

## Proyeksi Kebutuhan Sarana dan Prasarana Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST) hingga Tahun 2032

Bagus Irwanto<sup>1</sup>, Elsa Rosyidah<sup>1\*</sup>, Ardhana Rahmayanti<sup>1</sup>, Laily Noer Hamidah<sup>1</sup>, Muhammad Mansur Yafi<sup>2</sup>, Listin Fitrihanah<sup>1</sup>, Elmi Sumiyarsono<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, Indonesia;

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, Indonesia;

<sup>3</sup>Teknik Lingkungan & Dinas Lingkungan Hidup Propinsi Jawa Timur.

### Abstrak

Timbulan sampah yang semakin meningkat membutuhkan pengelolaan sampah yang maksimal. Pengelolaan sampah yang maksimal membutuhkan infrastruktur untuk mengelola sampah dari sumbernya. Salah satu infrastruktur untuk mengelola sampah dari sumber yaitu Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proyeksi jumlah timbulan sampah dan sarana dan prasarana di TPST Desa Kalidawir hingga tahun 2032. Penelitian ini menggunakan metode analisis matematis dan perhitungan timbulan sampah mengacu pada SNI 19-3983-1995. Sedangkan untuk proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatika. Hasil penelitian jumlah penduduk Desa Kalidawir pada tahun 2023 sebesar 4.118 jiwa dengan timbulan sampah sebesar 11,324 m<sup>3</sup>/hari dan pada tahun 2032 jumlah penduduk yaitu sebesar 5.897 jiwa dengan timbulan sampah sebesar 16,216 m<sup>3</sup>/hari. Kebutuhan tenaga kerja di TPST Desa Kalidawir pada tahun 2032 berdasarkan hasil perhitungan proyeksi tenaga kerja sebanyak 18 orang dan untuk luas fasilitas pengolahan sampah sebesar 261 m<sup>2</sup>.

### Kata kunci

Proyeksi; Sarana prasarana; Teknik Lingkungan; Timbulan; TPST

### Abstract

*The increasing generation of waste requires maximum waste management. Maximum waste management requires infrastructure to manage waste from the source. One of the infrastructures for managing waste from the source is the Integrated Waste Management Site (TPST). This research aims to determine the projection of the amount of waste generation and facilities and infrastructure at the Kalidawir Village TPST until 2032. This research uses mathematical analysis methods and waste generation calculations referring to SNI 19-3983-1995. Meanwhile, population projections use the arithmetic method. The research results show that the population of Kalidawir Village in 2023 will be 4,118 people with a waste generation of 11,324 m<sup>3</sup>/day, and in 2032 the population will be 5,897 people with waste generation of 16,216 m<sup>3</sup>/day. The need for labor at the*

*Kalidawir Village TPST in 2032 is based on the results of a projected workforce of 18 people and a waste processing facility area of 261 m<sup>2</sup>.*

### Keywords

*Emergence; Environmental Engineering; Infrastructure; Projection; TPST*

## Pendahuluan

Meningkatnya permasalahan sampah di seluruh wilayah Indonesia, yang disebabkan oleh tingginya laju urbanisasi di berbagai daerah yang tidak diimbangi dengan tersedianya fasilitas pengelolaan sampah yang memadai, memicu kebutuhan akan penerapan teknologi IoT untuk meningkatkan keberlanjutan. Melalui IoT, sistem pengelolaan sampah dalam konsep Smart City dapat menjadi lebih efisien dan responsif, memungkinkan adaptasi yang lebih baik terhadap dinamika perkotaan yang terus berubah-ubah dan mendukung pembangunan kota yang lebih berkelanjutan dan pintar (Maulana *et al.*, 2022; Kalleya *et al.*, 2023). Pertumbuhan penduduk yang pesat dan perubahan pola pemanfaatan di mata masyarakat sangat mempengaruhi peningkatan volume sampah. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, perubahan kualitas, dan faktor aktivitas masyarakat, jumlah sampah yang dibuang terus meningkat, mendorong para *technopreneur* untuk mengembangkan solusi inovatif dalam pengelolaan dan pengurangan sampah (Siregar *et al.*, 2020). Mengakibatkan permasalahan timbulan sampah. Melalui bertambahnya timbulan sampah akan menyempitkan ruang dan menghambat aktivitas manusia, sehingga menurunkan kualitas hidup manusia (Kartika and Puspikawati, 2021).

