



# Al-Ard

Jurnal Teknik Lingkungan

P-ISSN: 2460-8815  
E-ISSN: 2549-1652

Volume 08, Nomor 01  
September 2022



**Analisis Karakteristik Maggot dan Kasgot yang dihasilkan dari Proses Biokonversi Sampah Organik pada Bank Sampah Desa Bengle, Karawang**

Gina Lova Sari, Rommy Andhika Laksono, Aulia Fashanah Hadining, Andini Siti Rohmana, Bayu Aji Wicaksono

**Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah 3R (*Reduce Reuse Recycle*) di Kecamatan Kesamben Kabupaten Jombang**

Nanda Henik Pratiwi, Yayok Suryo Purnomo, Tuhu Agung Rachmanto, Naniek Ratni Juliardi A.R

**Pemodelan Pencemaran Udara untuk Industri Kayu Lapis di Kabupaten Blitar**

Muhammad Abdus Salam Jawwad, Restu Hikmah Ayu Murti, Rizka Novembrianto

**Analisis Total Bakteri *Coliform* dan Identifikasi *Escherichia coli* pada Makanan dan Minuman di Kantin X**

Irul Hidayati, Reni Ida Wati, Hanik Faizah

**Penilaian Dampak Lingkungan dan Upaya Pengelolaan Lingkungan Kegiatan Peternakan Unggas**

**(Studi Kasus: Peternakan Unggas Sirnagalih, Garut-Indonesia)**

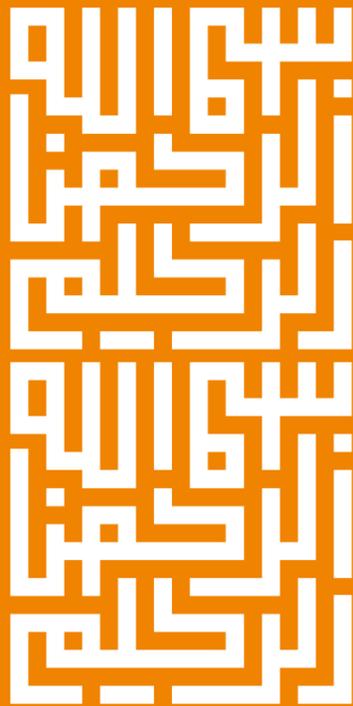
Ida Munfarida

**Analisis Risiko Paparan Karbon Monoksida (CO) terhadap Pedagang Pasar Tradisional Kota Jambi**

Yossi Kristin Anggelina, Nurul Amalia, Febri Juita Anggraini, Zuli Rodhiyah

**Pemetaan Tingkat Kebisingan di Kopelma Darussalam Kota Banda Aceh**

Adian Aristia Anas, Anggi Santia, Nurul Kamal, Nurhadia Humaira



Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

**DEWAN REDAKSI**  
**AL-ARD: JURNAL TEKNIK LINGKUNGAN**

Jurnal Al-Ard adalah Jurnal Teknik Lingkungan yang diterbitkan secara berkala dua kali dalam setahun oleh Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Ampel Surabaya.

**Penanggung Jawab**

Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd

**Ketua Redaksi**

Dedy Suprayogi, M.KL

**Redaktur**

Shinfi Wazna Auvaria, MT

**Penyunting/ Editor**

Ida Munfarida, MT

Sarita Oktarina, M.Kes

Sulistiya Nengse, MT

Amrullah, M.Ag

Widya Nilandita, M. KL

Teguh Taruna Utama, MT

**Reviewer**

Achmad Chusnun Ni'am, S.Si., M.T., Ph.D.

Dr. Gina Lova Sari, ST, MT

Dr. Maritha Nilam Kusuma, ST.MT

Dr. Ir. Mochammad Chaerul, S.T, M.T.

Dr. Ranno Marlany Rachman, ST, M.Kes

Dr. Rhenny Ratnawati, ST, MT

Arya Rezagama, ST, MT

**Alamat Redaksi**

Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Ampel Surabaya

Jl. Jend. Ahmad Yani 117 Surabaya Jawa Timur 60237

Telp. 031-8493836 Fax. 031-8474347

Website : [www.uinsby.ac.id](http://www.uinsby.ac.id)

Email : [al\\_ard@uinsby.ac.id](mailto:al_ard@uinsby.ac.id)

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas terselesainya edisi kedelapan Jurnal Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Ampel Surabaya. Jurnal ini diberi nama “**Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan**” berdasarkan kesepakatan bersama tim jurnal Program Studi Teknik Lingkungan, yang berarti **Bumi**.

Volume 8, no 1, Al-Ard Jurnal Teknik Lingkungan ini menampilkan 7 artikel, yaitu: *pertama*, mengenai “**Analisis Karakteristik Maggot dan Kasgot yang dihasilkan dari Proses Biokonversi Sampah Organik pada Bank Sampah Desa Bengle, Karawang**” yang ditulis oleh Gina Lova Sari, Rommy Andhika Laksono, Aulia Fashanah Hadining, Andini Siti Rohmana, Bayu Aji Wicaksono; *kedua*, mengenai “**Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah 3R (Reduce Reuse Recycle) di Kecamatan Kesamben Kabupaten Jombang**” yang ditulis oleh Nanda Henik Pratiwi, Yayok Suryo Purnomo, Tuhu Agung Rachmanto, Naniek Ratni Juliardi A.R; *ketiga*, mengenai “**Pemodelan Pencemaran Udara untuk Industri Kayu Lapis di Kabupaten Blitar**” yang ditulis oleh Muhammad Abdus Salam Jawwad, Restu Hikmah Ayu Murti, Rizka Novembrianto; *keempat*, mengenai “**Analisis Total Bakteri Coliform dan Identifikasi *Escherichia coli* pada Makanan dan Minuman di Kantin X**” yang ditulis oleh Irul Hidayati, Reni Ida Wati, Hanik Faizah; *kelima*, mengenai “**Penilaian Dampak Lingkungan dan Upaya Pengelolaan Lingkungan Kegiatan Peternakan Unggas (Studi Kasus: Peternakan Unggas Sirnagalih, Garut-Indonesia)**” yang ditulis oleh Ida Munfarida; *keenam*, mengenai “**Analisis Risiko Paparan Karbon Monoksida (CO) terhadap Pedagang Pasar Tradisional Kota Jambi**” yang ditulis oleh Yossi Kristin Anggelina, Nurul Amalia, Febri Juita Anggraini, Zuli Rodhiyah; *ketujuh*, mengenai “**Pemetaan Tingkat Kebisingan di Kopelma Darussalam Kota Banda Aceh**” yang ditulis oleh Adian Aristia Anas, Anggi Santia, Nurul Kamal, Nurhadia Humaira.

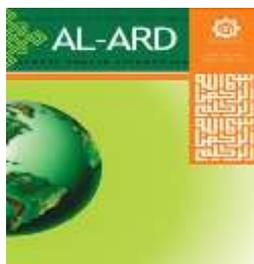
Semoga sajian artikel dalam jurnal ini mampu meningkatkan pemahaman mengenai lingkungan dan meningkatkan kesadaran bersama dalam pemanfaatan, pengembangan sekaligus pemeliharaan lingkungan dengan teknologi yang tepat guna. Kritik dan saran selalu kami harapkan sebagai perbaikan dan pengembangan jurnal edisi berikutnya.

Surabaya, September 2022

Salam Redaksi

## DAFTAR ISI

- Analisis Karakteristik Maggot dan Kasgot yang dihasilkan dari Proses Biokonversi Sampah Organik pada Bank Sampah Desa Bengle, Karawang** Hal. 01-07  
Gina Lova Sari, Rommy Andhika Laksono, Aulia Fashanah Hadining, Andini Siti Rohmana, Bayu Aji Wicaksono
- Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah 3R (*Reduce Reuse Recycle*) di Kecamatan Kesamben Kabupaten Jombang** Hal. 08-19  
Nanda Henik Pratiwi, Yayok Suryo Purnomo, Tuhu Agung Rachmanto, Naniek Ratni Juliard A.R
- Pemodelan Pencemaran Udara untuk Industri Kayu Lapis di Kabupaten Blitar** Hal. 20-25  
Muhammad Abdus Salam Jawwad, Restu Hikmah Ayu Murti, Rizka Novembrianto
- Analisis Total Bakteri *Coliform* dan Identifikasi *Escherichia coli* pada Makanan dan Minuman di Kantin X** Hal. 26-34  
Irul Hidayati, Reni Ida Wati, Hanik Faizah
- Penilaian Dampak Lingkungan dan Upaya Pengelolaan Lingkungan Kegiatan Peternakan Unggas (Studi Kasus: Peternakan Unggas Sirnagalih, Garut-Indonesia)** Hal. 35-45  
Ida Munfarida
- Analisis Risiko Paparan Karbon Monoksida (CO) terhadap Pedagang Pasar Tradisional Kota Jambi** Hal. 46-55  
Yossi Kristin Anggelina, Nurul Amalia, Febri Juita Anggraini, Zuli Rodhiyah
- Pemetaan Tingkat Kebisingan di Kopelma Darussalam Kota Banda Aceh** Hal. 56-67  
Adian Aristia Anas, Anggi Santia, Nurul Kamal, Nurhadia Humaira



## Analisis Karakteristik Maggot dan Kasgot yang dihasilkan dari Proses Biokonversi Sampah Organik pada Bank Sampah Desa Bengle, Karawang

Gina Lova Sari<sup>1,\*</sup>, Rommy Andhika Laksono<sup>2</sup>, Aulia Fashanah Hadining<sup>3</sup>, Andini Siti Rohmana<sup>1</sup>, Bayu Aji Wicaksono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

[\\*ginalovasari@gmail.com](mailto:ginalovasari@gmail.com)

### Abstract

Organic waste bioconversion through maggot cultivation is believed to be a solution for managing organic waste based on a circular economy. Maggot cultivation has been widely carried out by Bank Sampah managed by the community in Indonesia, one of which is located in Bengle Village, Karawang District. Bank Sampah (BS) of Bengle Village has been able to reduce organic waste and produce Kasgot using maggot cultivation, reaching 75.00% and 25.00%, respectively. This study aims to examine nutritional content of maggot and characteristics of kasgot produced by BS of Bengle Village. The results showed that fresh and dried maggot contained quite high fat and protein, of 38.99%; 29.65% and 40.94%; 34.75%, respectively. These values make both maggots feasible as sources of animal fat and protein for poultry. Furthermore, Kasgot contains N-total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Fe, and Pb each of 3.98%; 2.80%; 3.32%; 332.18 ppm; and 0.26 ppm has met the minimum specifications for solid organic fertilizer and compost from organic waste. However, the C/N ratio (6.40) and moisture content (22.77%) did not meet these standards and indicated that Kasgot was not stable as an organic fertilizer. Despite that, the quality of Kasgot can be improved through advanced fermentation processes such as vermicomposting so that it can be used as a substitute for inorganic fertilizers for plant growth and improve soil conditions.

Keywords: bioconversion, kasgot, maggot, organic fertilizer, organic waste

### Abstrak

Biokonversi sampah organik melalui budidaya maggot diyakini mampu menjadi solusi penanganan masalah sampah organik dengan memanfaatkan prinsip sirkular ekonomi. Budidaya maggot telah dilakukan oleh banyak bank sampah yang dikelola oleh masyarakat di Indonesia, salah satunya di Desa Bengle Kabupaten Karawang. Bank Sampah (BS) Desa Bengle mampu mereduksi sampah organik melalui budidaya maggot dengan persentase mencapai 75,00% dan menghasilkan kasgot sebanyak 25,00%. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kandungan nutrisi maggot dan karakteristik kasgot yang dihasilkan oleh BS Desa Bengle. Hasil pengujian menunjukkan bahwa maggot segar dan kering masing-masing mengandung lemak dan protein cukup tinggi, dimana nilainya secara berurutan adalah 38,99%; 29,65% dan 40,94%; 34,75% Nilai tersebut menjadikan kedua jenis maggot layak menjadi sumber lemak dan protein hewani bagi unggas. Selanjutnya, kasgot mengandung N-total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Fe, dan Pb masing-masing sebesar 3,98%; 2,80%; 3,32%; 332,18 ppm; dan 0,26 ppm telah memenuhi standar minimal pupuk organik padat dan spesifikasi kompos dari sampah organik. Namun, rasio C/N (6,40) dan kadar air (22,77%) tidak memenuhi kedua standar dan terindikasi bahwa kasgot belum matang sebagai pupuk organik. Meskipun demikian, kualitas kasgot masih dapat ditingkatkan melalui proses fermentasi lanjutan seperti *vermicomposting* sehingga dapat dimanfaatkan menjadi pengganti pupuk anorganik yang dapat membantu pertumbuhan tanaman dan memperbaiki kondisi tanah.

Kata Kunci: biokonversi, kasgot, maggot, pupuk organik, sampah organik

## 1. PENDAHULUAN

Sampah organik merupakan salah satu permasalahan kompleks yang belum terselesaikan di semua wilayah Indonesia,

termasuk di Kota Karawang. Sampah organik terdiri dari sisa makanan, sayur dan buah yang membusuk, daun, ranting, dan sebagainya. Fitriani, Purwaningrum, & Indrawati (2020)

melaporkan bahwa sampah organik di Kota Karawang menduduki peringkat komposisi terbanyak, mencapai 59,86% dari total sampah. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik penduduk wilayah di Kota Karawang yang sebagian besar bekerja di industri sehingga cukup konsumtif.

Jika mengacu pada jumlah penduduk di Kota Karawang sebanyak 352.425 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang, 2021a) yang tergolong dalam kategori kota sedang, maka dapat diproyeksikan bahwa jumlah sampah yang dihasilkan setiap hari mencapai 246,69–281,94 ton/hari (Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang, 2021a; SNI 19-3983-1995, 1995), dimana di dalamnya termasuk sampah organik sebanyak 147,67-168,77 ton/hari. Tingginya jumlah timbulan sampah organik tersebut sangat mengkhawatirkan karena dengan karakteristiknya yang mudah terurai dan membusuk, maka lindi dan gas metan lebih cepat terbentuk sehingga menyebabkan bau tidak sedap. Bahkan, biasanya sampah organik dimusnahkan dengan cara dibakar yang kemudian juga menyebabkan polusi udara. Kondisi ini menyebabkan keberadaan sampah organik yang tidak dikelola baik menjadi salah satu penyumbang emisi gas rumah kaca, dimana 1,00 kg sampah organik/minggu dapat meningkatkan produksi CO<sub>2</sub> mencapai 7,77 kg (Anifah, Rini, Hidayat, & Ridho, 2021; von Massow, Parizeau, Gallant, Wickson, Haines, Ma, Wallace, Carrol, & Duncan, 2019).

Sebagian masyarakat di Kota Karawang telah menyadari permasalahan yang telah dan mungkin ditimbulkan oleh sampah organik. Hal ini dibuktikan dengan terbentuknya hampir 200 bank sampah, dimana salah satunya berlokasi di Desa Benge, Kecamatan Majalaya. Sebagian besar wilayah Desa Benge berupa permukiman dengan jumlah penduduk sebanyak 38.506 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang, 2021b), dengan demikian dapat diperkirakan bahwa setiap harinya dihasilkan 16,13-18,43 ton sampah organik di Desa Benge.



**Gambar 1** Budidaya Maggot di Bank Sampah Desa Benge

Sampah organik di Bank Sampah (BS) Desa Benge awalnya diolah menjadi kompos tetapi tidak dilanjutkan karena beberapa kendala yaitu proses pengomposan lama sedangkan sampah organik terus dihasilkan setiap harinya, sehingga dibutuhkan lahan yang luas. Kondisi ini menjadi masalah penting karena lahan yang dimiliki BS Desa Benge terbatas. Oleh karena itu, sejak tahun 2018 BS Desa Benge mulai melakukan biokonversi sampah organik dengan memanfaatkannya sebagai pakan larva *black soldier fly* yang lazim dikenal sebagai maggot (**Gambar 1**).

Mekanisme biokonversi sampah organik menggunakan maggot sangat mudah dan sederhana, serta efektif dalam mengurangi volume timbulan sampah (Fahmi, Hem, & Subamia, 2009; Satori, Chofyan, Yuliadi, Rukmana, Wulandari, Izzatunnisaa, Kemaludin, & Rohman, 2021). Menurut Dortmans, Diener, Verstappen, & Zurbrügg (2017) pertumbuhan dan perkembangbiakan maggot dapat berlangsung optimal pada suhu 24-30°C dengan kelembaban 70-80%. Pemanfaatan biokonversi juga dapat memutus rantai penyakit akibat penyebaran *Salmonella* spp.

Biokonversi adalah proses berkelanjutan yang memanfaatkan maggot untuk mengubah nutrisi dalam sampah organik menjadi polipeptid yang mengandung protein, lipid, peptida, asam amino, kitin, dan vitamin (Leong, Kutty, Malakahmad, & Tan, 2016; Liu, Wang, & Yao, 2019). Menurut Khan, Khan, Sultan, Khan, Hayat, & Shahid. (2016), maggot memiliki tingkat kontaminan kimia yang rendah dibawah dari standar yang ditetapkan oleh WHO. Maggot juga diyakini tidak membawa telur koksidiosis yang dapat menyebabkan gangguan pencernaan aboral pada unggas (Awoniyi, Adebayo, & Aletor, 2004). Oleh karena itu, maggot dianggap sebagai serangga non-hama, bermanfaat, dan memiliki nilai ekonomi sehingga berpotensi digunakan sebagai pakan alternatif untuk unggas dan ikan

(Dortmans dkk., 2017; Khan dkk., 2016; Wardhana, 2017).

Biokonversi sampah organik menghasilkan entropi berupa kasgot yang juga menjadi produk akhir dalam budidaya maggot. Umumnya, kasgot dihasilkan sebanyak 10,00% dari jumlah total sampah organik yang dikonsumsi oleh maggot. Menurut Dortmans dkk. (2017) dan Muhadat (2021), kasgot mengandung nutrisi-nutrisi organik yang jika dimanfaatkan di lahan pertanian dapat mengurangi penurunan hara tanah.

Namun, hingga saat ini maggot dan kasgot yang dihasilkan dari proses biokonversi sampah organik di BS Desa Bengle belum dimanfaatkan maksimal secara ekonomi karena karakteristik keduanya belum diketahui. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kandungan nutrisi maggot dan karakteristik kasgot sebagai pupuk organik serta potensi ekonominya. Dengan demikian, diharapkan tujuan dari pengelolaan sampah berbasis sirkular ekonomi dan ekonomi hijau dapat tercapai.

