini selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pengolahan Kedelai yang telah diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Hasil dari analisis efluen cair uji reaktor *batch* berpengaduk tertera pada **Tabel 2**. berikut:

Tabel 2. Hasil Analisis Efluen Cair Uji Reaktor *Batch* Berpengaduk

Parameter	Hasil Analisis Awal	Hasil Analisis Akhir	% Efisiensi Penyisihan	Baku Mutu	Keterangan
TSS (mg/L)	609	293	52%	100	Tidak Memenuhi
Kekeruhan (NTU)	948	373	61%	-	-
BOD (mg/L)	1245	273	78%	150	Tidak Memenuhi
COD (mg/L)	6400	2240	65%	300	Tidak Memenuhi
pH	4,09	3,64	-	6 - 9	Tidak Memenuhi

Hasil analisis efluen cair uji reaktor *batch* berpengaduk terlihat bahwa untuk parameter TSS terjadi penurunan sebesar 52% dari 609 mg/L menjadi 293 mg/L, untuk parameter kekeruhan terjadi penurunan sebesar 61% dari 948 NTU menjadi 373 NTU, untuk parameter BOD terjadi penurunan sebesar 78% dari 1245 mg/L menjadi 276 mg/L, untuk parameter COD terjadi penurunan sebesar 65% dari 6400 mg/L menjadi 2240 mg/L, serta menurunkan nilai pH dari 4,09 menjadi 3,64.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter TSS, BOD, dan COD pada limbah cair tempe hasil pengolahan dengan reaktor *batch* berpengaduk dan larutan biji kelor sebagai biokoagulan tidak memenuhi standar baku mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pengolahan Kedelai, sehingga limbah tersebut tidak dapat dibuang langsung ke badan air.

Jika hal ini dilakukan, maka dapat menyebabkan pencemaran dan membahayakan lingkungan.

Namun, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Putra dkk (2013), dinyatakan bahwa suatu koagulan dianggap efektif jika mampu menyisihkan lebih dari 50% pencemaran. Oleh karena itu, larutan biji kelor sebagai biokoagulan terbukti efektif dalam mengolah limbah cair tempe karena mampu menyisihkan lebih dari 50% parameter TSS, kekeruhan, BOD, dan COD.

4. KESIMPULAN

Dosis optimum penggunaan larutan biji kelor sebagai biokoagulan sebesar 500 mg/L mampu menyisihkan TSS 58%, kekeruhan 69%, BOD 88%, dan COD 75%. Waktu pengadukan optimum larutan biji kelor sebagai biokoagulan yaitu dengan koagulasi 2 menit (100 RPM), dan flokulasi 10 menit (40 RPM) mampu menyisihkan TSS 58%, kekeruhan 69%, BOD 88%, dan COD 75%. Dari hasil reaktor batch berpengaduk, larutan biji kelor efektif sebagai biokoagulan karena mampu menyisihkan TSS 52%, kekeruhan 61%, BOD 78%, dan COD 65%. Namun, hasil efluen masih belum memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhari, M. 2016. Pengolahan Limbah Tahu dan Tempe dengan Metode Teknologi Tepat Guna Saringan Pasir sebagai Kajian Mata Kuliah Pengetahuan Lingkungan. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan (MITL)*, 1(2), 1-8.
- Bangun, A. R., Aminah, S., Hutahaean, R. A., & Ritonga, M. Y. 2013. Pengaruh Kadar Air, Dosis Dan Lama Pengendapan Koagulan Serbuk Biji Kelor Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(1), 7-13.
- Fitri, R. F., Fithanah, U., & Said, M. 2017. Pengaruh Dosis Inokulum Dan Biji Kelor Dalam Pengolahan Limbah Cair Tempe Menggunakan *Trickling Bed Filter*. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(2), 120-128
- Gantara, H. 2023. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Secara Fisik-Kimia Skala Laboratorium Menggunakan Koagulan Biji Kelor. Skripsi. Universitas Trisakti.
- Harahap, S. 2013. Pencemaran Perairan Akibat Kadar Amoniak Yang Tinggi Dari Limbah Cair Industri Tempe. *Jurnal Akuatika*, 4(2).
- Haslinah, A. 2016. Optimalisasi Serbuk Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Koagulan Untuk Menurunkan Turbiditas Dalam Limbah Cair Industri Tahu. *ILTEK*, 11(02), 1629-1633.
- Haslinah, A. 2020. Ukuran Partikel Dan Konsentrasi Koagulan Serbuk Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Penurunan Persentase COD Dalam Limbah Cair Industri Tahu. *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 15(01), 50-53.
- Hermida, L., Agustian, J., & Azizah, Z. 2023. Pengolahan Limbah Cair Laundry Menggunakan Ekstrak Biji Kelor Sebagai Biokoagulan. *Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri (JTII)*, 4(1).