Pengurangan sampah dan pengelolaan sampah merupakan dua komponen pengelolaan sampah (Peraturan Perundang-undangan, 2018). Melalui proses biorefinery yang menciptakan nilai dari sampah dan memungkinkan penggunaan kembali limbah sebagai sumber daya, jumlah sampah dapat secara efektif dikurangi (Septianto, Rosyidah and Purnomo, 2021). Sisa kegiatan atau siklus rutin manusia yang mempunyai struktur yang baik disebut dengan sampah. Sampah yang tidak memiliki nilai komersial dapat mencemari lingkungan dan mengganggu kestabilan iklim jika tidak dikelola dengan baik, sehingga mengancam prinsip pembangunan berkelanjutan yang mengutamakan keseimbangan antara kemajuan ekonomi, pelestarian lingkungan, dan kesejahteraan sosial (Kartono Kurniawan *et al.*, 2023).

Pada bidang sampah, terdapat dua jenis sampah yaitu sampah organik, atau sampah yang dapat diuraikan oleh mikroba. Seperti kertas, sisa makanan, karbon, kulit sapi, kayu, dan lain-lain. Sampah anorganik terdiri dari aluminium, plastik, logam, kaca, serpihan, dan residu. Timbulan sampah adalah volume atau berat sampah yang dihasilkan setiap hari dari suatu lokasi tertentu, serta jumlah bangunan baru yang dibangun atau panjang jalan baru. Karena setiap orang dapat bertindak sebagai penghasil sampah dengan aktivitasnya yang berbeda-beda atau karena tahapan ini menentukan keberhasilan atau kegagalan pengelolaan sampah yang dihasilkan, maka tahapan tersebut yang sulit untuk dilakukan (Irfan Firmansyah and Mohamad Mirwan, 2022).

Tempat Pengelolaan Sampah Terkoordinasi (TPST) sebagaimana dimaksud dalam Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun (2008) adalah tempat pengumpulan, pengorganisasian, penggunaan kembali, pemanfaatan kembali, penanganan, dan pengelolaan akhir sampah. Kerangka Pengelolaan Sampah Terkoordinasi ini dikoordinasikan untuk memastikan pengelolaan sampah yang efektif karena dapat mengatasi permasalahan sampah yang selama ini melanda daerah-daerah kurang mampu. Hal tersebut juga bertujuan agar jaringan lingkungan dapat mandiri, khususnya dalam hal rencana permainan dan pemanfaatan sampah berbasis daerah secara terpadu, termasuk pengolahan limbah makanan berkelanjutan (Farahdiba *et al.*, 2023). Ini memperluas kerjasama dinamis daerah dalam pengelolaan sampah, mengkaji kemampuan keuangan sampah, dan dianggap sebagai cara normal untuk memperluas peluang usaha dalam ekonomi sirkular.

TPST Desa Kalidawir merupakan salah satu TPST yang aktif beroperasi di Kabupaten Sidoarjo, TPST Kalidawir menempati luas 1500 m<sup>2</sup> dan melayani 5 Rukun Tetangga (RT) dari 13 RT yang ada., upaya pengelolaan sampah pada TPST ini belum maksimal. Kegiatan yang ada yaitu berupa pengangkutan dan melakukan pembakaran sampah secara bebas di lingkungan TPST, pengangkutan sampah dilakukan menggunakan gerobak sampah dan belum ada pemilahan

sehingga diperlukan upaya pengelolaan di TPST Kalidawir untuk mereduksi timbulan sampah dan dapat meminimalisir sisa residu yang akan dibuang ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Jabon sebagai tempat pemrosesan akhir sampah di Kabupaten Sidoarjo (Salsabella, Widiyanti and Dani Santoso, 2023).