## 2. METODE PENELITIAN

Kajian ini dilakukan dengan menganalisis kandungan nutrisi proksimat yang terdiri dari lemak, protein, karbohidrat, dan serat dari maggot berumur 14 hari dalam bentuk segar dan kering. Jenis pakan maggot yang digunakan dalam proses budidayanya adalah sampah organik dapur dan sayuran tanpa pengaturan yang disesuaikan dengan kondisi eksisting pada BS Desa Bengle. Sedangkan maggot kering diperoleh melalui proses pengeringan yang terdiri dari perebusan, pengeringan menggunakan oven dan sangrai selama kurang lebih 45-60 menit pada kisaran suhu 90,00-95,00°C (Fapohunda, 2013). **Tabel 1** menunjukkan parameter dan metode analisis yang digunakan untuk uji proksimat dari maggot segar dan kering.

**Tabel 1** Parameter Uji dan Metode Analisis Kandungan Maggot Segar dan Kering

Parameter	Metode Analisis
Lemak (%)	Hidrolisis (Weibull)
Protein (%)	Semimikro (Kjehdahl)
Karbohidrat (%)	Titration (Luff-scrhool)
Air (%)	
Abu(%)	Gravimetri
Serat (%)	

Analisis juga dilakukan untuk mengetahui potensi kasgot sebagai pupuk organik padat.

Parameter uji dan metode analisisnya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

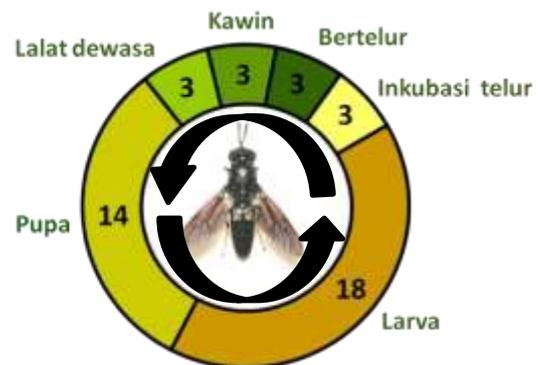
**Tabel 2** Parameter Uji dan Metode Analisis Karakteristik Kasgot

Parameter	Metode Analisis
C-Organik (%)	SNI 7763:2018
N-Total (%)	
Kadar Air (%)	Gravimetri
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Spektrofotometri
K <sub>2</sub> O (%)	
Ca (%)	Atomic Absorbtion Spectrophotometer
Mg (%)	
Fe (ppm)	
Pb (ppm)	

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Kandungan Nutrisi Maggot

Siklus perkembangbiakan maggot dari fase prepupa hingga menjadi pupa rata-rata berlangsung selama 12-14 hari (lihat **Gambar 2**). **Tabel 3** menunjukkan hasil analisis kandungan proksimat dari maggot segar dan kering yang berumur 14 hari.



Ket: angka pada gambar menunjukkan periode waktu dalam hari yang dibutuhkan dalam siklus perkembangan maggot

**Gambar 2.** Siklus Perkembangan Maggot  
 (Sumber: Wardhana, 2017)

**Tabel 3** Kandungan Nutrisi Maggot

Parameter	Kandungan	
	Segar	Kering
Lemak (%)	38,99	40,94
Protein (%)	29,65	34,75
Karbohidrat (%)	2,16	5,92
Air (%)	8,00	4,00
Abu (%)	1,90	5,54
Serat (%)	8,95	6,36

**Tabel 3** menunjukkan bahwa maggot yang dibudidayakan dengan memanfaatkan sampah organik dapur dan sisa sayuran di Desa Bengle mengandung lemak dan protein yang cukup tinggi yang masing-masing berkisar antara 40,94-48,99% dan 29,65-34,75%. Jika diamati, kandungan protein cenderung lebih rendah dibandingkan lemak pada kedua bentuk

maggot. Hal ini dipengaruhi oleh umur panen maggot yang memasuki usia 14 hari. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Aniebo & Owen (2010) bahwa kandungan lemak dan protein memiliki hubungan berbanding terbalik dimana semakin mendekati fase pupa, maka kandungan lemak bertambah tinggi sedangkan protein menjadi lebih rendah. Kondisi ini dipengaruhi oleh protein dalam maggot semakin lama akan mengalami reaksi enzimatik yang menyebabkan perubahan senyawanya menjadi asam amino (Huang, Feng, Wiong, Wang, Wang, Wang, & Yang, 2019).

Hal tersebut didukung oleh penelitian terdahulu yang melaporkan bahwa kandungan lemak dalam maggot berumur 10-12 hari berkisar antara 13,37-34,09% (Amandanisa & Suryadarma, 2020; Santi, Astuti, & Pasamboang, 2020), lebih rendah dibandingkan dengan maggot BS Desa Bengle. Sedangkan kandungan protein maggot pada penelitian terdahulu lebih tinggi dibandingkan maggot BS Desa Bengle mencapai 41,22-61,42% (Amandanisa & Suryadarma, 2020; Azir, Harris, Bayu, & Haris, 2017; Fahmi dkk., 2009; Liu, Wang, & Yao, 2019; Satori dkk., 2021) Mengacu pada hal ini, maka perlu dilakukan analisis kandungan protein dan lemak maggot BS Desa Bengle pada umur kurang dari 14 hari sehingga diperoleh informasi nutrisi maksimal pada umur maggot yang tepat.

Kombinasi kandungan air dan lemak yang cukup tinggi pada maggot segar berpotensi menyebabkan kerusakan karena adanya peningkatan kerentanan terhadap degradasi enzimatik dan non-enzimatik serta oksidasi lemak (Fapohunda, 2013; Kröncke, Grebenteuch, Keil, Demtröder, Kroh, Thünemann, Benning, & Haase, 2019). Oleh karena itu, untuk memperpanjang masa simpan yang juga dapat meningkatkan nilai ekonomi maggot maka pengolahan menjadi maggot kering sangat direkomendasikan (Khan dkk., 2016).

**Tabel 3** menunjukkan bahwa kadar air mengalami pengurangan sebanyak 50,00%. Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan lemak dan protein pada maggot kering masing-masing menjadi 40,94% dan 34,75%. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Huang dkk. (2019) dan Kröncke dkk. (2019) bahwa protein dan lemak bersifat tidak larut dalam air. Kondisi tersebut menyebabkan H<sub>2</sub>O menguap pada proses pengeringan, tetapi

protein dan lemak mengalami polimerisasi dan terkonsentrasi menjadi lebih padat.

Kandungan protein dari maggot kering tersebut mendekati rata-rata protein dari kacang kedelai yaitu 46,00% (Khan dkk., 2016) sehingga cukup layak digunakan sebagai pakan unggas. Bahkan penulis yang sama menyatakan bahwa maggot dapat menggantikan 7-30% jumlah pakan untuk budidaya ayam boiler. Lebih lanjut, Fahmi dkk. (2009); Dortmans dkk. (2017); dan Amandanisa & Suryadarma (2020) juga melaporkan bahwa maggot berpotensi tinggi digunakan sebagai pakan alternatif untuk ikan karena mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangbiakannya.

### 3.2 Karakteristik Kasgot

Kuantitas dari kasgot sangat dipengaruhi oleh ukuran cacahan dari sampah organik yang digunakan sebagai pakan maggot. Ukuran cacahan sampah organik yang besar dapat menyebabkan penyerapan substrat oleh maggot tidak maksimal sehingga menyisakan kasgot (lihat **Gambar 3**) dengan jumlah lebih banyak (Muhayyat, Yuliansyah, & Prasetya, 2016; Surya, 2020). Lebih lanjut, Dortmans dkk. (2017) menjelaskan bahwa ukuran sampah organik ideal untuk mempercepat penyerapan nutrisi oleh maggot adalah kurang dari 2,00 cm.



**Gambar 3** Kasgot BS Desa Bengle

**Gambar 3** menunjukkan visual kasgot dengan jumlah yang cukup banyak mencapai 8-10 kg yang diakibatkan oleh ukuran cacahan sampah organik yang cukup besar mencapai 5 cm sebagai akibat dari proses pencacahan menggunakan pisau yang digunakan oleh pegiat BS Desa Bengle. Jumlah kasgot yang dihasilkan tersebut mencapai 25,00% dari jumlah sampah organik yang digunakan sebagai pakan maggot selama 14 hari yaitu 31,00-40,00 kg.

Kasgot memiliki karakteristik mirip dengan pupuk organik padat. **Tabel 4** menunjukkan bahwa kandungan N-total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Fe, dan Pb telah memenuhi standar minimal pupuk organik padat Kementerian Pertanian Republik Indonesia (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2019) dan spesifikasi kompos dari sampah organik domestik (Badan Standarisasi Nasional, 2004). Sedangkan, rasio C/N dan kadar air belum memenuhi yang mengindikasikan bahwa kasgot berada dalam kondisi belum stabil dan matang sebagai pupuk organik. Meskipun demikian, keberadaan N-total dan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang memenuhi standar mengindikasikan bahwa kasgot masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan untuk tanaman dan ditingkatkan kualitasnya melalui proses *vermicomposting* (Dortmans dkk., 2017; Surya, 2020). Selain itu, kasgot juga mengandung Ca dan Mg dengan kadar yang cukup baik, sehingga memiliki potensi untuk memperbaiki struktur dan komposisi tanah.

**Tabel 4** Karakteristik Kasgot sebagai Pupuk Organik Padat

Parameter	Kadar	Standar Minimal Pupuk Organik Padat <sup>1</sup>	Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Dapur <sup>2</sup>	Keterangan
C-organik (%)	25,32	≥15	≥ 9,80	Memenuhi
N-total (%)	3,98		≥ 0,40	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	2,80	≥ 2	≥ 0,10	Memenuhi
K <sub>2</sub> O (%)	3,32		≥ 0,20	
Rasio C/N	6,40	25	≥ 10	Belum memenuhi
Kadar air (%)	22,77	8-20	-	Belum memenuhi
Ca (%)	2,81		< 50	
Mg (%)	0,41		< 0,60	-
Fe (ppm)	332,18	< 15.000	-	Memenuhi
Pb (ppm)	0,26	< 50	< 150	Memenuhi

Sumber:

<sup>1</sup> Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2019)

<sup>2</sup> Badan Standarisasi Nasional (2004)

Kasgot jika dikembangkan lebih lanjut jelas memiliki nilai ekonomi yang besarnya mencapai Rp30.000/5 kg (Magalarva, 2022). Selain itu, pengembangan kasgot sebagai pupuk organik padat juga dapat mendukung pengurangan penggunaan pupuk anorganik yang dapat menyebabkan deplesi hara dan menurunkan kualitas hasil tanaman (Muhadat, 2021).

Dengan demikian, aktivitas yang dilakukan oleh BS Desa Bengele dapat mendukung perwujudan target pemerintah untuk mereduksi ancaman terhadap kesehatan lingkungan dan masyarakat (Dortmans dkk., 2017) dengan mengurangi 50,00% jumlah sampah organik (Suciati & Faruq, 2016) pada tahun 2030 sebagaimana yang dituangkan dalam Program SDGs.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa maggot yang dibudidayakan di BS Desa Bengele baik dalam bentuk segar maupun kering cukup layak menjadi sumber protein hewani untuk pakan unggas. Sedangkan karakteristik kasgot, belum memenuhi standar minimal pupuk organik karena rasio C/N kurang dari 25 dan kadar air melebihi 20%. Lebih lanjut, untuk tindak lanjut dari kajian ini dibutuhkan penelitian terkait dengan jenis dan komposisi sampah organik serta periode pembiakan yang tepat untuk mendapatkan maggot dengan kandungan nutrisi yang optimal. Selain itu, juga dibutuhkan teknik pengeringan yang tepat untuk menjaga konsistensi nutrisi maggot.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kajian ini didukung oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi melalui pendanaan Program Pengabdian kepada Masyarakat skema Kemitraan Masyarakat dengan nomor kontrak induk dan turunan masing-masing yaitu 085/E5/RA.00PM/2022 dan 127.2/UN64.10/PM/2022.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Amandanisa, A., & Suryadarma, P. (2020). Nutrition and Aquaculture Study of Maggot (*Hermentia illuciens* L.) as Fish Feed Alternative in RT 02 Purwasari Village, Dramaga Sub-District, Bogor District. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat Juli*, 2(5), 796–804.
- Aniebo, A. O., & Owen, O. J. (2010). Effect of Age and Method of Drying on the Proximate Composition of Housefly Larvae (*Musca domestica* Linnaeus) Meal (HFLM). *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(5), 485–487.
- Anifah, E. M., Rini, I. D. W. S., Hidayat, R., & Ridho, M. (2021). Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Kegiatan Pengelolaan Sampah di Kelurahan Karang Joang, Balikpapan. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 13(1), 17–33.
- Awoniyi, T. A. M., Adebayo, I. A., & Aletor, V. A. (2004). A Study of Some Erythrocyte Indices and Bacteriological Analysis of Broiler-chickens Raised on Maggot-meal Based Diets. *International Journal of Poultry Science*, 3(6), 386–390.
- Azir, A., Harris, H., Bayu, R., & Haris, K. (2017). Production and Nutrition of Maggot

- (Chrysomya Megacephala) using Different Culture Media Composition. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 12(1), 34–40.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang. (2021a). *Kabupaten Karawang dalam Angka Tahun 2021*. Karawang. Retrieved from <https://www.freepik.com>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang. (2021b). *Kecamatan Majalaya dalam Angka 2021*. Karawang.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *Standar Nasional Indonesia No. 19-7030-2004 Tentang Spesifikasi kompos dari Sampah Organik Domestik*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Dortmans, B., Diener, S., Verstappen, B., & Zurbrugg, C. (2017). *Black Soldier Fly Biowaste Processing - A Step-by-Step Guide* (P. Donahue, Ed.). Dübendorf, Switzerland: Eawag – Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
- Fahmi, M. R., Hem, S., & Subamia, I. W. (2009). Potensi Maggot untuk Peningkatan Pertumbuhan dan Status Kesehatan Ikan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 4(2), 221–232.
- Fapohunda, O. O. (2013). *Evaluation of Full-fat and Defatted Maggot Meal*. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/350514579>
- Fitriani, A., Purwaningrum, P., & Indrawati, D. (2020). Analisis Aspek Teknis Operasional Pengelolaan Sampah di Kecamatan Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang. *Prosiding Seminar Nasional Pakar Ke 3*, 31–36. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Huang, C., Feng, W., Xiong, J., Wang, T., Wang, W., Wang, C., & Yang, F. (2019). Impact of drying method on the nutritional value of the edible insect protein from black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae: amino acid composition, nutritional value evaluation, in vitro digestibility, and thermal properties. *European Food Research and Technology*, 245(1), 11–21. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3136-y>
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. *Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 Tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah*, Pub. L. No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019, 1 (2019). Indonesia.
- Khan, S., Khan, R. U., Sultan, A., Khan, M., Hayat, S. U., & Shahid, M. S. (2016). Evaluating the suitability of maggot meal as a partial substitute of soya bean on the productive traits, digestibility indices and organoleptic properties of broiler meat. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(4), 649–656. <https://doi.org/10.1111/jpn.12419>
- Kröncke, N., Grebenteuch, S., Keil, C., Demtröder, S., Kroh, L., Thünemann, A. F., ... Haase, H. (2019). Effect of different drying methods on nutrient quality of the yellow mealworm (*Tenebrio molitor* L.). *Insects*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/insects10040084>
- Leong, S. Y., Kutty, S. R. M., Malakahmad, A., & Tan, C. K. (2016). Feasibility Study of Biodiesel Production using Lipids of *Hermetia Illucens* Larva Fed with Organic Waste. *Waste Management*, 47, 84–90. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.03.030>
- Liu, C., Wang, C., & Yao, H. (2019). Comprehensive Resource Utilization of Waste using the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* (L.)) (diptera: Stratiomyidae). *Animals*, Vol. 9. MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani9060349>
- Magalarva. (2022). Pupuk Organik Kasgot (Bekas Magot) Organic Fertilizer 5 kg.
- Muhadat, I. S. (2021). *Kasgot sebagai Alternatif Pupuk Organik Padat pada Tanaman Sawi (Brassica juncea L) dengan Metode Vertikultur*. Lampung.
- Muhayyat, M. S., Yuliansyah, A. T., & Prasetya, A. (2016). Pengaruh Jenis Limbah dan Rasio Umpan pada Biokonversi Limbah Domestik Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Rekayasa Proses*, 10(1), 23–29.
- Santi, Astuti, A. T. B., & Pasamboang, J. (2020). Nilai Nutrisi Maggot Black Solder Fly (*Hermetia Illucens*) dengan Berbagai Media. *Agrovital : Jurnal Ilmu Pertanian.*, 5(2), 91–93. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.01.005>
- Satori, M., Chofyan, I., Yuliadi, Y., Rukmana, O., Wulandari, I. A., Izzatunnisaa, F., ... Rohman, A. S. (2021). Community-Based Organic Waste Processing using BSF Maggot Bioconversion. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, 5(2), 83–90. <https://doi.org/10.23969/jcbeem.v5i2.4445>
- SNI 19-3983-1995. (1995). *Standar Nasional Indonesia Spesifikasi Timbulan Sampah*

untuk Kota Kecil dan Kota Sedang di Indonesia. Jakarta.

- Suciati, R., & Faruq, H. (2016). Efektifitas Media Pertumbuhan Maggots *Hermetia illucens* (Lalat Tentara Hitam) sebagai Solusi Pemanfaatan Sampah Organik. *Biosfer: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 1(1), 8–13.
- Surya, A. (2020). Utilization Of Organic Waste Destruction Machine To Produce Feed For Maggots. *Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy*, 4(1), 31–39.  
<https://doi.org/10.31289/jmemme.v4i1.3744>
- Von Massow, M., Parizeau, K., Gallant, M., Wickson, M., Haines, J., Ma, D. W. L., ... Duncan, A. M. (2019). Valuing the Multiple Impacts of Household Food Waste. *Frontiers in Nutrition*, 6, 1–17.  
<https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00143>
- Wardhana, A. H. (2017). Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as an Alternative Protein Source for Animal Feed. *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 26(2), 069.  
<https://doi.org/10.14334/wartazoa.v26i2.13>

27



## Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah 3R (*Reduce Reuse Recycle*) di Kecamatan Kesamben Kabupaten Jombang

Nanda Henik Pratiwi<sup>1,\*</sup>, Yayok Suryo Purnomo<sup>2</sup>, Tahu Agung Rachmanto<sup>3</sup>, Naniek Ratni Juliardi A.R<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

[\\*18034010023@student.upnjatim.ac.id](mailto:*18034010023@student.upnjatim.ac.id)

---

### Abstract

The increase in the amount of waste coupled with the lack of waste management facilities, as well as the lack of knowledge and public awareness in managing waste causes the accumulation of waste to have an impact on environmental pollution. In the Kesamben sub-district, Jombang, there is no waste management facility, so people choose to do open burning, throw garbage on the side of the road, and even throw garbage directly into the river. From these problems, a TPS 3R was planned in Kesamben District. In planning the TPS 3R, population data and population projections, waste generation data, waste composition, waste generation projections and local area HSPK are required. Data collection on waste generation and composition was carried out by sampling at residents' homes. The results of the sampling obtained the weight of waste generation of 0.1393 kg/person/day with a waste volume of 0.0022 m<sup>3</sup>/person/day. The composition of the waste consists of organic waste, plastic, paper, cloth/textile, glass, Styrofoam, and diapers. With the percentage of waste composition, respectively, namely 64.55%; 19.7%; 8.49%; 1.71%; 0.41%; 0.75%; and 4.38%. From this data, a TPS 3R building is planned which can process waste up to a volume of 164.55 m<sup>3</sup>/day. Consists of a reception room, sorting room, inorganic waste storage room, plastic waste processing unit, organic waste processing unit, liquid organic fertilizer storage room, residual waste storage room, and supporting facilities. From the planning that has been done, it takes a budget plan of Rp2.052.524.176,35.