- Hikma, N., Alwi, M., & Umrah, U. 2014. Potensi Limbah Cair Tempe Secara Mikrobiologis Sebagai Alternatif Penghasil Biogas. *Biocelbes*, 8(1).
- ILLU, E. 2016. Pemanfaatan Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagian Koagulan Dalam Pengolahan Limbah Cair Tenun.
- Munar, C. H. 2023. Pemanfaatan Serbuk Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Air Limbah Penatu (*Doctoral dissertation*, UIN Ar-Raniry).
- Putra, R., Lebu, B., Munthe, M. D., & Rambe, A. M. 2013. Pemanfaatan Biji Kelor Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Limbah Cair Industri Tahu Dengan Menggunakan Jar Test. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2), 28-31.
- Rustiah, W., & Andriani, Y. 2018. Analisis Serbuk Biji Kelor (*Moringa oleifera*, Lamk) Dalam Menurunkan Kadar COD Dan BOD Pada Air Limbah Jasa Laundry. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 5(2), 96-100.
- Salsabila, S., Ruhayat, R., & Hadisoebroto, R. 2023. Potensi Koagulan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) dan Koagulan Aid Kulit Singkong dalam Pengolahan Limbah Tahu di Semanan , Jakarta Barat. xx(69), 1–8.
- Sari, M. 2017. Optimalisasi Daya Koagulasi Serbuk Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Pada Limbah Cair Industri Tahu. *AGRITEPA: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pertanian*, 4(2), 25-37.
- Sayow, F., Polii, B. V. J., Tilaar, W., & Augustine, K. D. 2020. Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu Dan Tempe Rahayu Di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Agri-Sosioekonomi*, 16(2), 245-252.
- Setyawati, H., Kriswantono, M., An Nisa, D., & Hastuti, R. 2013. Serbuk Biji Kelor Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Flokulasi Limbah Cair Pabrik Tahu. *Serbuk Biji Kelor Sebagai Koagulan*.
- Setyawati, H., Sinaga, E. J., Wulandari, L. S., & Sandy, F. 2018. Efektivitas Biji Kelor dan Tawas Sebagai Koagulan Pada Peningkatan Mutu Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Teknik Kimia*, 12(2), 47-51.
- Suknia, S. L., & Rahmani, T. P. D. 2020. Proses Pembuatan Tempe *Home Industry* Berbahan Dasar Kedelai (*Glycine max (L.) Merr*) Dan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris L.*) Di Candiwesi, Salatiga. *Southeast Asian Journal of Islamic Education*, 3 (1), 59-76.



INDEKS PENULIS

Dhiya Athaya Khairi	Progam Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Anita Sitawati Wartaman	Progam Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Martina Cecilia Adriana	Progam Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Akmal Nur Hidayah	Progam Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
I Made Kresna	Progam Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
John Herbert Victor	Progam Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Nabila Rosefalda	Progam Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Rahel Situmorang	Progam Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Daisy Radnawati widodo	Afiliasi Institut Sains dan Teknologi Nasional
Desy Fatmala Makhmud	Afiliasi Institut Sains dan Teknologi Nasional
Sarira Apsarini Sarwahita	Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia



Widyo Astono	Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Sarah Aphirta	Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Winda Manora	Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Widyo Astono	Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Sarah Aphirta	Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Herika Muhamad Taki	Progam Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Muhammad Diaz Adzikra	Progam Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Rayhanul Hafizh	Progam Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Difa Salsabila	Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Sarah Aphirta	Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Diana Irvindiaty Hendrawan	Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Sheilla Megagupita Putri Marendra	Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia



- Sarah Aphirta** Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- Chandiaga Sam Buana** Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- Widyo Astono** Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- Muhammad Farrel** Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- Ihsan Syahara** Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- Hanny Wahidin Wiranegara** Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- Yayat Supriatna** Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- Firman Wahyudi** Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- Ramadhani Yanidar** Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- Sarah Aphirta** Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia



INDEKS AFILIASI

Progam Studi Perencanaan Wilayah Dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap Dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia	Dhiya Athaya Khairi, Anita Sitawati Wartaman, Martina Cecilia Adriana	Kinerja Jalur Pejalan Kaki Di Kawasan Berorientasi Transit Lebak Bulus Menggunakan Metode Importance-Performance Analysis
Progam Studi Perencanaan Wilayah Dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap Dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia	Akmal Nur Hidayah, I Made Kresna, John Herbert Victor, Nabila Rosefalda, Rahel Situmorang	Keberagaman Etnis Pada Ruang Kota Di Kota Bogor, Indonesia
Afiliasi Institut Sains Dan Teknologi Nasional	Daisy Radnawati Widodo, Desy Fatmala Makhmud	Desain Lanskap Wisata Berbasis Masyarakat Sebagai Upaya Pemulihan Lahan Akses Terbuka Bekas Tambang Galian C Di Kabupaten Padang Pariaman
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap Dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia	Sarira Apsarini Sarwahita, Widyo Astono, Sarah Aphirta	Penggunaan Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica) Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe Semanan, Jakarta Barat
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap Dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia	Winda Manora, Widyo Astono, Sarah Aphirta	Efektivitas Biokoagulan Biji Kelor Pada Pengolahan Limbah Cair Tempe (Studi Kasus: Industri Tempe Semanan, Jakarta)
Progam Studi Perencanaan Wilayah Dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap Dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia	Herika Muhamad Taki, Muhammad Diaz Adzikra, Rayhanul Hafizh	Penerapan Konsep Transit Oriented Development (Tod) Pada Penataan Kawasan Duku Atas, Kota Jakarta Selatan
Progam Studi Perencanaan Wilayah Dan Kota, Fakultas Arsitektur Lanskap Dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia	Difa Salsabila, Sarah Aphirta, Diana Irvindyaty Hendrawan, Sheilla Megagupita Putri Marendra	Lahan Basah Buatan Untuk Pengolahan Air Limbah Grey Water Menggunakan Salvinia Rotundifolia



Jurusan Teknik
Lingkungan, Fakultas
Arsitektur Lanskap Dan
Teknologi Lingkungan,
Universitas Trisakti,
Jakarta, Indonesia
Progam Studi
Perencanaan Wilayah
Dan Kota, Fakultas
Arsitektur Lanskap Dan
Teknologi Lingkungan,
Universitas Trisakti,
Jakarta, Indonesia
Jurusan Teknik
Lingkungan, Fakultas
Arsitektur Lanskap Dan
Teknologi Lingkungan,
Universitas Trisakti,
Jakarta, Indonesia

**Sarah Aphirta Sutarto,
Widyo Astono, Chandiaga
Sam Buana**

**Ihsan Syahara, Hanny
Wahidin Wiranegara,
Yayat Supriatna**

**Firman Wahyudi Firman,
Ramadhani Yanidar,
Sarah Aphirta**

Analisis Kondisi Infrastruktur
Sanitasi Air Limbah Di
Pemukiman Padat Penduduk
Kecamatan Pulo Gadung, Jakarta
Timur

Atribut Kepuasan Rusunawa Di
Jakarta Timur

Studi Perencanaan Spal
Domestik Di Kota Bekasi



JURNAL BHUWANA

ISSN 2797-9881

VOLUME 4 NUMBER 1, MEI 2024



SEKRETARIAT

Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan
Universitas Trisakti

Gedung K, Lantai 6, Jl. Kyai Tapa No.1, Grogol
Jakarta 11440, Indonesia

Telepon: +62-21-5663232 ext 8751 Fax: +62-21-5602575

jurnalbhuwana@trisakti.ac.id

<http://www.trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/bhuwana>





Semua makalah yang diterbitkan mendapatkan DOI dengan Prefix 10 Crossref

KEBIJAKAN AKSES TERBUKA

BHUWANA menyediakan akses terbuka agar hasil penelitian tersedia secara bebas untuk umum dan mendukung penyebaran pengetahuan secara global



Karya Ilmiah ini berlisensi dibawah Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License

INDEKSASI DAN ABSTRAK

BHUWANA telah terindeks oleh :



SEKRETARIAT

Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan
Universitas Trisakti, Jakarta
Kampus A Gedung K Lantai 6
Jalan Kyai Tapa No. 1, Grogol, Jakarta Barat
Telp : 021-5663232
Fax : 021-5602757
jurnalbhuwana@trisakti.ac.id
<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/bhuwana>



UNIVERSITAS TRISAKTI