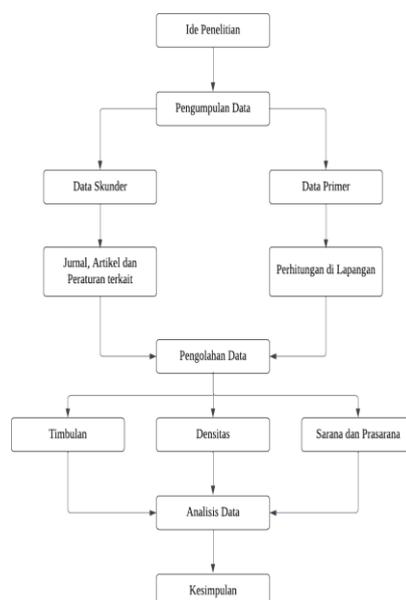
Berdasarkan Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), Kabupaten Sidoarjo menghasilkan 446.733,65 ton sampah pada tahun 2019, dengan rata-rata harian sebanyak 1.223,93 ton. Melalui terciptanya sampah harian sebesar 1.086,24 ton pada tahun 2020, timbulan sampah berkurang 50.256,75 ton menjadi 396.476,90 ton. Timbulan sampah meningkat menjadi 406.847,51 ton pada tahun 2021 dari 406.370,61 ton pada tahun sebelumnya. Sampah yang dihasilkan cukup banyak, antara lain sisa makanan 62%, kayu atau ranting 1,4%, kertas/kardus 7%, plastik 13%, logam 12,3%, kain 2%, karet atau kulit sapi 0,2%, kaca 1%, dan masih banyak lagi. 0,3%.

Penelitian berupa analisis kepuasan pelanggan terhadap kualitas pelayanan menggunakan metode Service Quality (Servqual) dan Metode Quality Function Deployment (QFD) (Anggreani and Yafi, 2024) dan efektifitas tanaman *mangrove rhizophora mucronata* dan bakteri dalam menurunkan kadar salinitas air payau (Khoiriyah and Widiyanti, 2023) telah dilaksanakan. Namun, penelitian terkait Proyeksi Kebutuhan Sarana dan Prasarana Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST) belum banyak dilakukan. Menindaklanjuti rencana Pemerintah Kabupaten Sidoarjo untuk merevisi Peraturan Bupati Nomor 116 – 118 Tahun 2022 tentang perhitungan biaya pengelolaan persampahan, tarif sampah yang dikirim ke TPA Jabon Rp. 150.000 per ton dan biaya angkut truk sampah dari TPST ke TPA Jabon Rp. 165.000 per rit, oleh karena itu dalam rangka mereduksi sampah yang berasal dari beberapa TPST di Kabupaten Sidoarjo, maka TPST Desa Kalidawir memerlukan upaya pengelolaan yang dapat mendukung program minimalisasi timbulan sampah untuk dibuang ke TPA, melalui penelitian ini akan dilakukan untuk mengolah perencanaan TPST di Desa Kalidawir. Penelitian ini dilakukan untuk menjadi acuan pemerintah desa dalam melakukan pengelolaan TPST Desa Kalidawir.

## Metode

Variable yang digunakan sebagai tempat penelitian meliputi variabel bebas/*independent* dan variabel terikat/*dependent*. Variabel independen adalah variabel yang mempunyai dampak terhadap perkembangan atau perubahan variabel dependen. Jumlah penduduk yang tinggal di Desa Kalidawir, jumlah wilayah administratif, dan luas lahan TPST yang dapat diakses menjadi variabel independen dalam penelitian ini. Variabel yang dipengaruhi oleh sebab-sebab tersendiri disebut sebagai variabel terikat. Variabel hasil, aturan, dan hasil adalah nama umum untuk variabel terikat. Karena adanya variabel independen maka variabel dependen ikut terpengaruh atau berakibat. Jumlah umur sampah serta perkiraan fasilitas dan sistem TPST mengarah pada variabel terikat otonom dalam penelitian ini.