Keywords: population, solid waste generation, waste volume, waste composition, total area

### Abstrak

Jumlah sampah yang terus meningkat ditambah dengan kurangnya fasilitas pengelolaan sampah, serta kurangnya pengetahuan dan kesadaran masyarakat dalam mengelola sampah menyebabkan adanya penumpukan sampah hingga berdampak pada pencemaran lingkungan. Di daerah kecamatan Kesamben, Jombang belum terdapat fasilitas pengelolaan sampah sehingga masyarakat memilih melakukan *open burning*, membuang sampah di tepi jalan, bahkan membuang sampah langsung ke sungai. Dari permasalahan tersebut, dilakukan perencanaan TPS 3R di Kecamatan Kesamben. Dalam merencanakan TPS 3R, diperlukan data penduduk dan proyeksi penduduk, data timbulan sampah, komposisi sampah, proyeksi timbulan sampah serta HSPK wilayah setempat. Data timbulan dan komposisi sampah diambil dari kegiatan sampling sampah di rumah-rumah warga. Hasil sampling menunjukkan berat timbulan sampah sebesar 0,1393 kg/orang/hari dengan volume sampah sebesar 0,0022 m<sup>3</sup>/orang/hari. Komposisi sampah terdiri atas sampah organik, plastik, kertas, kain/tekstil, kaca, *Styrofoam*, dan popok. Dengan presentase komposisi sampah berturut-turut yaitu 64,55%; 19,7%; 8,49%; 1,71%; 0,41%; 0,75%; dan 4,38%. Dari data tersebut dilakukan perencanaan bangunan TPS 3R yang dapat mengolah sampah hingga volume 164,55 m<sup>3</sup>/hari. Terdiri atas ruang penerimaan, ruang pemilahan, ruang penyimpanan sampah anorganik, unit pengolahan sampah plastik, unit pengolahan sampah organik, ruang penyimpanan pupuk organik cair, ruang penampungan sampah residu, dan sarana penunjang. Dari perencanaan yang telah dilakukan dibutuhkan RAB sebesar Rp2.052.524.176,35.

Kata Kunci: penduduk, timbulan sampah, volume sampah, komposisi sampah, luas area

---

## 1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan permasalahan yang umum dan tidak dapat diabaikan. Sampah tidak bisa dipisahkan dari semua aspek

kehidupan, pertambahan jumlah sampah akan terus terjadi seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas manusia (Putra et al., 2019). Peningkatan jumlah

sampah diperparah dengan fasilitas pembuangan sampah yang kurang memadai, kurangnya kesadaran masyarakat dalam kegiatan pengelolaan dan pembuangan sampah, serta kurangnya pengetahuan dan wawasan masyarakat bahwa sampah bisa dimanfaatkan (Sari, 2016). Laju pertumbuhan jumlah sampah yang cukup cepat namun pengelolaannya yang tidak seimbang dapat menyebabkan penumpukan sampah yang berdampak pada pencemaran lingkungan (Firmansyah & Noor, 2016). Untuk mencegah maupun menghindari pencemaran lingkungan akibat sampah, diperlukan metode dan teknik pengelolaan sampah yang sesuai dengan aturan (Kurniawan & Santoso, 2020). Menurut Undang-undang No. 18 tahun 2008, pengelolaan sampah terbagi atas dua kegiatan yaitu pengurangan sampah dan penanganan sampah. Kegiatan yang perlu dilakukan dalam mengurangi sampah yaitu dengan meminimalisasi timbulan sampah, mendaur ulang sampah dan/atau memanfaatkan kembali sampah.

Kecamatan Kesamben merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Jombang dengan jumlah penduduk yang cukup besar, yaitu sebanyak 66.861 jiwa dan memiliki wilayah seluas 51,72 km<sup>2</sup> (BPS, 2021). Diperkirakan jumlah timbulan sampah di Kecamatan Kesamben yaitu sebesar 46,8 ton/hari jika diasumsikan jumlah timbulan sampah sebesar 0,7 kg/orang/hari menurut SNI 19-3938-1995 Tentang Spesifikasi Timbulan Sampah Untuk Kota Kecil Dan Kota Sedang Di Indonesia. Dimana timbulan sampah di kecamatan Kesamben berasal dari pemukiman maupun fasilitas umum seperti pasar, fasilitas kesehatan, tempat ibadah maupun sekolah. Sampah yang dihasilkan di kecamatan Kesamben berupa sampah plastik, sampah dapur dan sampah pasar yang berupa sampah organik, dan sampah lainnya.

Berdasarkan pengamatan, masyarakat kecamatan Kesamben belum melakukan pengelolaan sampah yang sesuai dengan aturan dan ketentuan. Dimana sebagian besar masyarakat mengelola sampah dengan membakarnya di ruang terbuka (*open burning*). Masyarakat memanfaatkan area persawahan dan area lahan kosong untuk membakar sampah mereka. Hal ini menyebabkan timbulnya masalah baru berupa pencemaran udara serta pembakaran di area pemukiman juga dapat mengganggu aktivitas masyarakat. Sedangkan masyarakat yang tidak

memiliki lahan cenderung membuang sampah di tepi jalan yang dapat menimbulkan bau dan mengganggu estetika lingkungan. Sebagian masyarakat langsung membuang sampah ke sungai dan saluran irigasi sehingga menyebabkan penyumbatan. Kurangnya kesadaran masyarakat dalam mengelola sampah disebabkan oleh minimnya fasilitas pengelolaan sampah di kecamatan Kesamben sehingga masyarakat mengelola sampah tanpa prosedur yang sesuai dengan ketentuan. Pengelolaan sampah harus melibatkan beberapa pihak untuk membangun sistem pengelolaan sampah perkotaan. Peran pemerintah, masyarakat, dan pihak-pihak teknis sangat penting dalam menyusun model sistem pengelolaan sampah yang efektif, efisien dan berkelanjutan (Guerrero et al., 2013).

Kabupaten Jombang memiliki tempat pemrosesan akhir (TPA) regional yang dikelola oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jombang. Berlokasi di Desa Banjardowo, TPA ini terletak di pinggiran kabupaten. Kecamatan Kesamben berjarak ±20 km dari tempat pemrosesan akhir (TPA) regional sehingga pelayanan pengelolaan sampah belum mencakup wilayah kecamatan Kesamben. Sistem pengelolaan sampah di TPA secara umum menggunakan sistem penimbunan, baik menggunakan *controlled landfill* atau *sanitary landfill*. Sistem ini memerlukan lahan TPA yang cukup luas. Volume sampah yang terus bertambah dapat menimbulkan permasalahan baru bagi sistem pengelolaan sampah di TPA. Selain itu, penimbunan sampah di TPA merupakan penyumbang emisi terbesar. Sebagai contoh di Kendari, *landfill* menyumbang emisi GRK dengan konsentrasi 50.010 ton CO<sub>2</sub> ekivalen/tahun (Chaerul et al., 2016) Untuk itu diperlukan kesadaran masyarakat untuk mengelola timbulan sampah sejak dari sumbernya. Tujuan pengelolaan sampah dari sumbernya adalah untuk meminimalisasi timbulan sampah sebelum menuju TPA, agar pengelolaan sampah di TPA menjadi lebih efisien (Hariyadi et al., 2020).

Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisasi timbulan sampah yaitu dengan menerapkan konsep 3R (*Reduce Reuse Recycle*). Konsep *reduce* yaitu pengolahan sampah dengan cara mengurangi segala hal yang dapat menimbulkan sampah, sedangkan *reuse* yaitu pengolahan sampah dengan cara menggunakan sampah tertentu yang masih

layak pakai, dan *recycle* yang berarti mengolah sampah menjadi barang yang lebih berguna (Sujarwo et al., 2014). Konsep 3R juga sudah di terapkan di Cina yaitu dengan mengembangkan daur ulang limbah padat perkotaan, *e-waste* dan kendaraan akhir masa pakai (ELV) untuk pencegahan limbah (Liu et al., 2017). Dengan adanya konsep tersebut, maka perlu direncanakan sistem pengelolaan sampah di kecamatan Kesamben sesuai dengan ketentuan yang berlaku yaitu melalui perencanaan tempat pengolahan sampah 3R. Konsep TPS 3R sangat baik digunakan dalam menangani sampah, karena konsep ini menekankan pada cara pengurangan, pemanfaatan, dan pengolahan sejak dari sumbernya. Konsep TPS 3R diterapkan pada skala komunal, seperti; wilayah pemukiman, wilayah komersial, wilayah perkantoran, wilayah pendidikan, dll. Volume sampah dapat dikurangi dengan cara memilah dan mengolah sampah organik dan non organik sejak dari sumbernya. Di TPS 3R terdapat proses pengolahan sampah yaitu dengan memilah sampah organik dan sampah non organik. Sampah organik diolah secara biologis (melalui komposting) sedangkan sampah non organik didaur ulang untuk menambah nilai ekonomi ataupun dikelola melalui bank sampah (PUPR, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah timbulan sampah serta komposisi sampah yang ada di kecamatan Kesamben dan menentukan perencanaan Tempat Pengolahan Sampah 3R di Kecamatan Kesamben yang diperkirakan mampu untuk menampung kapasitas hingga 7 tahun yang akan datang. TPS 3R yang direncanakan terdiri atas area pemilahan sampah, area pengolahan sampah organik, area pengolahan sampah anorganik (daur ulang), dan area penampungan sampah residu. Dengan adanya perencanaan TPS 3R di kecamatan Kesamben, kabupaten Jombang diharapkan jumlah sampah residu dapat berkurang, sampah organik dan non organik dapat dimanfaatkan, serta dapat memperbaiki permasalahan sistem pengelolaan sampah oleh masyarakat di kecamatan Kesamben.

## 2. METODE PENELITIAN

Perencanaan TPS 3R ini berlokasi di Desa Kesamben, Kecamatan Kesamben, Kabupaten Jombang. Tahapan perencanaan TPS 3R dimulai dari melakukan studi literatur, mengumpulkan data berupa data primer dan sekunder, perencanaan TPS 3R berupa

perhitungan dimensi dan penggambaran TPS 3R serta penyusunan laporan.

Pengumpulan data berupa data primer dilakukan dengan pengambilan data timbulan sampah, menghitung komposisi sampah, menghitung proyeksi penduduk dan proyeksi timbulan sampah serta menghitung desain area TPS 3R. Sedangkan data sekunder meliputi luas wilayah, peta wilayah, data jumlah penduduk serta HSPK Kab. Jombang tahun 2020.

Perencanaan TPS 3R dilakukan dengan terlebih dahulu mengambil data primer melalui sampling timbulan sampah di Kecamatan Kesamben. Sample yang diambil yaitu dari sektor pemukiman dengan perhitungan jumlah sampel berdasarkan SNI 19-3964-1994 Tentang Metode Pengambilan Dan Pengukuran Contoh Timbulan Dan Komposisi Sampah Perkotaan. Rumus yang digunakan untuk menghitung jumlah sampel yaitu:

$$S = Cd\sqrt{Ps} \quad (1)$$

dengan:

S = jumlah contoh (jiwa)

Cd = koefisien perumahan  
1 (kota besar/metropolitan)  
0,5 (kota sedang/kecil)

Ps = populasi (jiwa)

Kemudian dilakukan perhitungan jumlah KK dengan rumus sebagai berikut

$$K = \frac{S}{N} \quad (2)$$

dengan:

K = Jumlah contoh (KK)

N = Jumlah jiwa per keluarga = 5

Jumlah sampel yang diambil yaitu sebanyak 26 rumah yang tersebar di 14 desa di wilayah Kecamatan Kesamben. Dengan cara perhitungan di bawah ini:

$$S = 0,5\sqrt{66.861} = 129,29 \text{ jiwa} \approx 130 \text{ jiwa}$$

$$K = \frac{130 \text{ jiwa}}{5 \text{ jiwa/KK}} = 25,85 \text{ KK} \approx 26 \text{ KK}$$

Sampling timbulan sampah dilakukan selama 8 hari mulai tanggal 29 Maret – 5 April 2022. Sampel diambil dari rumah-rumah warga setiap pukul 09.00 – 10.30 WIB untuk selanjutnya dilakukan penimbangan dan pemilahan. Sampah dipilah berdasarkan jenisnya, kemudian ditimbang kembali untuk mengetahui komposisi sampah yang dihasilkan.

Langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan proyeksi penduduk dari data sekunder untuk kurun waktu 7 tahun yang akan datang, dan dilanjutkan dengan perhitungan proyeksi timbulan sampah untuk

mengetahui jumlah timbulan sampah terbanyak sebagai acuan kapasitas pengolahan TPS 3R di Kecamatan Kesamben. Melakukan perhitungan komposisi sampah sebagai acuan perhitungan dimensi area pengolahan di TPS 3R Kecamatan Kesamben. Melakukan perhitungan dimensi area TPS 3R dan penggambaran DED (Detail Engineering Design) serta menghitung BOQ dan RAB yang dibutuhkan dalam merencanakan TPS 3R di Kecamatan Kesamben mengacu pada HSPK Kabupaten Jombang tahun 2020.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Proyeksi Penduduk

Dalam perhitungan proyeksi penduduk, diperlukan data penduduk untuk menghitung laju pertumbuhan penduduk. Rumus perhitungan laju adalah sebagai berikut:

$$r = \left\{ \left( \frac{Po}{Pt} \right)^{1/t} - 1 \right\}$$

dengan:

r = laju pertumbuhan penduduk

Po = Jumlah penduduk tahun awal

Pt = jumlah penduduk tahun t

t = periode waktu antara tahun awal dan tahun t

Tabel 1 merupakan data penduduk kecamatan Kesamben yang akan digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk.

Tabel 1. Data Penduduk Kecamatan Kesamben

Tahun	Jumlah Penduduk
2015	61.410
2016	61.567
2017	62.165
2018	70.651
2019	70.033
2020	66.861

(Sumber: BPS, 2021)

Contoh perhitungan laju pertumbuhan penduduk

$$r = \left\{ \left( \frac{66861}{61410} \right)^{1/5} - 1 \right\}$$

$$r = 0,017$$

Terdapat 3 metode yang digunakan dalam menghitung proyeksi penduduk yaitu metode aritmatik, metode geometri, dan metode *least square*. Pemilihan salah satu dari tiga metode tersebut dilakukan dengan melihat koefisien korelasi yang paling mendekati 1. Pada perhitungan proyeksi kali ini dilakukan dengan menggunakan metode geometri karena memiliki koefisien korelasi paling mendekati 1.

Tabel 2 merupakan hasil perhitungan nilai koefisien korelasi untuk menentukan metode yang tepat untuk menghitung proyeksi penduduk.

Metode	Nilai Korelasi (R)
Aritmatik	0,760886
<b>Geometri</b>	<b>0,769310</b>
<i>Least Square</i>	0,578948

Sumber: Hasil perhitungan, 2022

Dari tabel nilai koefisien korelasi tersebut, diketahui bahwa metode geometri mempunyai nilai yang paling mendekati 1. Sehingga perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode geometri. Tabel 3 merupakan hasil perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode geometri.

Tabel 3. Proyeksi Penduduk dengan Metode Geometri

Tahun	Jumlah Penduduk (Pn)
2021	68008
2022	69175
2023	70361
2024	71568
2025	72796
2026	74045
2027	75315

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

Rumus perhitungan proyeksi dengan metode geometri adalah sebagai berikut:

$$Pn = Po \cdot (1+r)^n$$

dengan:

Pn = jumlah penduduk tahun ke-n

Po = jumlah penduduk tahun awal

r = laju pertumbuhan penduduk

n = periode waktu antara tahun proyeksi dan tahun awal

Contoh perhitungan

$$Pn = 66.861 \cdot (1 + 0,017)^{2021-2020}$$

$$Pn = 68.008$$

#### B. Timbulan Sampah

Data timbulan sampah diambil dari kegiatan sampling timbulan sampah di 26 rumah warga selama 8 hari berturut-turut dan dilakukan penimbangan. Berikut merupakan tabel hasil sampling timbulan sampah:

Tabel 4. Hasil sampling timbulan sampah

Hari Ke-	Berat (kg)		Volume Rata <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> /rumah)
	Total	Rata <sup>2</sup>	
1	11,89	0,457	0,0077
2	14,74	0,567	0,0086
3	13,79	0,530	0,0099
4	15,07	0,579	0,0110
5	13,63	0,524	0,0103

Hari	Berat (kg)		Volume Rata <sup>2</sup>
6	15,74	0,605	0,0104
7	20,08	0,772	0,0082
8	14,50	0,558	0,0088
<b>Rata<sup>2</sup></b>	<b>14,93</b>	<b>0,574</b>	<b>0,0094</b>

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

Dari data tersebut, dilakukan perhitungan timbulan sampah per orang. Dalam 26 rumah yang diambil sampelnya, terdapat penghuni sejumlah 119 orang. Sehingga timbulan sampah yang dihasilkan diperkirakan sebesar 0,1393 kg/orang/hari dengan volume sampah sebesar 0,0022 m<sup>3</sup>/orang/hari.

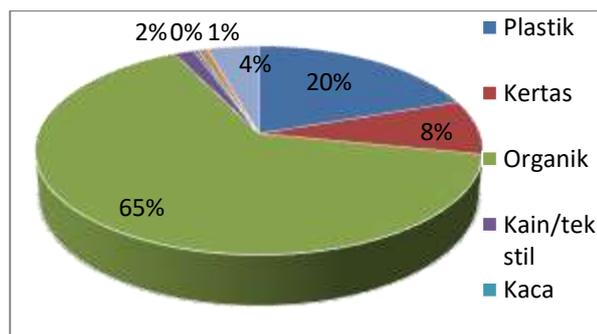
Dari hasil penimbangan timbulan sampah, dilakukan pemilahan dan penimbangan kembali sehingga diperoleh berat komposisi sampah dan dilakukan perhitungan presentase. Hasil rata-rata komposisi sampah dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil perhitungan komposisi sampah

No	Jenis Sampah	Berat Rata <sup>2</sup> (kg/hari)	Presentase
1	Plastik	2,94	19,70%
2	Kertas	1,27	8,49%
3	Organik	9,64	64,55%
4	Kain/tekstil	0,26	1,71%
5	Kaca	0,06	0,41%
6	Styrofoam	0,11	0,75%
7	Popok	0,65	4,38%
<b>Total</b>		<b>14,93</b>	<b>100%</b>

Sumber: Hasil perhitungan, 2022

Hasil komposisi dapat dilihat pada Gambar 1:



Gambar 1. Diagram Komposisi Sampah  
(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

### C. Proyeksi Timbulan Sampah

Data timbulan sampah yang telah diperoleh kemudian diproyeksikan berdasarkan jumlah penduduk. Berikut ini merupakan tabel proyeksi timbulan sampah:

Tabel 6. Proyeksi timbulan sampah

Tahun	Jml Pend. (jiwa)	Berat Sampah (kg/jiwa/hari)	Proyeksi Berat Sampah (kg/hari)	Vol. Sampah (m <sup>3</sup> /jiwa/hari)	Proyeksi Volume Sampah (m <sup>3</sup> /hari)
2021	68008		9476,36		148,58
2022	69175		9638,92		151,13
2023	70361		9804,27		153,72
2024	71568	0,1393	9972,45	0,0022	156,36
2025	72796		10143,52		159,04
2026	74045		10317,53		161,77
2027	75315		10494,51		164,55

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

Hasil proyeksi timbulan sampah digunakan sebagai acuan dalam menentukan kapasitas TPS 3R yang akan direncanakan. Nilai proyeksi yang digunakan yaitu nilai proyeksi pada tahun 2027 dengan berat sampah 10494,51 kg/hari dengan volume 164,55 m<sup>3</sup>/hari.

### D. Recovery Factor

Perhitungan nilai *recovery factor* dilakukan untuk mengetahui komponen sampah yang dapat di-*recovery*, dimanfaatkan kembali atau di daur ulang. *Recovery factor* digunakan sebagai perkiraan jumlah sampah yang dapat direduksi dalam TPS 3R.

Tabel 7. Perhitungan *Recovery Factor*

Jenis Sampah	RF*	Volume Sampah (m <sup>3</sup> /hari)	Sampah Terolah (m <sup>3</sup> /hari)	Residu (m <sup>3</sup> /hari)
Plastik	50%	32,42	16,21	16,21
Kertas	50%	13,97	6,99	6,99
Organik	80%	106,21	84,97	21,24
Kain/ tekstil	0%	2,81	0,00	2,81
Kaca	65%	0,68	0,44	0,24
Styrofoam	0%	1,23	0,00	1,23
Popok	0%	7,21	0,00	7,21
<b>Total</b>		<b>164,55</b>	<b>108,61</b>	<b>55,94</b>

\*Zubair & Haeruddin, 2012

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

Pada tabel tersebut diketahui total volume sampah sebesar 164,55 m<sup>3</sup>/hari, jumlah ini merupakan hasil proyeksi sampah pada tahun 2027. Perhitungan *recovery factor* didasarkan pada tahun 2027 karena perencanaan TPS 3R dilakukan untuk kapasitas 5 tahun terhitung sejak tahun 2022 hingga tahun 2027. Besarnya material yang terolah adalah 108,61 m<sup>3</sup>/hari dan residu yang diangkut ke TPA sebesar 55,94 m<sup>3</sup>/hari.

### E. Perhitungan Dimensi TPS 3R

Perhitungan dimensi TPS 3R disesuaikan berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13 Tahun 2013 Tentang Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana

Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.

Direncanakan sampah yang masuk ke TPS 3R dalam keadaan sudah terpilah antara sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik diangkut setiap hari sedangkan sampah anorganik diangkut tiap hari Senin dan Kamis

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Vol. sampah perhari} &= 164,55 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Berat sampah perhari} &= 10.494,51 \text{ kg/hari} \\ V_{\text{sampah organik masuk}} &= 106,21 \text{ m}^3/\text{hari} \\ V_{\text{sampah anorganik masuk}} &= 58,33 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 58,33 \text{ m}^3/\text{hari} \times 4 \text{ hari} \\ &= 233,32 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### 1) Ruang Penerimaan

**Direncanakan:**

Perhitungan ruang penerimaan didasarkan pada volume sampah masuk yang terbesar, yaitu volume sampah anorganik

$$V_{\text{sampah masuk}} = 233,32 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Waktu operasional} = 8 \text{ jam/hari}$$

$$\text{Loading rate} = \frac{\text{Volume timbunan sampah}}{\text{waktu operasional}} = \frac{233,32 \text{ m}^3/\text{hari}}{8 \text{ jam/hari}} = 29,165 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Tinggi tumpukan sampah} = 1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas area penerimaan} &= \frac{\text{Volume timbunan sampah}}{\text{tinggi tumpukan sampah}} \\ &= \frac{233,32 \text{ m}^3/\text{hari}}{1 \text{ m/hari}} \\ &= 233,32 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = 2 \times L$$

$$\text{Luas}_{\text{area penerimaan}} = P \times L$$

$$233,32 \text{ m}^2 = (2 \times L) \times L$$

$$233,32 \text{ m}^2 = 2 \times (L)^2$$

$$L = \sqrt{\frac{233,32 \text{ m}^2}{2}} = 10,8 \text{ m} \approx 11 \text{ m}$$

$$P = 2 \times 10,8 \text{ m} = 21,6 \text{ m} \approx 22 \text{ m}$$

Tabel 8 merupakan ringkasan dimensi ruang penerimaan

Tabel 8. Dimensi Ruang Penerimaan

Spesifikasi	Ukuran (m)
Panjang	22
Lebar	11
Luas Lahan	242 m <sup>2</sup>

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

### 2) Ruang Pemilahan

**Direncanakan:**

$$\begin{aligned} V_{\text{sampah anorganik masuk}} &= 58,33 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 58,33 \text{ m}^3/\text{hari} \times 4 \text{ hari} \\ &= 233,32 \text{ m}^3 \text{ tiap pengolahan} \end{aligned}$$

**Spesifikasi conveyor pemilahan**

Dimensi mesin : 500 × 60 × 60 cm

Penggerak : Engine Honda Gx (Bahan Bakar Biogas) dan Gear Box

Bahan utama : Cotton Rubber Belt 2 ply

Bahan rangka : Mild Steel UNP 100

Kapasitas : 7 – 10 m<sup>3</sup>/jam

Lebar belt : 60 cm

Direncanakan menggunakan 2 unit conveyor pemilahan, sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemilahan} &= \frac{V_{\text{sampah anorganik masuk}}}{\text{jml conveyor} \times \text{kapasitas}} \\ &= \frac{233,32 \text{ m}^3}{2 \times 10 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 11,67 \text{ jam} \approx 12 \text{ jam} \end{aligned}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk proses pemilahan yaitu selama 12 jam atau selama ±2 hari kerja.

Dimensi ruang conveyor:

$$P = 2 \times P_{\text{Conveyor}}$$

$$= 2 \times 500 \text{ cm}$$

$$= 1000 \text{ cm} = 10 \text{ m}$$

$$L = L_{\text{conveyor}} + \text{ruang petugas pemilah}$$

$$= 60 \text{ cm} + 100 \text{ cm}$$

$$= 160 \text{ cm} = 1,6 \text{ m}$$

Luas ruang sampah terpilah:

$$\text{Panjang} = 5 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar} = 5 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas (A)} &= P \times L \\ &= 5 \times 5 = 25 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Tabel 9 merupakan ringkasan dimensi ruang pemilahan

Tabel 9. Dimensi Ruang Pemilahan

Spesifikasi	Ukuran (m)
<b>Ruang Conveyor</b>	
Panjang	10
Lebar	1,6
Luas Lahan	16 m <sup>2</sup>
<b>Ruang Sampah Terpilah</b>	
Panjang	5
Lebar	5
Luas Lahan	25 m <sup>2</sup>
Luas Total	41 m <sup>2</sup>

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

### 3) Ruang Penyimpanan Sampah Daur Ulang & Guna Ulang

**Direncanakan:**

$$\begin{aligned} V_{\text{sampah anorganik terolah}} &= 23,64 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 23,64 \text{ m}^3/\text{hari} \times 7 \text{ hari} \\ &= 165,48 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Komposisi plastik} = 19,7\%$$

$$\text{Komposisi kertas} = 8,49\%$$

$$\text{Komposisi kaca} = 0,41\%$$

**Volume masing-masing jenis sampah:**

$$\begin{aligned} V_{\text{plastik}} &= V_{\text{sampah anorganik terolah}} \times \text{Komposisi plastik} \\ &= 165,48 \text{ m}^3 \times 19,7\% = 32,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$V_{\text{kertas}} = V_{\text{sampah anorganik terolah}} \times \text{Komposisi kertas}$$

$$= 165,48 \text{ m}^3 \times 8,49\% = 14,05 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{kaca}} = V_{\text{sampah anorganik terolah}} \times \text{Komposisi kaca}$$

$$= 165,48 \text{ m}^3 \times 0,41\% = 0,68 \text{ m}^3$$

### Jumlah wadah;

$$N_{\text{plastik}} = \frac{V_{\text{plastik}}}{V_{\text{wadah}}} = \frac{32,6 \text{ m}^3}{1,2 \text{ m}^3} = 27,17 \approx 27 \text{ wadah}$$

$$N_{\text{kaca}} = \frac{V_{\text{kaca}}}{V_{\text{wadah}}} = \frac{0,68 \text{ m}^3}{0,66 \text{ m}^3} = 1,03 \approx 1 \text{ wadah}$$

Sampah Kertas tidak memerlukan wadah, tetapi hanya dilakukan penumpukan

### Luas Area Penyimpanan;

Area penyimpanan sampah plastik:

$$\text{Ukuran wadah kapasitas 1200 liter} = 1,35 \times 1,035 \times 1,295$$

Diperkirakan 1 wadah membutuhkan area seluas:

$$\text{Luas 1 wadah} = 1,35 \times 1,035 = 1,4 \text{ m}^2/\text{wadah}$$

$$\text{Luas}_{\text{penyimpanan plastik}} = 27 \text{ wadah} \times 1,4 \text{ m}^2/\text{wadah} = 37,8 \text{ m}^2$$

Area penyimpanan sampah kertas:

Penyimpanan sampah kertas tidak membutuhkan wadah, hanya dilakukan penumpukan saja

Diasumsikan tinggi penumpukan = 1,5 meter

$$\text{Luas area penumpukan} = \frac{\text{Volume sampah kertas}}{\text{tinggi penumpukan}}$$

$$= \frac{14,05 \text{ m}^3}{1,5 \text{ m}} = 9,37 \text{ m}^2$$

Area penyimpanan sampah kaca:

$$\text{Ukuran wadah kapasitas 660 liter} = 1,335 \times 0,77 \times 1,235$$

Sehingga,

$$\text{Luas area 1 wadah} = 1,335 \times 0,77 = 1,03 \text{ m}^2$$

Total Area Penyimpanan:

$$= \text{Penyimpanan plastik} + \text{penumpukan kertas} + \text{penyimpanan kaca}$$

$$= 37,8 \text{ m}^2 + 9,37 \text{ m}^2 + 1,03 \text{ m}^2 = 48,2 \text{ m}^2$$

### Dimensi area penyimpanan

Diasumsikan:

$$P_{\text{area penyimpanan}} = 2 \times L_{\text{area penyimpanan}}$$

$$\text{Luas area total} = 48,2 \text{ m}^2$$

$$48,2 \text{ m}^2 = (2 \times L_{\text{area penyimpanan}}) \times L_{\text{area penyimpanan}}$$

$$L_{\text{area penyimpanan}} = \sqrt{\frac{48,2 \text{ m}^2}{2}} = 4,9 \text{ meter} \approx 5 \text{ meter}$$

$$P_{\text{area penyimpanan}} = 2 \times L_{\text{area penyimpanan}}$$

$$= 2 \times 5 \text{ meter} = 10 \text{ meter}$$

Tabel 10 merupakan ringkasan dimensi ruang penyimpanan sampah anorganik

Tabel 10. Dimensi Ruang Penyimpanan Sampah Anorganik

Spesifikasi	Ukuran (m)
Panjang	10
Lebar	5
Luas Lahan	50 m <sup>2</sup>

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

### 4) Ruang Pengolahan Sampah Plastik

#### a. Ruang Pencucian

Sampah plastik yang telah dipilah kemudian dilakukan pengolahan lanjutan berupa pencacahan. Sebelum dilakukan pencacahan, sampah plastik dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran agar tidak mengganggu proses pencacahan

#### Direncanakan:

$$\text{Volume sampah plastik} = 16,21 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 2,026 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Berat sampah plastik} = 1.033,94 \text{ m}^3/\text{hari}$$

#### Spesifikasi mesin pencuci plastik:

Dimensi = 230 × 165 × 180 cm  
Material tabung = Fiberglass bahan resin PI 07 Lpe

Ketebalan = 3 – 5 mm

Mesin penggerak = Honda Gx 160 (5,5 Hp)

Kapasitas = 3000 liter/ jam

#### Spesifikasi mesin pengering plastik:

Dimensi = 250 × 85 × 95 cm

Material dinding = MS 8 mm

Material body = stainless steel

Material rangka = besi UNP & Siku

Penggerak = dinamo 3 HP

#### b. Ruang Pencacahan Plastik

Pada proses selanjutnya, sampah plastik yang telah kering kemudian dicacah menjadi ukuran yang lebih kecil. Sampah plastik ini kemudian dijual untuk dimanfaatkan kembali.

#### Spesifikasi mesin pencacah plastik:

Tipe = PLT-300

Merk = Agrowindo

Kapasitas = 300 kg/jam

Power = 28 HP

Dimensi = 140 × 120 × 155 cm

Cutting size = 10 mm

Bahan = plat mild steel

#### Dimensi Ruang Pengolahan Sampah Plastik

Panjang ruang pengolahan sampah plastik dihitung dari total lebar seluruh mesin yang digunakan, sehingga;

$$P = 165 \text{ cm} + 85 \text{ cm} + 120 \text{ cm} + (2 \times 100 \text{ cm})$$

$$= 570 \text{ cm} = 5,7 \text{ m}$$

Lebar ruang pengolahan sampah plastik menyesuaikan dimensi mesin terpanjang, yaitu dari panjang mesin pengering plastik, sehingga;

$$L = 250 \text{ cm} + (2 \times 100 \text{ cm})$$

$$= 250 \text{ cm} + 200 \text{ cm}$$

$$= 450 \text{ cm} = 4,5 \text{ m}$$

$$\text{Luas} = P \times L$$

$$= 5,7 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} = 25,65 \text{ m}^2$$

Tabel 11 merupakan ringkasan dimensi ruang pengolahan sampah plastik

Tabel 11. Dimensi Ruang Pengolahan Sampah Plastik

Spesifikasi	Ukuran (m)
Panjang	5,7
Lebar	4,5
Luas Lahan	25,65 m <sup>2</sup>

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

### 5) Perhitungan Ruang Pencacahan Sampah Organik

#### Direncanakan:

Volume sampah organik = 106,21 m<sup>3</sup>/hari

Massa sampah organik = 6774 kg/hari

Sampah yang diolah tiap jam = 6774 kg  
 kg/hari × 0,33 hari = 2235,42 kg

#### Spesifikasi mesin pencacah:

Kapasitas = 1000 – 1500 kg/ jam

Merk = Aneka Mesin

Tipe = AM-PC1500

Dimensi mesin = 180 × 90 × 150 cm

Diameter tabung = 60 cm

Material Tabung = Plat besi

Material rangka = Besi UNP12 & UNP10

Material pisau = Baja dikeraskan

Penggerak = Diesel 13 HP atau EM 10 HP

#### Jumlah mesin pencacah yang dibutuhkan:

= 2235,42 kg/jam : 1500 kg/jam

= 1.49 ≈ 2 mesin

#### Dimensi ruang pencacah:

L = P. mesin pencacah  
 = 180 cm ≈ 200 cm = 2 m

P = (2 × L<sub>mesin pencacah</sub>) + Jarak antar mesin  
 = (2 × 90 cm) + 100 cm  
 = 180 cm + 100 cm  
 = 280 cm = 2,8 m

Tabel 12 merupakan ringkasan dimensi ruang pencacahan sampah organik

Tabel 12. Dimensi Ruang Pencacahan Sampah Organik

Spesifikasi	Ukuran (m)
Panjang	2,8
Lebar	2
Luas Lahan	5,6 m <sup>2</sup>

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

### 6) Ruang Pengolahan Sampah Organik (Pengomposan)

#### Direncanakan:

Teknik pengomposan dengan proses anaerobik menggunakan reaktor biodigester

Vol. sampah organik = 106,21 m<sup>3</sup>/hari

Massa sampah organik = 6.774 kg/hari

Volume biogas perhari = 0,5 m<sup>3</sup>/kg (Yuniar et al., 2017)

Total Solid = 9 – 37%  
 = 20% × 6774 kg = 1.354,8 kg

Volatile Solid = 50 – 70% dari Total Solid  
 = 70% × 1.354,8 kg = 948,36 kg

#### Total gas yang dihasilkan per hari:

Volatile Solid × Volume biogas per hari  
 = 948,36 kg/hari × 0,5 m<sup>3</sup>/kg  
 = 474,18 m<sup>3</sup>/hari

#### Total gas yang dihasilkan per bulan:

Total gas yang dihasilkan per hari × 1 bulan  
 = 474,18 m<sup>3</sup> × 30 hari = 14.225,4 m<sup>3</sup>

#### Jumlah input bahan baku per hari:

= padatan + air => 1 : 1  
 = 6.774 Kg organik + 6.774 Liter air  
 = 13.548 Kg = 13.548 liter

#### Volume ruang bahan baku:

= Input bahan baku perhari × Retention Time  
 = 13.548 liter × 30 hari  
 = 406.440 liter = 406,44 m<sup>3</sup> ≈ 407 m<sup>3</sup>

Direncanakan jumlah digester yang dipakai adalah 4 buah sehingga,

Volume biodigester =  $\frac{406,44 \text{ m}^3}{4}$   
 = 101,61 m<sup>3</sup> ≈ 102 m<sup>3</sup>

Sehingga diperkirakan 1 buah biodigester mampu menampung sampah organik yang masuk selama 7 hari

#### Ruang penampung gas pada Biodigester

Direncanakan perbandingan antara ruang bahan baku dan ruang penampung gas adalah 4:1, sehingga:

Ruang penampung gas =  $\frac{1}{4} \times 102 \text{ m}^3 = 25,5 \text{ m}^3$

#### Dimensi Biodigester

V<sub>biodigester</sub> = Vol. bahan baku + Vol. ruang gas  
 = 102 m<sup>3</sup> + 25,5 m<sup>3</sup>  
 = 127,5 m<sup>3</sup>

#### Dimensi, diasumsikan:

T<sub>biodigester</sub> = 4 meter

P<sub>biodigester</sub> = 2 × L<sub>biodigester</sub>

V<sub>biodigester</sub> = P<sub>biodigester</sub> × L<sub>biodigester</sub> × T<sub>biodigester</sub>

127,5 m<sup>3</sup> = (2 × L<sub>biodigester</sub>) × L<sub>biodigester</sub> × 4 meter