Rencana dalam penelitian ini mempunyai beberapa tahapan dalam pelaksanaannya. Tahapan tersebut terdiri dari tahap kesiapan, tahap pelaksanaan, tahap penyusunan laporan seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Tinjauan literatur terhadap topik penelitian akan dilakukan pada tahap persiapan, dan kemudian dengan persetujuan dosen pembimbing. Pada tahap pelaksanaan dilakukan beberapa cara yakni

- a. Menyiapkan peralatan
- b. Melakukan perhitungan proyeksi jumlah penduduk 10 tahun mendatang dari desa Kalidawir menggunakan data 5 tahun terakhir
- c. Melakukan perhitungan timbulan sampah menggunakan standart SNI 19-3983-1995 Spesifikasi timbulan sampah untuk kota kecil dan menengah dengan rumus  
Timbulan Sampah = Jumlah penduduk x Timbulan Sampah (m<sup>3</sup>/hari)..... (3.1)
- d. Menghitung Densitas Sampah
- e. Dengan memanfaatkan informasi tentang berat dan volume sampah, densitas sampah dapat diperkirakan Setelah mengumpulkan informasi jumlah dan berat sampah. Berdasarkan penelitian Ratya dan Herumurti (2017), pemilahan kandungan sampah telah dimodifikasi
- f. Membuat rencana teknis operasional pengolahan sampah di TPST
- g. Menghitung jumlah tenaga kerja di TPST
- h. Memproyeksi sarana dan prasarana di TPST

Selanjutnya dalam tahap ini akan dilakukan penyusunan laporan dengan data yang diperoleh dari analisis kemudian dievaluasi kembali sehingga mendapatkan masukan untuk mengembangkan potensi TPST Desa Kalidawir. Analisis timbulan sampah dilakukan sesuai SNI 19-3983-1995 Spesifikasi timbulan sampah untuk kota kecil dan menengah. Kemudian hasil tersebut diolah pada software excel dan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik, dan gambar secara jelas.

## Hasil dan Pembahasan

### A. Analisis Proyeksi Timbulan Sampah pada TPST Kalidawir

Proyeksi timbulan sampah dapat ditentukan dengan perhitungan jumlah penduduk sampai tahun 2032 dengan ukuran timbulan sampah yang telah ditentukan. Pada menyusun proyeksi penduduk, penting untuk menghitung proporsi pembangunan sesuai rumus dan hasilnya adalah perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatika. Selain data proyeksi jumlah penduduk, perhitungan timbulan sampah juga diharapkan dapat menentukan berapa banyak sampah yang dihasilkan di Kota Kalidawir untuk sampah sebelum sampah tersebut dipindahkan ke TPA. Timbulan sampah dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan.

### B. Proyeksi Penduduk

Ada tiga metode yang digunakan untuk memperkirakan populasi. Metode aritmatika, metode geometri, dan metode eksponensial digunakan untuk memproyeksikan populasi. Prediksi tersebut divalidasi menggunakan data populasi lima tahun sebelumnya. Data tersebut disediakan oleh Pemerintah Desa Kalidawir. Data yang digunakan mencakup tahun 2018 hingga 2022. Metode aritmatika masih digunakan untuk melakukan komputasi setelah mengumpulkan seluruh data penduduk tahun 2018 hingga 2022. Metodologi yang digunakan pada metode yang dipilih memiliki rasio ( $r$ ) yang mendekati 1.

Berdasarkan perhitungan yang menggunakan metode geometrik, aritmatika, dan eksponensial, maka persentase pada metode aritmatika memperoleh konsekuensi sebesar 0,865, dan metode geometrik memperoleh persentase sebesar 0,857, dan metode eksponensial biasa memperoleh persentase sebesar 0,852. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, metode aritmatika menghasilkan hasil perhitungan rasio yang mendekati 1. Oleh karena itu, metode aritmatika digunakan dalam pendekatan penjaminan proyeksi.