127,5 m<sup>3</sup> = 8 × (L<sub>biodigester</sub>)<sup>2</sup>

L<sub>biodigester</sub> =  $\sqrt{\frac{127,5 \text{ m}^3}{8}}$   
 = 3,99 meter ≈ 4 meter

P<sub>biodigester</sub> = 2 × 3,99 meter  
 = 7,98 meter ≈ 8 meter

#### Bak Pencampur (Inlet) dan Outlet Tank

Bak pencampur (Inlet Tank);

Volume inlet = 13.548 liter

= 13,548 m<sup>3</sup>

Debit masuk =  $\frac{\text{Volume inlet}}{\text{waktu pencampuran}}$   
 =  $\frac{13,548 \text{ m}^3}{\left(\frac{60 \text{ menit}}{3}\right)}$  = 0,6774 m<sup>3</sup>/3 menit

Volume = π.r<sup>2</sup>.t

Diasumsikan tinggi inlet = 1,2 meter

0,6774 m<sup>3</sup> = 3,14 × r<sup>2</sup> × 1,2 meter

r<sup>2</sup> = 0,179 m<sup>2</sup>

$$r = \sqrt{0,179 \text{ m}^2} = 0,423 \text{ m}$$

$$D_{\text{inlet}} = 0,846 \text{ m} \approx 0,85 \text{ m}$$

Bak Outlet (Outlet Tank);

Diasumsikan volume outlet tank sama dengan volume inlet;

$$\text{Volume outlet} = 13,548 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Dimensi outlet

$$P_{\text{outlet}} = 4 \text{ meter}$$

$$T_{\text{outlet}} = 2 \text{ meter}$$

$$\text{Volume outlet} = P_{\text{outlet}} \times L_{\text{outlet}} \times T_{\text{outlet}}$$

$$13,548 \text{ m}^3 = 4 \text{ m} \times L_{\text{outlet}} \times 2 \text{ m}$$

$$L_{\text{outlet}} = \frac{13,548 \text{ m}^3}{12 \text{ m}^2} = 1,69 \text{ m} \approx 1,8 \text{ m}$$

### Slurry Pit

Diperkirakan Slurry yang terbentuk sebesar 80% dari volume bahan baku

Biodigester mampu menampung sampah organik yang masuk selama 7 hari, sehingga;

$$\begin{aligned} \text{Volume Slurry} &= 80\% \times 13.548 \text{ liter} \\ &= 10.838,4 \text{ liter/hari} \\ &= 10,84 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 75,87 \text{ m}^3/7 \text{ hari} \end{aligned}$$

Terdapat 4 biodigester dengan 8 slurry pit, sehingga;

Diperkirakan Volume slurry pit

$$= \frac{\text{Volume slurry}}{\text{jumlah slurry}} = \frac{75,87 \text{ m}^3}{8} = 9,48 \text{ m}^3$$

Dimensi Slurry Pit

Diasumsikan

$$\text{Kedalaman Slurry Pit} = 2 \text{ meter}$$

$$\text{Panjang Slurry Pit} = 2 \times \text{Lebar Slurry Pit}$$

$$\text{Vol. Slurry Pit} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Kedalaman}$$

$$9,48 \text{ m}^3 = (2 \times \text{Lebar}) \times \text{Lebar} \times 2 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar} = \sqrt{\frac{9,48 \text{ m}^3}{4 \text{ meter}}} = 1,54 \text{ m} \approx 1,6 \text{ meter}$$

$$\text{Panjang} = 2 \times 1,6 \text{ meter} = 3,2 \text{ meter}$$

### 7) Perhitungan Ruang Penyimpanan Pupuk Organik Cair (Slurry)

Diperkirakan Slurry yang terbentuk sebesar 80% dari volume bahan baku

$$\begin{aligned} \text{Volume Slurry} &= 80\% \times 13.548 \text{ liter} \\ &= 10.838,4 \text{ liter/hari} \\ &= 10,84 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 75,87 \text{ m}^3/7 \text{ hari} \end{aligned}$$

Slurry ditampung pada drum volume 200 liter, sehingga jumlah drum:

$$N = \frac{\text{Volume Slurry}}{\text{Volume Drum}}$$

$$N = \frac{75,87 \text{ m}^3}{0,2 \text{ m}^3} = 379,35 \approx 380 \text{ buah}$$

Drum ditata dalam 10 baris, dengan jumlah per baris adalah 38 drum. Sehingga, luas area yang dibutuhkan;

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 38 \times 55 \text{ cm} \\ &= 2090 \text{ cm} + (2 \times 200 \text{ cm}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 2490 \text{ cm} \approx 25 \text{ meter} \\ \text{Lebar} &= 10 \times 55 \text{ cm} \\ &= 550 \text{ cm} + (2 \times 200 \text{ cm}) \\ &= 950 \text{ cm} \approx 10 \text{ meter} \end{aligned}$$

Tabel 13 merupakan ringkasan dimensi ruang penyimpanan pupuk organik cair  
Tabel 13. Dimensi Ruang Penyimpanan Pupuk Organik Cair

Spesifikasi	Ukuran (m)
Panjang	25
Lebar	10
Luas Lahan	250 m <sup>2</sup>

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

### 8) Ruang Penampungan Sampah Residu

Sampah residu berasal dari sisa-sisa pemilahan sampah anorganik

$$\text{Diperkirakan volume residu perhari} = 34,69 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Wadah yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} N &= \frac{V_{\text{sampah}}}{V_{\text{wadah}}} \\ &= \frac{34,69 \text{ m}^3}{1,2 \text{ m}^3} = 28,91 \text{ wadah} \approx 29 \text{ wadah} \end{aligned}$$

### Luas Area Penampungan Residu

$$\begin{aligned} \text{Ukuran wadah sampah 1200 liter} &= 1.35 \times 1.035 \times 1.295 \text{ meter} \\ \text{Luas area untuk 1 wadah} &= 1.35 \times 1.035 \\ &= 1.4 \text{ m}^2/\text{wadah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas area residu} &= 29 \text{ wadah} \times 1.4 \text{ m}^2/\text{wadah} \\ &= 40,47 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Dimensi area penampungan residu

Diasumsikan:

$$\begin{aligned} P_{\text{residu}} &= 2 \times L_{\text{residu}} \\ \text{Luas area residu} &= 40,47 \text{ m}^2 \\ 40,47 \text{ m}^2 &= (2 \times L_{\text{residu}}) \times L_{\text{residu}} \\ L_{\text{residu}} &= \sqrt{\frac{40,47 \text{ m}^2}{2}} \\ &= 4,5 \text{ meter} + 2 \text{ meter} \\ &= 6,5 \text{ meter} \\ P_{\text{residu}} &= 2 \times L_{\text{residu}} \\ &= 2 \times 4,5 \text{ meter} \\ &= 9 \text{ meter} + 2 \text{ meter} \\ &= 11 \text{ meter} \end{aligned}$$

Tabel 14 merupakan ringkasan dimensi ruang penampungan sampah residu

Tabel 14. Dimensi Ruang Penampungan Sampah Residu

Spesifikasi	Ukuran (m)
Panjang	11
Lebar	6,5
Luas Lahan	71,5 m <sup>2</sup>

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

### 9) Sarana Penunjang

Sarana penunjang di TPS 3R Kecamatan Kesamben terdiri atas kantor, pos jaga, kamar mandi, gudang penyimpanan alat dan tempat

ibadah (tempat sholat). Dimensi ruang sarana penunjang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 15. Dimensi Ruang Sarana Penunjang

Ruang	Spesifikasi	Ukuran (m)
Kantor	Panjang	6
	Lebar	5
	<b>Luas lahan</b>	<b>30 m<sup>2</sup></b>
Kamar mandi	Panjang	3
	Lebar	2,5
	<b>Luas lahan</b>	<b>7,5 m<sup>2</sup></b>
Gudang penyimpanan alat	Panjang	2,5
	Lebar	2
	<b>Luas lahan</b>	<b>5 m<sup>2</sup></b>
Tempat sholat	Panjang	3
	Lebar	3
	<b>Luas lahan</b>	<b>9 m<sup>2</sup></b>
Pos jaga	Panjang	2
	Lebar	2
	<b>Luas lahan</b>	<b>4 m<sup>2</sup></b>

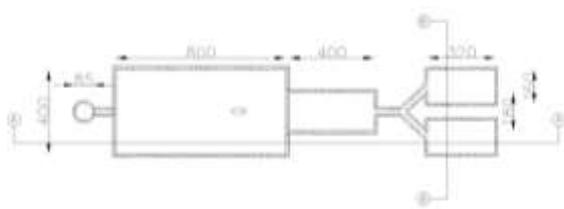
(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

Dari hasil perhitungan dimensi area TPS 3R tersebut dapat digambarkan denah bangunan TPS 3R dan gambar detail ukuran reaktor biodigester yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Gambar 2 menunjukkan denah TPS 3R yang telah di desain.



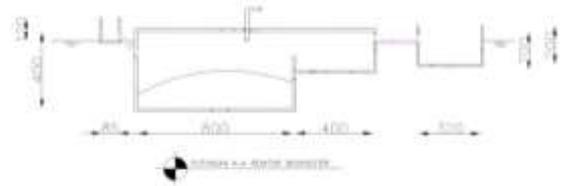
Gambar 2. Denah TPS 3R  
 (Sumber: Dokumentasi penulis, 2022)

Gambar 3 merupakan denah reaktor biodigester yang digunakan untuk mengolah sampah organik

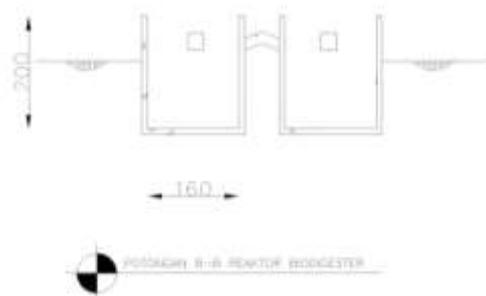


Gambar 3. Denah Reaktor Biodigester  
 (Sumber: Dokumentasi penulis, 2022)

Gambar 4 & 5 merupakan potongan reaktor biodigester untuk menunjukkan detail ukuran biodigester



Gambar 4. Potongan A-A Reaktor Biodigester  
 (Sumber: Dokumentasi penulis, 2022)



Gambar 5. Potongan B-B Reaktor Biodigester  
 (Sumber: Dokumentasi penulis, 2022)

Gambar 6 merupakan layout lahan lokasi TPS 3R yang akan direncanakan



Gambar 6. Layout Lahan TPS 3R  
 (Sumber: Dokumentasi penulis, 2022)

## F. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya merupakan perkiraan perhitungan biaya yang dibutuhkan dalam melaksanakan suatu proyek. Perhitungan rencana anggaran biaya terdiri atas upah tenaga kerja, harga bahan dan peralatan yang digunakan serta perkiraan penyusutan, *overhead*, maupun keuntungan untuk memperoleh harga satuan pekerjaan. Dalam perhitungan RAB kali ini, harga satuan pekerjaan yang digunakan yaitu berdasarkan Keputusan Bupati Jombang tentang Standar

Satuan Harga Untuk Kegiatan Pembangunan Sarana dan Prasarana Fisik Tahun Anggaran 2020. Hasil perhitungan rencana anggaran biaya TPS 3R dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 16. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Macam Pekerjaan	Total Harga
Pekerjaan Persiapan	Rp 423.156.705,90
Pekerjaan Tanah	Rp 90.001.218,12
Pekerjaan Pondasi	Rp 66.126.129,30
Pekerjaan Beton	Rp 596.412.871,88
Pekerjaan Besi dan Aluminium	Rp 171.131.051,50
Pekerjaan Pasangan	Rp 114.478.548,80
Pekerjaan Plesteran	Rp 109.711.035,00
Pekerjaan Penutup Lantai dan Dinding	Rp 80.968.567,50
Pekerjaan Penutup Atap	Rp 130.096.893,60
Pekerjaan Kayu	Rp 52.215.853,50
Pekerjaan Kunci dan Kaca	Rp 2.942.361,25
Pekerjaan Pengecatan	Rp 10.661.220,78
Pekerjaan Sanitasi	Rp 3.621.719,22
Pengadaan Mesin Operasional	Rp 201.000.000,00
<b>Total RAB</b>	<b>Rp2.052.524.176,35</b>

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)

#### 4. KESIMPULAN

Dari perencanaan tersebut dapat disimpulkan bahwa timbulan sampah di wilayah kecamatan Kesamben yaitu sebesar 0,1393 kg/jiwa/hari dengan volume sampah sebesar 0,0022 m<sup>3</sup>/jiwa/hari. Komposisi sampah terdiri atas sampah organik, plastik, kertas, kain/tekstil, kaca, Styrofoam, dan popok. Dengan presentase komposisi sampah berturut-turut yaitu 64,55%; 19,7%; 8,49%; 1,71%; 0,41%; 0,75%; dan 4,38%. Perencanaan bangunan TPS 3R yang telah dilakukan terdiri atas ruang penerimaan, ruang pemilahan, ruang penyimpanan sampah anorganik, ruang pengolahan sampah plastik, ruang pengolahan sampah organik, ruang penyimpanan pupuk organik cair, ruang penampungan sampah residu, dan sarana penunjang yang dapat mengolah sampah hingga volume 164,55 m<sup>3</sup>/hari. Dari perencanaan yang telah dilakukan dibutuhkan rencana anggaran biaya sebesar Rp 2.052.524.176,35.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengembalian dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan, (1994).  
SNI 19-3938-1995 tentang Spesifikasi Timbulan Sampah Untuk Kota Kecil dan Kota Sedang di Indonesia, (1995).

- BPS, K. J. (2021). *Kecamatan Kesamben Dalam Angka 2021*.
- Chaerul, M., Dirgantara, G. G., & Akib, R. (2016). Prediction of Greenhouse Gases from Municipal Solid Waste Sector in Kendari City. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 23(1), 42–48.
- Firmansyah, M., & Noor, R. (2016). Perencanaan Pengelolaan Sampah Terpadu Perumahan Kota Citra Graha Provinsi Kalimantan Selatan. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 2(2), 73–82.
- Guerrero, L. A., Maas, G., & W. Hogland. (2013). Solid Waste Management Challenges for Cities in Developing Countries. *Waste Management*, 33, 220–232.
- Hariyadi, Chaerani, A., Astawati, L. D., & Wijaya, R. A. (2020). Perencanaan Tempat Pembuangan Sampah dan Pengolahan Sampah Berbasis 3R (Reduce, Reuse, Recycle) di Desa Sukadana. *Jurnal Warta Desa*, 2(1), 66–72.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, Pub. L. No. 13 (2013).
- Kurniawan, D. A., & Santoso, A. Z. (2020). Pengelolaan Sampah di Daerah Sepatan Kabupaten Tangerang. *ADIMAS: Adi Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 31–36.
- Liu, L., Liang, Y., Qingbin, S., & Jinhui, L. (2017). A review of waste prevention through 3R under the concept of circular economy in China. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 19(4), 1314–1323.
- PUPR, K. (2020). *Surat Edaran Direktorat Jenderal Cipta Karya Nomor: 03/SE/DC/2020 Pedoman Teknis Pelaksanaan Kegiatan Padat Karya*.
- Putra, K. F., W, L. W., & Setiawan, A. (2019). Perencanaan dan Pengelolaan TPS 3R di Kelurahan Karang Pule. *Spektrum Sipil*, 6(1), 56–68.
- Sari, P. N. (2016). Analisis Pengelolaan Sampah Padat di Kecamatan Banuhampu Kabupaten Agam. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 10(2), 157–165.
- Sujarwo, Trisanti, & Widyaningsih. (2014). *Pengelolaan Sampah Organik & Anorganik*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Yuniar, M. I., Notosudjono, D., & Wismiana, E. (2017). *Studi Potensi Pemanfaatan Sampah Melalui Perencanaan Biodigester*

*untuk Pembangkit Tenaga Listrik di Kota Bandung.*

<https://jom.unpak.ac.id/index.php/teknikelektro/article/download/1010/778>

Zubair, A., & Haeruddin, H. (2012). Studi Potensi Daur Ulang Sampah di TPA Tamanggapa Kota Makassar. *Prosiding Jurusan Teknik Sipil Universitas Hasanuddin Makassar.*



## Pemodelan Pencemaran Udara untuk Industri Kayu Lapis di Kabupaten Blitar

Muhammad Abdus Salam Jawwad<sup>1</sup>, Restu Hikmah Ayu Murti<sup>2,\*</sup>, Rizka  
Novembrianto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, Indonesia  
[\\*restu.hikmah.tl@upnjatim.ac.id](mailto:*restu.hikmah.tl@upnjatim.ac.id)

---

### Abstract

Rapid industrial growth in Blitar Regency may resulting an environmental quality degradation, especially the air quality. An operating industry needs to conduct studies on environmental impacts, including how emissions impact the surrounding environment. A research to model particulate emission was conducted in the plywood industry in Kendalrejo, Talun, Blitar Regency, East Java at an altitude of 273 masl. The industry already has an environmental pollution control unit, with an outlet through a chimney emitting an average emission of 0.14 g/s. The model simulation was carried out using AERMOD View software with data on wind direction and speed, solar radiation, temperature, clouds, and air pressure. The results show that the presence of the wood industry in Talun, Blitar Regency will have an impact on particulate emissions to areas in the east, southeast, west, and south, as the dominant wind direction. Dispersion modeling of particulate pollution with current conditions has resulted in dispersion with concentrations below the allowable limit in PP 22 of 2021. Modeling with several scenarios shows that the dispersion pattern can be maximized by increasing the chimney emission rate to 18 m/s, to minimize turbulence around the chimney and accelerate the reduction of particulate concentrations. Increasing the height of the chimney or increasing the diameter of the chimney will also affect the decrease in concentration in all directions so it becomes a recommendation that should be considered by the industry.

Keywords: aermod, air pollution, plywood industry.

### Abstrak

Pertumbuhan industri yang pesat di Kabupaten Blitar apabila tidak dikelola dengan baik, dapat berakibat pada penurunan kualitas lingkungan khususnya udara. Industri yang akan beroperasi perlu melakukan studi mengenai dampak lingkungan, salah satunya bagaimana dampak emisi ke lingkungan sekitar. Penelitian mengenai pemodelan pencemar partikulat dilakukan di sebuah industri kayu lapis di Kendalrejo, Talun, Kabupaten Blitar, Jawa Timur dengan ketinggian 273 mdpl. Industri ini telah memiliki unit pengendali pencemaran lingkungan, dengan outlet melalui sebuah cerobong yang mengeluarkan emisi rata-rata sebesar 0,14 g/s. Simulasi model dilakukan dengan software AERMOD View dengan data arah dan kecepatan angin, radiasi matahari, suhu, awan, dan tekanan udara. Hasil menunjukkan adanya industri kayu di Kendalrejo, Talun, Kabupaten Blitar akan memberi dampak emisi partikulat kepada daerah di timur, tenggara, barat, dan selatan, sebagaimana arah angin dominan. Pemodelan dispersi pencemaran partikulat dengan kondisi saat ini sudah menghasilkan dispersi dengan konsentrasi di bawah batas yang diijinkan dalam PP 22 Tahun 2021. Pemodelan dengan beberapa skenario menunjukkan bahwa pola dispersi dapat dimaksimalkan dengan penambahan laju emisi cerobong menjadi 18 m/s, untuk meminimalkan turbulensi di sekitar cerobong dan mempercepat penurunan konsentrasi partikulat. Penambahan ketinggian cerobong ataupun penambahan diameter cerobong juga akan sangat berdampak kepada penurunan konsentrasi di semua arah, sehingga menjadi rekomendasi yang patut dipertimbangkan oleh industri.