### C. Timbulan Sampah

Mengingat SNI 19-3983-1995 tentang Spesifikasi Timbulan Sampah untuk Perkotaan Kecil dan Menengah di Indonesia. Timbulan sampah adalah banyaknya sampah yang dihasilkan suatu wilayah dalam satuan volume atau berat per kapita per hari, atau per wilayah bangunan, atau per panjang jalan. Berapa timbulan sampah dapat dilihat pada tabel 1. Tabel timbulan sampah berdasarkan peraturan kota. Timbulan sampah adalah volume atau berat sampah yang dihasilkan setiap hari atau per luas bangunan, panjang jalan, atau per orang di suatu area. Tabel 1 “Timbulan sampah berdasarkan peraturan kota” menunjukkan berapa banyak sampah yang dihasilkan. Hasil timbulan sampah yang diantisipasi untuk TPST Kalidawir hingga tahun 2032 konsisten dengan perkiraan jumlah penduduk. Melalui bertambahnya jumlah penduduk hingga tahun 2032 dan sepenuhnya dihasilkannya sampah di TPST Kalidawir, maka timbulan sampah dapat diperkirakan. Perhitungan proyeksi timbulan sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Proyeksi Timbulan Sampah di TPST Kalidawir

Tahun	Jumlah Penduduk Tahun Proyeksi	Rata - Rata Timbulan Sampah		Volume Sampah (m <sup>3</sup> /hari)	Berat Timbulan Sampah (kg/hari)
		Volume (m <sup>3</sup> /jiwa/hari)	Berat (kg/jiwa/hari)		
2023	4118	0,28	0,700	11,324	2882
2024	4286	0,28	0,700	11,786	3000
2025	4460	0,28	0,700	12,265	3122
2026	4642	0,28	0,700	12,765	3249
2027	4831	0,28	0,700	13,285	3381
2028	5027	0,28	0,700	13,824	3518
2029	5232	0,28	0,700	14,388	3662
2030	5445	0,28	0,700	14,973	3812
2031	5666	0,28	0,700	15,581	3966
2032	5897	0,28	0,700	16,216	4127

Dari perhitungan proyeksi pada tabel 4.2 terlihat dari pertambahan penduduk pada tahun 2032 sebanyak 4118 jiwa, volume sampah per individu rata-rata 0,28 m<sup>3</sup>/orang/hari, berat sampah rata-rata per individu adalah 0,700 Kg/orang/hari, volume sampah 11,324 m<sup>3</sup>/hari, dan berat umur sampah 2882 kg/hari.

#### D. Proyeksi Sarana dan Prasarana di TPST Kalidawir

Dari hasil evaluasi perkembangan jumlah penduduk dan volume/ukuran sampah per kapita, penilaian kebutuhan kantor sampah (menghitung armada truk) dapat dinilai sesuai kebutuhan. Penentuan kebutuhan kantor dan pondasi sampah sangat penting untuk mengetahui berapa jumlah TPST dan armada pengangkut sampah (truk) yang dibutuhkan. Lebih jelasnya, jumlah sampah yang dihasilkan menentukan besar kecilnya kantor pengangkutan, persyaratan bagi TPST untuk dapat mewajibkan dan mengirimkan sampah dari rumah penduduk ke TPST.

#### E. Rencana Teknis Operasional Pengelolaan Sampah di TPST

Rencana fungsional khusus pengelolaan sampah di TPST Kota Kalidawir meliputi proses penanganan sampah yang dibantu melalui tahapan-tahapan berikut.

1. Pengangkutan
2. Penimbangan dan pembongkaran sampah
3. Pemilahan sampah
4. Pengumpulan sampah organik dan anorganik untuk didaur ulang
5. Daur ulang organik
  - a. Pemilahan komponen anorganik sesuai permintaan lapak
  - b. Pengemasan per komponen nonorganik terpilah
  - c. Pengiriman bahan lapak

## Kesimpulan

Berdasarkan penelitian di lapangan tentang Kajian Aspek Teknis Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST) di desa Kalidawir, Kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo, dapat diselesaikan sebagai berikut. Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi perkembangan penduduk, diketahui bahwa pada tahun 2023 jumlah penduduk Kota Kalidawir sebanyak 4.118 jiwa dengan timbulan sampah 11.324 m<sup>3</sup>/hari dan pada tahun 2032 jumlah penduduk sebanyak 5.897 jiwa dengan timbulan sampah 16.216 jiwa/m<sup>3</sup>/hari. Kebutuhan pekerja sampah di TPST desa Kalidawir pada tahun 2032 tergantung pada hasil perkiraan proyeksi tenaga kerja sebanyak 22 orang dan untuk luas kantor penanganan sampah sebesar 261 m<sup>2</sup>, maka proyeksi kantor dan kerangka kerja TPST Kota Kalidawir untuk 10 tahun ke depan sangat memadai karena luas TPST yang sedang berjalan masih tersisa 1500 m<sup>2</sup>.

## Konflik Kepentingan

Tidak ada potensi konflik kepentingan yang relevan dengan artikel ilmiah penelitian ini.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo atas dukungan pelaksanaan penelitian.

## Daftar Pustaka

- Anggreani, H.M. and Yafi, M.M. (2024) 'Analisis Kepuasan Pelanggan Terhadap Kualitas Pelayanan Menggunakan Metode Service Quality (Servqual) dan Metode Quality Function Deployment (QFD) (Studi Kasus Madrasah Ibtidaiyah "X")', *Nusantara Technology and Engineering Review*, 1(1), pp. 54–61. Available at: <https://doi.org/10.55732/nter.v1i1.1164>.
- Farahdiba, A.U. *et al.* (2023) 'The Present and Proposed Sustainable Food Waste Treatment Technology in Indonesia: A Review', *Environmental Technology & Innovation*, 32, p. 103256. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103256>.
- Irfan Firmansyah and Mohamad Mirwan (2022) 'Perencanaan Ulang Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Tambakrejo Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo', *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(6), pp. 835–843. Available at: <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i6.1193>.
- Kalleya, C. *et al.* (2023) 'Smart City Applications: A Patent Landscape Exploration', *Procedia Computer Science*, 227, pp. 981–989. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.607>.
- Kartika, A.A. and Puspikawati, S.I. (2021) 'Sistem Pengelolaan Sampah di TPST 3r Tembokrejo Kecamatan Muncar Banyuwangi', *Preventif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 12(2). Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.22487/preventif.v1...>
- Kartono Kurniawan, B. *et al.* (2023) 'Bamboo Material for Sustainable Development: A Systematic Review', *E3S Web of Conferences*. Edited by Widodo *et al.*, 444, p. 01011. Available at: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344401011>.
- Khoiriyah, L. and Widiyanti, A. (2023) 'Efektifitas Tanaman Mangrove *Rhizophora mucronata* dan Bakteri dalam Menurunkan Kadar Salinitas Air Payau', *Nusantara Technology and Engineering Review*, 1(1), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.55732/nter.v1i1.1068>.
- Maulana, F.I. *et al.* (2022) 'A Retrospective of International Research on IoT for Sustainability in Agricultural', in *7th North American International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Orlando, USA: IEOM Society International.

Peraturan Perundang-undangan (2018) *Undang-Undang (UU) Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan*

*Sampah, JDIH BPK*. Available at: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/39067/uu-no-18-tahun-2008>.

Salsabella, A., Widiyanti, A. and Dani Santoso, M.R. (2023) 'Studi Pemilahan Sampah Domestik di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Tambakrejo Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo', *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(1), p. 001. Available at: <https://doi.org/10.26418/jtllb.v11i1.56528>.

Septianto, A., Rosyidah, E. and Purnomo, A. (2021) 'Value of Biorefinery Research Mapping: A Scientometric Overview', in *Proceedings of the International Conference on Industrial & Mechanical Engineering and Operations Management*. Dhaka, Bangladesh: IEOM Society International.

Siregar, D. et al. (2020) *Technopreneurship: Strategi dan Inovasi*. Medan: Yayasan Kita Menulis. Available at: <https://kitamenulis.id/2020/04/13/technopreneurship-strategi-dan-inovasi/>.