Kata Kunci: aermod, pencemaran udara, industri kayu lapis.

---

## 1. PENDAHULUAN

Polusi dalam udara bebas mengandung berbagai macam komponen yang kompleks. Polusi udara adalah masalah penting dan membutuhkan perhatian yang cukup besar.

Polusi udara dapat menimbulkan risiko baik bagi kesehatan maupun kesejahteraan masyarakat (Jittra dkk., 2015). Dalam perspektif kesehatan, polusi udara ini terdiri dari pencemar partikulat dan pencemar gas

seperti ozon, karbon monoksida, nitrogen dioksida, sulfur dioksida, dan gas volatil. Pencemar partikulat memiliki ukuran bervariasi, yang apabila ukurannya semakin kecil dapat semakin berbahaya bagi pernafasan dalam jangka panjang. Hal ini disebabkan karena partikel berukuran di bawah 10  $\mu\text{m}$  lebih susah difilter oleh sistem pernafasan (Setyono dkk., 2020; Zou dkk., 2010). Polusi udara dibedakan menjadi dua yaitu, polusi udara primer dan sekunder. Polusi udara primer terbentuk dari kegiatan pembakaran bahan bakar seperti pada pembangkit energi dan kendaraan bermotor, kegiatan industri, dan aktivitas sehari-hari manusia. Kegiatan ini umumnya menghasilkan karbon dioksida, karbon monoksida, sulfur dioksida, nitrogen dioksida, dan partikulat. Polusi udara sekunder dihasilkan dari reaksi komponen-komponen pencemar yang ada di atmosfer, contohnya ozon yang terbentuk dari reaksi fotokimia dari nitrogen dioksida dengan gas-gas volatil organik (Newby dkk., 2015).

Pencemar partikulat terdiri dari partikel-partikel dengan ukuran dan komposisi yang bervariasi. Pada umumnya partikulat dibagi menjadi tiga kelompok ukuran antara lain partikel kuarsa (diameter < 10  $\mu\text{m}$  dan > 2.5  $\mu\text{m}$ ), partikel halus (diameter < 2.5  $\mu\text{m}$  dan > 1.0  $\mu\text{m}$ ), dan partikel ultra halus (diameter < 1.0  $\mu\text{m}$ ). Dalam peraturan mengenai kualitas udara baik internasional maupun nasional, pencemar partikulat dikelompokkan menjadi PM10 (diameter < 10  $\mu\text{m}$  dan > 2.5  $\mu\text{m}$ ) dan PM2.5 (diameter < 2.5  $\mu\text{m}$ ) saja. Partikel ultra halus biasanya dihiraukan, karena keterbatasan pengukuran dan karena massanya yang tidak signifikan. Di Indonesia dalam Peraturan Pemerintah (PP) No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Lampiran VII mengenai Baku Mutu Udara Ambien, diatur bahwa batas PM10 dan PM2.5 berturut-turut adalah 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dan 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , di udara ambien dalam pengukuran tahunan. Angka ini harus dicapai dengan cara mengelola kegiatan-kegiatan masyarakat, khususnya kegiatan industri (Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 2021; Newby dkk., 2015).

Blitar merupakan sebuah kota dan kabupaten di Jawa Timur yang memiliki iklim dengan kategori C-3. Berdasarkan data pada tahun 2021 Kabupaten Blitar memiliki 20.432

industri, dengan sekitar 14.000 di antaranya merupakan industri hasil pertanian, termasuk 1.198 industri pengolahan kayu. Manajemen pengelolaan yang baik perlu diterapkan agar industri-industri ini tidak memberi dampak negatif terhadap kualitas lingkungan, baik secara administratif maupun teknologi (Blitar, 2021; Sofiyana, Marinda Sari and Sholihah, 2021).

Instalasi pengendalian pencemaran udara wajib dimiliki oleh industri yang menghasilkan emisi udara sebagaimana diamanatkan dalam PP 22 Tahun 2021. Cerobong sebagai unit terakhir dalam pengendalian pencemaran udara memiliki peran penting dalam membentuk dispersi udara yang dilepaskan oleh industri ke lingkungan sekitar. Ketinggian, diameter, kecepatan aliran, dan aspek teknis lainnya perlu diatur agar pencemar gas atau partikulat dapat terdispersi dengan baik sehingga tidak melebihi konsentrasi yang diijinkan. Dalam panduan umum pengaturan cerobong untuk meminimalkan pencemaran udara (Brink & Crocker, 1964), beberapa aspek teknis yang harus diperhatikan antara lain kecepatan udara minimal 18 m/s, dan ketinggian cerobong setidaknya 2,5 kali tinggi bangunan di sekitar. Untuk memastikan cerobong dapat bekerja dengan optimal, diperlukan sebuah model yang dapat mensimulasikan pola dispersi pencemaran udara dengan berbagai skenario teknis.

Pada penelitian ini AERMOD software digunakan untuk memprediksi sebaran polutan serta faktor yang mempengaruhinya. Pemodelan dispersi udara secara signifikan dapat mendukung pemantauan kualitas udara, dan sebaliknya. Pemantauan kualitas udara menyediakan data hanya untuk titik di mana sensor pengukuran dipasang, sedangkan model dispersi memberikan cakupan spasial yang lebih baik (Salva dkk., 2021). Model dispersi diharapkan dapat memprediksi dengan akurat, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengelolaan selanjutnya (Langner dkk., 2011). AERMOD dikembangkan dari *Industrial Sources Complex Short Term Model* (ISCST3) dengan menggabungkan algoritma dan konsep yang lebih kompleks, yaitu teori *Planet Boundary Layer* (PBL) dan metode lanjutan untuk medan yang kompleks (Seangkiatiyuth dkk., 2011). Seperti halnya ISCST3, AERMOD dianggap sebagai model yang akurat untuk pemodelan dispersi pada jarak tidak melebihi 50 km dari sumber

emisi (US EPA, 2005). Karena pengembangannya yang ekstensif, AERMOD saat ini paling direkomendasikan penggunaannya sebagai model dispersi di US EPA dan juga cocok untuk sumber emisi linier (Feitosa & Macêdo, 2020).



Gambar 1. Lokasi Cerobong dan Bangunan yang Ada di Pabrik (Sumber: Citra Google Earth, 2022)

## 2. METODE PENELITIAN

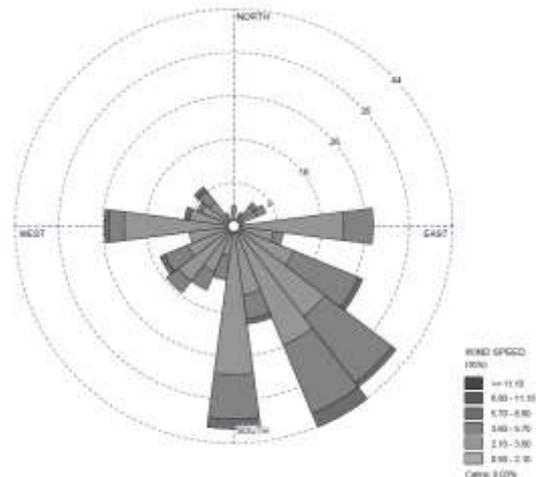
Penelitian ini dilakukan di sebuah industri kayu lapis di Kendalrejo, Talun, Kabupaten Blitar, Jawa Timur dengan ketinggian 273 mdpl. Industri ini telah memiliki unit pengendali pencemaran lingkungan, dengan outlet melalui sebuah cerobong yang mengeluarkan emisi rata-rata sebesar 0,14 g/s pada koordinat 638451.91 dan 9106626.02. Untuk simulasi, digunakan variasi kecepatan aliran cerobong 11 m/s (eksisting), dan 18 m/s sesuai referensi untuk mencegah turbulensi di sekitar pabrik. Selain itu digunakan skenario ketinggian cerobong dengan tinggi 20 m (eksisting), 25 m, dan 30 m, serta variasi diameter cerobong 0,5 m (eksisting), 0,75 m, dan 1 m untuk melihat pola dispersi dengan ukuran cerobong yang berbeda. Data ketinggian bangunan yang ada di sekitar pabrik ditunjukkan pada gambar berikut ini, dengan A merupakan bangunan dengan ketinggian 8 meter, B dan C merupakan bangunan dengan ketinggian 7 meter, dan S merupakan titik cerobong.

Data meteorologi Kabupaten Blitar diperlukan sebagai data awal kondisi iklim dan cuaca didapatkan dari Pusat Database Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Data yang digunakan adalah data di wilayah Kabupaten Blitar selama satu tahun terakhir dalam rentang Mei 2021 hingga April 2022 (BMKG, 2022). Simulasi model dilakukan dengan software AERMOD View dengan data

arah dan kecepatan angin, radiasi matahari, suhu, awan, dan tekanan udara.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan data awal menggunakan data dari Pusat Database Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika menunjukkan kecenderungan angin dalam secara tahunan bertiup ke arah timur, tenggara, selatan, dan barat (Gambar 2). Kecepatan angin paling banyak berada pada rentang 2,1 hingga 3,6 m/s, dan angin dapat bertiup hingga kecepatan 5,7 sampai 8,8 m/s.



Gambar 2. Model Kecepatan dan Arah Angin di Kabupaten Blitar (Sumber: Hasil pemodelan, 2022)

Perubahan pola angin secara substansial dapat mengubah tingkat polusi udara suatu kota (Zabrocki dkk., 2021). Berdasarkan model kecepatan dan arah angin yang sudah dibuat, selanjutnya disimulasikan dispersi pencemaran partikulat yang diemisikan dari cerobong pada koordinat 638451.91 dan 9106626.02. Model dibuat berdasarkan kondisi cerobong eksisting dengan spesifikasi sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi cerobong eksisting

Parameter	Nilai
Tinggi cerobong	20 m
Diameter cerobong	0.5 m
Kecepatan udara outlet	11 m/s
Beban emisi	0.14 g/s

(Sumber: Pengukuran langsung, 2022)

Hasil pemodelan (Gambar 3) menunjukkan bahwa emisi udara terdispersi hingga 20 km ke arah tenggara, 18 km ke arah selatan, dan 15 km ke arah barat sesuai dengan arah angin dominan. Konsentrasi partikulat maksimum adalah 4,35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pada arah utara hingga jarak 1,2 km. Dengan kondisi eksisting, angka ini masih dalam batas yang diijinkan

berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 (Peraturan Pemerintah, 2021).

Berdasarkan simulasi, bangunan di sekitar cerobong tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap arah dispersi persebaran udara (Gambar 4). Namun, konsentrasi partikulat maksimum yang tersebar turun menjadi  $3,98 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  partikulat di radius 4 km sekitar cerobong. Hal ini menunjukkan bahwa bangunan di sekitar cerobong membantu dispersi menjadi lebih merata. Hasil yang didapat sesuai dengan penelitian Nelaipuri dkk yang menyatakan polutan yang dipancarkan dari cerobong asap mengalami dispersi di atmosfer dengan kondisi meteorologi seperti arah dan kecepatan angin, yang mendukung terjadinya dispersi (Nelaipuri dkk., 2018).



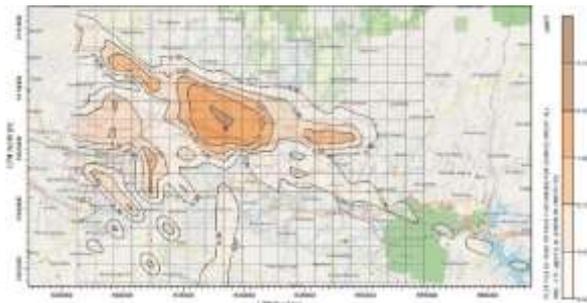
Gambar 3 Model Dispersi Pencemaran Partikulat ( $v = 11 \text{ m/s}$ ;  $h = 20 \text{ m}$ ) (Sumber: Hasil pemodelan, 2022)



Gambar 4. Model Dispersi Pencemaran Partikulat ( $v = 11 \text{ m/s}$ ;  $h = 20 \text{ m}$ ; dengan bangunan) (Sumber: Hasil pemodelan, 2022)

Model selanjutnya dibuat dengan simulasi kecepatan outlet cerobong pada  $18 \text{ m/s}$  sesuai kecepatan minimum yang dianjurkan dalam panduan umum pengaturan cerobong (Brink & Crocker, 1964). Model menunjukkan dispersi yang relatif lebih merata ke segala arah (Gambar 5), dengan konsentrasi di bawah  $3,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dengan meningkatkan laju emisi udara yang keluar dari cerobong, radius dispersi partikulat menjadi lebih sempit yaitu 4 km dengan konsentrasi  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dispersi dengan konsentrasi  $0,7 - 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  masih dapat ditemui hingga 11 km ke arah

barat, namun dengan frekuensi yang lebih minim.



Gambar 5. Model Dispersi Pencemaran Partikulat ( $v = 18 \text{ m/s}$ ;  $h = 20 \text{ m}$ ; dengan bangunan) (Sumber: Hasil pemodelan, 2022)

Variasi ketinggian cerobong 25 m dan 30 m disimulasikan untuk melihat pengaruh penambahan ketinggian cerobong terhadap dispersi pencemaran partikulat. Ketinggian cerobong 25 m (Gambar 6) membuat dispersi pencemaran partikulat turun di bawah  $2,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dalam radius 6 km, konsentrasi partikulat turun di bawah  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan di radius 17 km konsentrasi partikulat sudah di bawah  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan ketinggian cerobong setinggi 5 meter mampu membantu dispersi hingga tersisa 61% konsentrasi dibanding pada saat ketinggian cerobong 20 m. Dispersi pencemaran udara dapat terjadi lebih maksimal, karena dengan bertambahnya ketinggian dapat mengurangi turbulensi yang diakibatkan oleh bangunan-bangunan dan objek lain di sekitar cerobong (Brink & Crocker, 1964).



Gambar 6. Model Dispersi Pencemaran Partikulat ( $v = 18 \text{ m/s}$ ;  $h = 25 \text{ m}$ ; dengan bangunan) (Sumber: Hasil pemodelan, 2022)

Simulasi dilanjutkan dengan ketinggian cerobong 30 meter, dengan hasil penurunan konsentrasi menjadi  $1,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di sekitar cerobong, dan pada jarak hingga 5 km di utara cerobong hanya tersisa  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Gambar 7). Efisiensi dispersi bertambah tinggi seiring dengan penambahan ketinggian cerobong, dikarenakan pada ketinggian 30 meter

semakin sedikit objek dengan ketinggian yang menambah turbulensi dalam jarak dekat.



Gambar 7. Model Dispersi Pencemaran Partikulat ( $v = 18$  m/s;  $h = 30$  m; dengan bangunan)  
(Sumber: Hasil pemodelan, 2022)

Sebagai alternatif selain penambahan ketinggian untuk meningkatkan dispersi emisi yang dibuang dari cerobong industri kayu, disimulasikan juga penambahan ukuran diameter cerobong untuk melihat model dispersi yang dihasilkan. Simulasi dengan ukuran cerobong didasarkan pada ukuran cerobong yang terlalu kecil akan menimbulkan turbulensi di sekitar outlet cerobong (Brink & Crocker, 1964). Penambahan ukuran diameter cerobong dari eksisting 0,5 m menjadi 0,75 m menghasilkan pola dispersi yang ditunjukkan pada Gambar 8. Hasil pemodelan menunjukkan pola dispersi yang mirip dengan skenario penambahan ketinggian cerobong menjadi 25 m. Pada jarak 5 km, konsentrasi partikulat berada di angka  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan pada jarak 6 km sudah di bawah  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Gambar 8. Model Dispersi Pencemaran Partikulat ( $v = 18$  m/s;  $h = 20$  m; dengan bangunan;  $d = 0,75$  m)  
(Sumber: Hasil pemodelan, 2022)

Simulasi diameter cerobong menjadi 1 m (Gambar 9) menghasilkan persebaran konsentrasi partikulat berada di angka  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dalam radius 5 km, dengan  $2,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di sekitar cerobong. Pada jarak 6 km, konsentrasi sudah di bawah  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hasil ini sesuai dengan referensi bahwa semakin besar diameter cerobong, dispersi dapat terjadi lebih cepat (Brink & Crocker, 1964).



Gambar 9. Model Dispersi Pencemaran Partikulat ( $v = 18$  m/s;  $h = 20$  m; dengan bangunan;  $d = 1$  m)  
(Sumber: Hasil pemodelan, 2022)

#### 4. KESIMPULAN

Adanya industri kayu di Kendalrejo, Talun, Kabupaten Blitar akan memberi dampak emisi partikulat kepada daerah di timur, tenggara, barat, dan selatan, sebagaimana arah angin dominan. Pemodelan dispersi pencemaran partikulat dengan software AERMOD View dengan beban emisi  $0,14$  g/s, laju emisi  $11$  m/s, ketinggian cerobong  $20$  m, dan diameter cerobong  $0,5$  m sesuai kondisi saat ini sudah menghasilkan dispersi dengan konsentrasi di bawah batas yang diijinkan dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Pemodelan dengan beberapa skenario menunjukkan bahwa pola dispersi dapat dimaksimalkan dengan penambahan laju emisi cerobong menjadi  $18$  m/s, untuk meminimalkan turbulensi di sekitar cerobong dan mempercepat penurunan konsentrasi partikulat. Penambahan ketinggian cerobong ataupun penambahan diameter cerobong juga akan sangat berdampak kepada penurunan konsentrasi di semua arah, sehingga menjadi rekomendasi yang patut dipertimbangkan oleh industri.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

##### Artikel Jurnal

- Brink, J. A., & Crocker, B. B. (1964). Practical applications of stacks to minimize pollution problems. *Journal of the Air Pollution Control Association*, 14(11), 449–454. <https://doi.org/10.1080/00022470.1964.10468312>
- Feitosa, M., & Macêdo, M. (2020). *Vehicle atmospheric pollution evaluation using AERMOD model at avenue in a Brazilian capital city*.
- Jittra, N., Pinthong, N., & Thepanondh, S. (2015). Performance evaluation of AERMOD and CALPUFF air dispersion models in industrial

- complex area. *Air, Soil and Water Research*, 8(2), 87–95. <https://doi.org/10.4137/ASWR.S32781>
- Langner, C., Klemm, O., Langner, C., & Klemm, O. (2011). *A Comparison of Model Performance between AERMOD and AUSTAL2000 A Comparison of Model Performance between AERMOD and.* 2247. <https://doi.org/10.3155/1047-3289.61.6.640>
- Nealipuri, P., Pradhan, M. N., Das, H. C., Mahapatra, R. N., & Das, B. (2018). Prediction of Air Pollutants Emitting from Chimney of A CHP Using CFD. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 9(4), 105–110.
- Newby, D. E., Mannucci, P. M., Tell, G. S., Baccarelli, A. A., Brook, R. D., Donaldson, K., Forastiere, F., Franchini, M., Franco, O. H., Graham, I., Hoek, G., Hoffmann, B., Hoylaerts, M. F., Künzli, N., Mills, N., Pekkanen, J., Peters, A., Piepoli, M. F., Rajagopalan, S., ... on behalf of ESC Working Group on Thrombosis, E. A. for C. P. and R. and E. S. C. H. F. A. (2015). Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. *European Heart Journal*, 36(2), 83–93. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu458>
- Salva, J., Vanek, M., Gajtanska, M., Tonhauzer, P., & Duricov, A. (2021). *An Assessment of the On-Road Mobile Sources Contribution to Particulate Matter Air Pollution by AERMOD Dispersion Model.*
- Seangkiatuyuth, K., Surapipith, V., Tantrakarnapa, K., & Lothongkum, A. W. (2011). Application of the AERMOD modeling system for environmental impact assessment of NO<sub>2</sub> emissions from a cement complex. *Journal of Environmental Sciences*, 23(6), 931–940. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(10\)60499-8](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(10)60499-8)
- Setyono, P., Himawan, W., & Nancy, N. (2020). Estimasi Emisi Partikulat (PM<sub>10</sub>) akibat Ragam Aktivitas Urban di Kota Surakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(3), 556–564. <https://doi.org/10.14710/jil.18.3.556-564>
- Sofiyana, Marinda Sari and Sholihah, M. (2021). Eksplorasi Liken di Sepanjang Jalan Diponegoro Kota Blitar Jawa Timur. *SEMINAR NASIONAL SAINS DAN ENTERPRAINERSHIP VI TAHUN 2019.*
- US EPA. (2005). Revision to the guideline on air quality models: Adoption of a preferred general purpose (flat and complex terrain) dispersion model and other revisions. *Federal Register*, 70(216), 68218–68261.
- Zabrocki, L., Alari, A., & Benmarhnia, T. (2021). *Estimating the Influence of Wind on Air Pollution Using a Causal Inference Pipeline.*
- Zou, B., Zhan, F. B., Wilson, J. G., & Zeng, Y. (2010). Simulation Modelling Practice and Theory Performance of AERMOD at different time scales. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 18(5), 612–623. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2010.01.005>

#### Sumber Elektronik

- Blitar, B. K. (2021). *Kabupaten Blitar Dalam Angka.*
- BMKG. (2022). *Analisis Iklim dan Cuaca.*
- Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, (2021).



## Analisis Total Bakteri *Coliform* dan Identifikasi *Escherichia coli* pada Makanan dan Minuman di Kantin X

Irul Hidayati<sup>1</sup>, Reni Ida Wati<sup>2</sup>, Hanik Faizah<sup>3,\*</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya, Indonesia

\*[hanikfaizah@uinsby.ac.id](mailto:hanikfaizah@uinsby.ac.id)

---

### Abstract

Food is one of the basic necessities of humans. It is important to pay attention to the quality, safety, hygiene and sanitation of food. Healthy food should contain nutrients, vitamins, and the other essential substances for our body need. The food should be safe for consumption, and free from contamination. Food contamination generally occurs due to coliform bacteria contamination that can cause foodborne disease. This study aimed to analyze the total coliform bacteria and identify *Escherichia coli* bacteria in food and beverage samples in the canteen X. The design of this study was descriptive research. Samples were obtained from four sellers in canteen X. From each seller, one sample of mixed rice and one sample of iced tea were obtained. Samples were analyzed using the MPN (Most Probable Number) method to determine the total coliform bacteria and EMB (Eosin Methylene Blue Agar) media to identify *E. coli*. The results showed that all food and beverage samples were tested positive for coliform and *E. coli* with MPN values exceeding the threshold value. The lowest contamination in the food sample was found in the MA1 and MA2 (460 MPN/gram) and the highest contamination was found in the MA3 and MA4 (>1100 MPN/gram), while the lowest contamination in the beverage sample was found in the MI4 (1100 colonies/100 mL), and the highest contamination was found in the MI1, MI2, and MI3 (>2400 colonies/100 mL).

Keyword: Coliform, Foodborne disease, Hygiene, Sanitation, MPN.

### Abstrak

Makanan merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia. Dalam mengonsumsi makanan perlu memperhatikan kualitas, keamanan, serta higiene dan sanitasi makanan. Makanan dikatakan sehat apabila mengandung gizi, vitamin, zat penting untuk tubuh, aman dikonsumsi, dan bebas kontaminasi. Kontaminasi makanan umumnya terjadi akibat adanya cemaran bakteri *coliform* yang dapat menyebabkan *foodborne disease*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya cemaran bakteri *coliform* berdasarkan uji MPN (*Most Probable Number*) dan identifikasi bakteri *Escherichia coli* pada sampel makanan dan minuman di kantin X. Penelitian ini bersifat deskriptif. Sampel diperoleh dari empat penjual di kantin X. Dari masing-masing penjual diambil satu sampel nasi campur dan satu sampel es teh. Sampel dianalisis menggunakan metode MPN (*Most Probable Number*) untuk mengetahui total bakteri *coliform* dan media EMB (*Eosin Methylene Blue Agar*) untuk mengidentifikasi *E. coli*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh sampel makanan dan minuman dinyatakan positif tercemar bakteri *coliform* dan *E. coli* dengan nilai MPN melebihi nilai ambang batas. Cemaran terendah pada sampel makanan yaitu MA1 dan MA2 sebesar 460 MPN/gram dan tertinggi yaitu MA3 dan MA4 sebesar >1100 MPN/gram, sedangkan cemaran terendah pada sampel minuman yaitu MI4 sebesar 1100 koloni/100 mL, dan tertinggi yaitu MI1, MI2, dan MI3 sebesar >2400 koloni/100 mL.

Kata Kunci: *Coliform*, *Foodborne disease*, Higiene, Sanitasi, MPN.

---

## 1. PENDAHULUAN

Makanan merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang harus dipenuhi setiap hari. Makanan umumnya terdiri dari makanan pokok seperti nasi dan gandum, lauk pauk, sayur mayur, dan buah-buahan. Makanan berperan penting bagi tubuh seperti proses pertumbuhan dan perkembangan, mengatur metabolisme, sumber energi, serta mekanisme pertahanan tubuh terhadap serangan berbagai

penyakit (Notoatmodjo, 2003). Minuman dapat digolongkan sebagai makanan karena minuman berperan dalam memberikan tenaga bagi tubuh, memperbaiki dan membangun jaringan tubuh, serta membantu mengatur proses alamiah maupun kimiawi dalam tubuh (WHO, 1956). Mengonsumsi makanan dan minuman yang sehat dan aman merupakan faktor penting dalam meningkatkan taraf kesehatan. Makanan sehat ialah makanan yang

mengandung gizi, serat, vitamin, dan zat yang dibutuhkan tubuh untuk proses pertumbuhan dan perkembangan, higienis serta aman untuk dikonsumsi (Trisnasari, 2008; Almatsier, 2009; Andrianto, 2014).

Higiene dan sanitasi merupakan kunci keberhasilan dalam pengolahan makanan dan minuman yang aman serta sehat. Higiene menitikberatkan kepada usaha penjual dalam menjaga kebersihan anggota tubuh mulai dari tangan, rambut, pakaian, dan kesehatan diri (Suherman dkk., 2013). Sedangkan sanitasi menitikberatkan pada usaha mengendalikan kondisi lingkungan mulai dari pengolahan bahan baku hingga menjadi makanan jadi seperti kebersihan peralatan dan tempat penjualan (Hariyadi dan Ratih, 2009). Kondisi hygiene dan sanitasi dapat mempengaruhi kualitas makanan dari segi fisik, kimia, maupun biologi sehingga harus diperhatikan agar masyarakat terhindar dari penyakit atau gangguan kesehatan (Kusmayadi dkk., 2007).

Gangguan kesehatan yang terjadi akibat mengkonsumsi makanan yang kurang higienis disebut dengan *foodborne disease*. Salah satu *foodborne disease* yang paling sering terjadi ialah keracunan makanan. Di Indonesia, kasus keracunan makanan menjadi permasalahan di berbagai daerah. Laporan kesehatan tahun 2017, menunjukkan terdapat kasus keracunan pangan sebanyak 2041 orang sakit dan 3 meninggal dunia, diantaranya 13,71% disebabkan karena cemaran mikroba pada makanan (BPOM, 2017). Selain itu, keracunan makanan juga terjadi pada tahun 2019 dengan total 474 kasus, diantaranya terbanyak berasal dari makanan olahan rumah tangga dan olahan jasaboga dengan total berturut-turut sebesar 265 dan 97 kasus (BPOM, 2019).

*Food safety* atau keamanan makanan merupakan upaya untuk mencegah makanan dan minuman dari berbagai kemungkinan cemaran kimia, biologi, maupun benda lain. Pasal 9 PP No. 28 Tahun 2004 menjelaskan bahwa dalam memproduksi makanan harus memperhatikan aspek-aspek keamanan pangan melalui berbagai cara pencegahan tercemarnya makanan oleh cemaran biologis (Supraptini, 2002). Pengujian kualitas mikrobiologis ialah salah satu kunci untuk menunjukkan integritas produk makanan dan kebersihan pemrosesan makanan. Bakteri *coliform* dan *Escherichia coli* merupakan salah satu indikator penilaian dalam pelaksanaan sanitasi makanan (WHO, 2005).

Bakteri *coliform* merupakan golongan bakteri yang banyak terkandung dalam feses (kotoran) manusia dan hewan. Total bakteri *coliform* dan *E. coli* yang tinggi dalam suatu sampel makanan mengindikasikan buruknya sanitasi proses pengolahan (Turner *et al.*, 2000; deSousa *et al.*, 2002). Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa terdapat cemaran bakteri *coliform* dan *E. coli* yang ditemukan pada sampel makanan yang dijual di kantin (Lasinrang dan Muthiadin, 2015; Riana dan Sumarmi, 2018; Rohmah, 2018).

Kantin merupakan tempat usaha yang memiliki peran penting karena makanan dan minuman yang disediakan dapat berpengaruh secara signifikan terhadap kesehatan konsumen. Higiene dan sanitasi kantin penting dalam menghasilkan makanan dan minuman yang aman dari zat berbahaya dan baik bagi kesehatan. Perbedaan kualitas Higiene dan sanitasi kantin dapat mempengaruhi perbedaan kualitas makanan dan minuman yang dijual. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap sampel makanan dan minuman di beberapa penjual pada Kantin X untuk menganalisis total bakteri *coliform* dan identifikasi *Escherichia coli* berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 2897: 2008 dan (SNI) 7388: 2009.

## 2. METODE PENELITIAN

### a. Pengambilan Sampel

Sampel makanan diperoleh dari kantin X. Sampel yang digunakan yaitu nasi campur, sedangkan sampel minuman yang digunakan yaitu es teh. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 4 sampel nasi campur dan 4 sampel es teh yang berasal dari 4 pedagang. Sampel nasi campur pada masing-masing pedagang ditunjukkan pada Tabel 1. Sampel yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis di Laboratorium Terintegrasi UIN Sunan Ampel Surabaya.

Tabel 1. Sampel Makanan.

No.	Kode Sampel	Karakteristik
1.	MA1	Nasi pecel, sayur kecambah kacang panjang, tempe, dan ikan tongkol
2.	MA2	Nasi, sambal, mie, ayam goreng, dan tempe
3.	MA3	Nasi pecel, sayur kecambah kacang panjang gubis, krengseng daging, tahu, dan tempe
4.	MA4	Nasi, mie, tumis tempe kacang panjang, tahu, dadar jagung, dan ayam kecap

## b. Preparasi sampel

Preparasi sampel makanan diawali dengan mencampur nasi beserta lauk dan menumbuhkannya hingga didapatkan tekstur yang lebih halus dan tercampur rata. Sampel halus ditimbang sebanyak 25 gr dan dimasukkan kedalam erlenmeyer yang berisi larutan pengencer *Butterfield's Phosphate Buffered* sebanyak 225 ml. Sampel dihomogenkan dan didapatkan pengenceran  $10^{-1}$ .

## c. Pembuatan media

Media LB (*Lactose Broth*) untuk sampel makanan ditimbang sebanyak 1,053 gr dan dilarutkan dalam 81 ml aquades. Media LB untuk sampel minuman ditimbang sebanyak 0,702 gr dilarutkan dalam 54 ml aquades (*single strength*) dan 0,78 gr dilarutkan dalam 30 ml aquades (*double strength*). Media BGLB (*Brilliant Green Lactase Broth*) ditimbang 3,24 gr dan dilarutkan dalam 81 ml aquades. Media EMBA (*Eosin Methylene Blue Agar*) ditimbang 6,48 gr dan dilarutkan dalam 180 ml aquades. Media dipanaskan dan selanjutnya disterilisasi dengan autoklaf.

## d. Pembuatan Larutan *Butterfield's Phosphate Buffered*

Pembuatan larutan *Butterfield's Phosphate Buffered* diawali dengan pembuatan larutan stok dengan menimbang  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  sebanyak 34 gr dan dilarutkan kedalam 500 ml aquades. Diatur pH 7,2 dengan menambahkan NaOH 1 N, kemudian ditambah aquades hingga 1 Liter. Larutan pengencer *Butterfield's Phosphate Buffered* dibuat dengan mengambil 10 ml larutan dan ditambahkan dengan aquades hingga volume larutan tepat 1 L.

## e. Analisis Cemaran Bakteri *Coliform*

### 1) Uji Praduga

Pengujian sampel makanan dimulai dengan membuat pengenceran  $10^{-2}$  hingga  $10^{-3}$ . Masing-masing pengenceran diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan kedalam 3 seri tabung LB berisi tabung durham terbalik. Pengujian sampel minuman dilakukan menggunakan ragam 3 3 3. Sampel es teh diambil sebanyak 10 ml dan dimasukkan kedalam 3 seri tabung LB *Double Strength*, kemudian diambil 1 ml dan 0,1 ml sampel es teh dan dimasukkan kedalam masing-masing 3 seri tabung LB *Single Strength* yang berisi tabung durham terbalik. Masing-masing tabung diinkubasi pada suhu  $37^\circ\text{C}$  selama 24-48 jam.

### 2) Uji Penegasan

Tabung yang dinyatakan positif selanjutnya dengan jarum ose diambil sebanyak 1-2 kali dan dimasukkan kedalam 3 seri tabung BGLB. Ketiga seri tabung kemudian diinkubasi pada suhu  $37^\circ\text{C}$  selama 24-48 jam dan diamati hasilnya. Hasil positif ditandai kekeruhan pada media dan terbentuk gas pada tabung durham. Selanjutnya dilakukan penentuan nilai MPN berdasarkan jumlah tabung BGLB yang positif dengan mengacu pada tabel MPN (*Most Probable Number*).

### 3) Uji Pelengkap

Tabung yang positif pada uji penegasan dilanjutkan dengan mengambil biakan menggunakan jarum ose dan diinokulasikan pada permukaan media EMBA dengan metode *streak plate*. Selanjutnya, dilakukan inkubasi pada suhu  $37^\circ\text{C}$  selama 24-48 jam hingga terbentuk koloni bakteri.

## f. Analisis Data

Data yang didapatkan yaitu nilai total bakteri *coliform* dan karakteristik bakteri *E. coli* dari setiap sampel makanan dan minuman dijelaskan secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

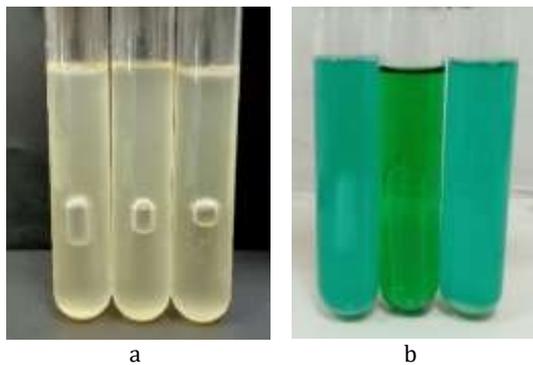
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Analisis Total Bakteri *Coliform*

*Most Probable Number* atau angka paling memungkinkan merupakan suatu metode pengujian yang berguna untuk mendeteksi dan menghitung jumlah bakteri *coliform* dengan menggunakan media cair dalam suatu tabung reaksi (Badan Standarisasi Nasional, 2006). Pengujian tahap praduga menunjukkan bahwa semua tabung baik sampel makanan maupun sampel minuman menunjukkan hasil positif ditandai dengan kekeruhan media dan adanya gelembung pada tabung durham setelah masa inkubasi 24-48 jam (Gambar 1a). Uji praduga bertujuan sebagai pendugaan awal serta mendeteksi keberadaan bakteri *coliform* pada sampel yang diuji. Media LB (*Lactose Broth*) pada tahap praduga ini mengakibatkan adanya proses seleksi bakteri *coliform* berdasarkan kemampuan dalam memfermentasi laktosa dengan menghasilkan suatu gas (Sari dan Apridamayanti, 2014).

Bakteri *coliform* memiliki sifat aerob yaitu membutuhkan oksigen untuk proses metabolisme dan bersifat anaerob fakultatif yaitu proses metabolisme dapat terjadi dengan adanya oksigen ataupun tanpa oksigen. Pada kondisi aerob, bakteri *coliform* ini akan

mengoksidasi asam amino dan apabila tidak terdapat oksigen maka proses metabolisme bersifat fermentatif dan energi diperoleh dengan memecah gula menjadi asam organik. Bakteri *coliform* mampu menghasilkan butana diol, asam asetat, asam sukinat, asam format, etil alkohol, gas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub> sehingga media menjadi berwarna lebih kuning dari sebelum diinokulasi dan terbentuk gas pada tabung durham (Atlas, 1997; Widodo *et al.*, 2015).



Gambar 1. (a) Uji Praduga; (b) Uji Penegasan.  
 (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021).

Pengujian pada sampel positif dilanjutkan pada tahap penegasan. Hasil pengamatan pada sampel makanan (nasi campur) dan minuman (es teh) menunjukkan bahwa hampir semua tabung uji menghasilkan gelembung pada tabung durham dan terdapat beberapa tabung yang tidak menghasilkan gelembung setelah masa inkubasi. Adanya gelembung pada tabung durham mengartikan bahwa tabung tersebut bernilai positif mengandung bakteri *coliform*, sedangkan tabung yang tidak muncul gelembung mengartikan bahwa tabung bernilai negatif. Tabung yang bernilai negatif menunjukkan warna media tidak mengalami kekeruhan dan tidak muncul gelembung pada tabung durham (Gambar 1b).

Terbentuknya gelembung gas pada tabung durham uji penegasan ini disebabkan adanya proses fermentasi laktosa yang dilakukan oleh bakteri *coliform* (Putri dan Kurnia, 2018). Media BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*) pada uji penegasan merupakan media dengan kandungan laktosa cair yang dapat menunjang pertumbuhan bakteri gram negatif yang dapat memfermentasi laktosa seperti bakteri *coliform* serta mengandung garam empedu (*briliant green*) yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif (Andriani dan Husna, 2018). Bakteri *coliform* akan menghasilkan suatu energi untuk melakukan fermentasi laktosa kemudian menghasilkan asam piruvat dan asetat serta memunculkan gas CO<sub>2</sub> pada media sebagai hasil akhir. Kondisi tabung reaksi yang tertutup oleh kapas dan aluminium

foil menjadikan gas CO<sub>2</sub> terdorong dan membentuk gelembung tabung durham (Putri dan Kurnia, 2018).

Hasil pencocokan jumlah tabung positif dengan tabel MPN menunjukkan bahwa sampel makanan memiliki nilai MPN yang tinggi yaitu sampel MA1 dan MA2 sebesar 460 MPN/gram, sedangkan sampel MA3 dan MA4 sebesar >1100 MPN/gram (Tabel 2). Nilai MPN (*Most Probable Number*) menandakan bahwa semakin tinggi nilai yang dihasilkan maka semakin tinggi/banyak pula cemaran mikroba dalam suatu sampel dan sebaliknya semakin rendah nilai MPN maka cemaran mikroba dalam sampel juga semakin sedikit. Data yang didapatkan menunjukkan bahwa 4 sampel nasi campur tidak memenuhi syarat atau kurang layak konsumsi karena melebihi standar *Most Probable Number* (MPN) cemaran bakteri *coliform* pada sampel makanan yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) 2897: 2008 yaitu sebesar <3.6 MPN/gram.

Tabel 2. Nilai MPN Sampel Makanan (Nasi Campur).

Kode Sampel	Jumlah Tabung Positif			Nilai MPN/gram	SNI 2897: 2008 (MPN/gram)
	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>		
MA1	3	3	1	460	<3.6
MA2	3	3	1	460	<3.6
MA3	3	3	3	>1100	<3.6
MA4	3	3	3	>1100	<3.6

Tingginya cemaran bakteri coliform pada sampel MA3 dan MA4 ini dapat dikarenakan lingkungan kantin yang lebih lembab, peletakan peralatan yang tidak rapi dan dekat dengan bahan makanan sehingga memiliki kemungkinan yang lebih besar untuk bakteri tumbuh dan berkembang, personal hygiene yang kurang baik dimana ketika pengambilan makanan terjadi kontak langsung antara tangan pedagang dengan bahan makanan, serta dapat pula dipengaruhi olah cara pemasakan makanannya. Selain itu, kondisi kantin pada pengambilan sampel MA3 dan MA4 umumnya juga lebih ramai dan banyak lalu lalang pembeli dimana banyak pula pembeli yang sedang merokok sehingga kemungkinan dapat pula mempengaruhi tingginya kontaminasi pada bahan makanan tersebut.

Hasil pencocokan pada sampel minuman es teh juga menunjukkan bahwa keempat sampel memiliki nilai MPN melebihi standar yang ditentukan sehingga kurang layak untuk dikonsumsi. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 7388: 2009, standar cemaran bakteri *coliform* pada sampel minuman teh

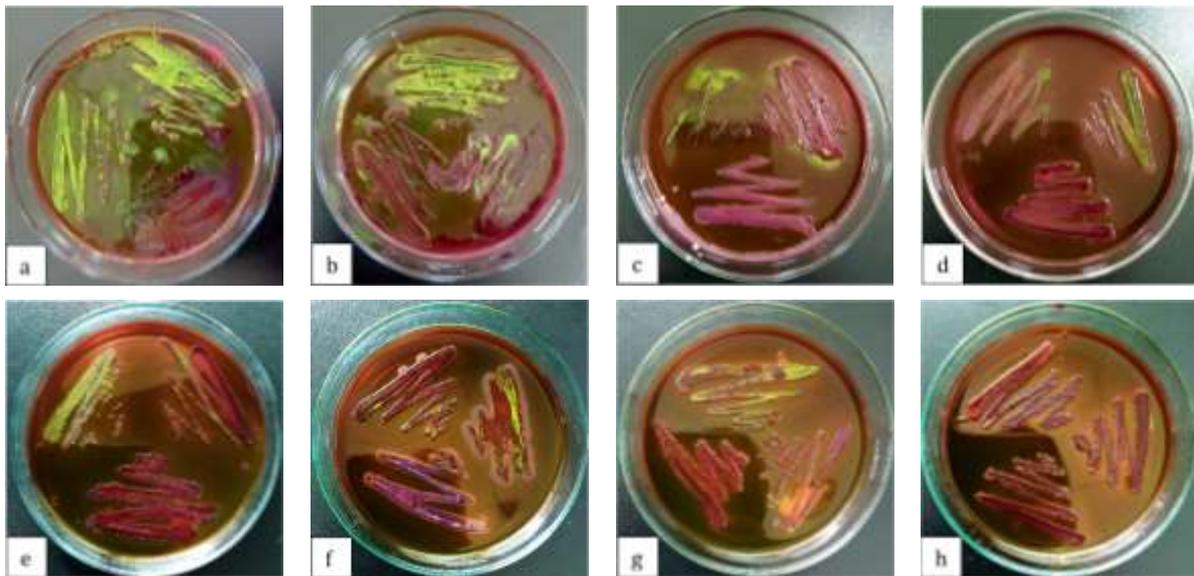
yang telah ditetapkan yaitu sebesar  $< 2/100$  mL. Sedangkan total bakteri *coliform* terendah yaitu sampel MI4 sebesar 1100 koloni/100 mL dan tertinggi yaitu tiga sampel es teh lainnya meliputi MI1, MI2, dan MI3 sebesar lebih dari 2400 koloni/100 mL (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai MPN Sampel Minuman (es teh)

Kode Sampel	Jumlah Tabung Positif			Nilai MPN/100 ml	SNI 7388: 2009 (MPN/100 ml)
	10 ml	1 ml	0,1 ml		
MI1	3	3	3	>2400	< 2
MI2	3	3	3	>2400	< 2
MI3	3	3	3	>2400	< 2
MI4	3	3	2	1100	< 2

Pengujian sampel makanan dan minuman pada tahap pelengkap guna untuk mengetahui adanya kontaminasi bakteri *E. coli*. Berdasarkan pengamatan diketahui bahwa sampel nasi campur dan sampel minuman es

teh dinyatakan positif terkontaminasi oleh bakteri *E. coli*. Adanya kontaminasi bakteri *E. coli* terlihat dari adanya pertumbuhan isolat bakteri yang berwarna hijau metalik (Gambar 2). Sebagaimana yang dinyatakan oleh Holt *et al.* (2000), bahwa isolat bakteri *E. coli* yang tumbuh pada media EMBA akan terlihat berwarna hijau metalik. Matuwo (2012), juga menambahkan bahwa kemampuan *E. coli* dalam memfermentasi laktosa serta adanya kandungan *methylene blue* pada media EMBA menjadikan bakteri *E. coli* dapat memunculkan warna hijau metalik. Perbedaan banyaknya warna hijau metalik pada sampel makanan dan minuman mengindikasikan banyaknya jumlah bakteri *E. coli* yang terkandung dalam suatu sampel. Sampel makanan terlihat bahwa isolat yang berwarna hijau metalik lebih banyak atau lebih lebar dibandingkan sampel minuman sehingga dimungkinkan kontaminasi *E. coli* pada sampel makanan lebih banyak daripada sampel es teh.



Gambar 2. Isolat Bakteri pada Media EMBA: (a) MA1; (b) MA2; (c) MA3; (d) MA4; (e) MI1; (f) MI2; (g) MI3; (h) MI4.

### b. Higiene dan Sanitasi Kantin

Kontaminasi makanan dan minuman oleh bakteri *coliform* merupakan salah satu indikator higiene dan sanitasi yang kurang baik.

*E. coli* merupakan salah satu jenis bakteri *coliform* yang dapat tumbuh pada suhu 10-40°C dan tumbuh optimal pada suhu 37°C. Bakteri *E. coli* memiliki sifat yang relatif sensitif terhadap panas dan dapat diinaktifkan pada suhu pasteurisasi selama pemasakan makanan, umumnya bakteri ini akan mati pada suhu 60°C selama 30 menit (Todar, 2008). Berdasarkan pada pernyataan tersebut seharusnya bakteri *E.*

*coli* dalam sampel makanan telah mati ketika proses pemasakan, namun pada penelitian ini justru semua sampel makanan mengandung bakteri *E. coli*. Kontaminasi bakteri *coliform* dan *E. coli* pada sampel makanan dimungkinkan karena kebersihan kantin yang kurang baik, peralatan yang kurang bersih, serta dapat pula terjadi akibat tangan penjamah yang kurang bersih. Sedangkan kontaminasi pada es teh dapat terjadi melalui es batu, sumber air, gula, bahan teh, maupun peralatan yang digunakan.

Berdasarkan observasi diketahui bahwa sebagian besar pedagang di kantin X menggunakan es batu balok yang mana es batu

balok terbuat dari air mentah sehingga kemungkinan mengandung bakteri *coliform*. Penelitian Yanti (2014), menunjukkan bahwa kandungan bakteri *E. coli* pada es balok lebih besar dibandingkan es batu kristal maupun es batu rumah tangga yaitu sebesar 96/100mL, sedangkan es batu kristal dan es batu balok sebesar 15/100mL. Kondisi beku atau dingin pada es batu tidak menjadikan bakteri mati melainkan hanya dalam kondisi dormansi sehingga apabila es batu mencair maka dapat mengkontaminasi es the tersebut (Food and Enviromental Hygiene Department, 2005). Selain itu peralatan seperti pemotong es batu yang digunakan juga diletakkan ditempat sembarangan dan tidak dilapisi oleh plastik.

Muhammad (2015), menyatakan bahwa faktor kontaminasi bakteri pada makanan dan minuman dapat dipengaruhi oleh kebersihan kantin atau kualitas sanitasi kantin. Hasil observasi menunjukkan bahwa kebersihan kantin X kurang baik dan lembab serta dekat tempat pengumpulan botol-botol bekas sehingga memungkinkan menjadi tempat bakteri. Depkes RI (2003), menyatakan bahwa lokasi penjualan makanan maupun minuman harus memenuhi syarat kesehatan meliputi lokasi jauh min. 500 meter dari sumber pencemar, terhindar dari serangga, lokasi dilengkapi dengan tempat pembuangan sampah tertutup, dilengkapi sanitasi air yang bersih, serta saluran pembuangan limbah yang teratur.

Kebersihan penjual juga menjadi salah satu penyebab kontaminasi pada makanan dan minuman. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Ramadani *et al.* (2017), bahwa penjamah makanan dapat menjadi salah satu sumber adanya kontaminasi bakteri dan menyebabkan terjadinya penyakit akibat keracunan makanan. Kepmenkes RI No. 942/Menkes/SK/VII/2003 menyebutkan bahwa penjamah makanan dan minuman harus memenuhi beberapa syarat yaitu tidak mengidap penyakit menular, menutup luka terbuka, menjaga kebersihan tangan, kuku, rambut, pakaian, menggunakan celemek dan penutup kepala, mencuci tangan setiap hendak menangani makanan dan minuman, tidak merokok dihadapan makanan, serta tidak kontak langsung dengan makanan yang telah siap dihidangkan melainkan menggunakan alat seperti sendok maupun alas tangan.

Kontaminasi bakteri *coliform* dan *E. coli* pada sampel makanan juga terjadi pada beberapa penelitian terdahulu. Penelitian yang

dilakukan oleh Ziku dkk. (2018), juga menunjukkan bahwa seluruh sampel makanan nasi campur yang diuji tidak memenuhi syarat *Most Probable Number* (MPN) *coliform* dengan nilai total tertinggi yaitu >1100 MPN/gram dan terendah yaitu 20 MPN/gram. Hasil penelitian Lasinrang dan Muthiadin (2015), juga diketahui bahwa terdapat kandungan bakteri *coliform* dan *E. coli* pada makanan jajanan yang dijual di Kampus II UIN Alauddin Makassar telah melebihi ambang batas baku mutu Badan Standarisasi Nasional dan SNI-7388-2009 yaitu batas maksimum nilai MPN *Coliform* = 10 *Coliform*/gram dan *Escherichia coli* = < 3 *E.coli*/gram. Selain itu, penelitian serupa juga dilakukan Riana dan Sumarmi (2018), dimana pengujian sampel makanan pada kantin di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo menunjukkan adanya kontaminasi bakteri *E. coli* pada 25 sampel (71.43%) dari total 35 sampel yang diuji.

Kontaminasi bakteri *coliform* dan *E. coli* pada sampel minuman es teh juga terjadi pada beberapa penelitian. Ningrum dan Sulistyorini (2019), menunjukkan bahwa sebanyak 8 sampel dari 34 sampel es teh (24%) yang dijual di warung kelurahan Mulyorejo, Surabaya diketahui positif mengandung bakteri *E. coli*. Penelitian oleh Ritonga dkk. (2013), juga dilakukan pengujian pada 10 sampel es teh dari 10 pedagang di Pajak Karona Jamin Ginting Kecamatan Medan Baru dan diketahui bahwa seluruh sampel mengandung bakteri *E.coli*. penelitian yang sejalan juga dilakukan oleh Hendrayana (2012), dimana diketahui bahwa minuman es teh dari pedagang minuman di sekitar sekolah di Kota Denpasar sebanyak 8 dari 10 sampel (80%) mengandung bakteri *E. coli serotype* O157. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Nisa dkk. (2017), diketahui bahwa teh seduhan merk A dan B mengandung bakteri *coliform* dengan nilai melebihi standar yang ditentukan yaitu secara berturut-turut sebesar >2139,2 sel/mL dan 1994,8 sel/mL.

Tingginya kontaminasi oleh bakteri *coliform* dan *E. coli* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu dapat disebabkan oleh sanitasi yang masih sangat rendah, lingkungan yang buruk, *personal hygiene* yang kurang baik, pengelolaan makanan yang kurang tepat, adanya kontak langsung antara pedagang dengan makanan, serta adanya *vector* pembawa mikroorganisme (Yunita dan Dwipayanti, 2010).

#### 4. KESIMPULAN

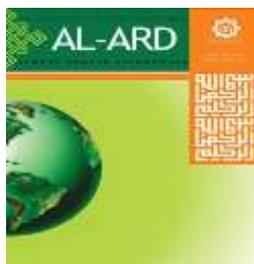
Berdasarkan penelitian disimpulkan bahwa seluruh sampel makanan dan minuman positif tercemar bakteri *coliform* dan *E. coli*. Cemaran bakteri *coliform* pada sampel makanan tidak memenuhi syarat atau kurang layak konsumsi karena melebihi standar yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) 2897: 2008 yaitu sebesar <3.6 MPN/gram. Cemaran terendah pada sampel makanan yaitu MA1 dan MA2 sebesar 460 MPN/gram, dan tertinggi yaitu MA3 dan MA4 sebesar >1100 MPN/gram. Cemaran bakteri *coliform* pada sampel minuman tidak memenuhi syarat atau kurang layak konsumsi karena melebihi standar yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) 7388: 2009, yaitu sebesar < 2/100 mL. Cemaran terendah pada sampel minuman yaitu MI4 sebesar 1100 koloni/100 mL, dan sampel lainnya sebesar >2400 koloni/100 mL. Oleh karena itu, higiene dan sanitasi kantin harus diperhatikan agar makanan dan minuman dapat terbebas dari kontaminasi mikroba. Pengujian higiene dan sanitasi lebih lanjut dapat dilakukan dengan uji mikrobiologis pada peralatan masak dan makan yang digunakan di kantin.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Aini, F. (2018). Isolasi dan Identifikasi *Shigella* sp. Penyebab Diare pada Balita. *Bio-Site*, 4(1), 1–40.
- Allwod, M., Stanley, A., & Wright, P. (2002). *The Cytotoxics Handbook*. England: Radcliffe Medical Press.
- Almatsier, S. (2009). *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustakautama.
- Andriani, D., & Husna. (2018). Identifikasi *Escherichia coli* pada Es Dawet di Kota Banda Aceh. *Serambi Saintia*, VI(1), 7–15.
- Atlas, M.R. (1997). *Principles of Microbiology 2<sup>nd</sup> Edition*. Iowa: Wm. C. Brown Publisher.
- BPOM. (2019). Pusat Data dan Informasi Obat dan Makanan. *Laporan Tahunan*. Jakarta: Badan Pengawas Obat Dan Makanan.
- BPOM. (2017). Pusat Data dan Informasi Obat dan Makanan. *Laporan Tahunan*. Jakarta: Badan Pengawas Obat Dan Makanan.
- Cappucino, J.G., & Sherman, N. (1987). *Microbiology: A Laboratory Manual*. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Depkes RI. (2003). *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 942. Tentang Pedoman Persyaratan Hygiene Sanitasi Makanan Jajanan*. Jakarta: Depkes RI.
- Desousa, G.B., Tamagnini, L.M., Olmos, P.D., & Gonzales, R.D. (2002). Microbial Enumeration In Ready-To-Eat Foods And Their Relationship To Good Manufacturing Practice. *J Food Safety* 22, 27–38.
- Food and Enviromental Hygiene Department. (2005). *The Microbiological Quality of Edible Ice from Ice Manufacturing Plants and Retail Businesses in Hongkong*. Queensway: The Government of The Hongkong Special Administrative.
- Hariyadi, Ratih. (2009). *Memproduksi Pangan yang Aman*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Hendrayana, M.A. (2012). Identifikasi Serotir Bakteri *Escherichia coli* dengan Media Sorbitol Macconkey Agar (SMAC) pada Minuman Es Teh dari Pedagang Minuman di Sekolah. *Laporan Penelitian*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T., & William, S.T. (2000). *Bergey's Manual Of Determinative Bacteriology 9<sup>th</sup> Ed*. Baltiore, Maryland, USA: Williams And Wilkins.
- Kusmayadi, Ayi, & Sukandar, D. 2007. *Cara Memilih dan Mengolah Makanan untuk Perbaikan Gizi Masyarakat*. Asia Indonesia: Special Programme For Food Security.
- Lasinrang, A., & Muthiadin, C. (2015). Uji Kualitas Mikrobiologis pada Makanan Jajanan di Kampus II Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar. *Biogenesis*, 3(2), 119–123.
- Matuwo. (2012). Mikrobiologi pada Daging Ayam. <http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/1479/skripsi.pdf>,
- Muhammad, N. (2015). Bakteri *Coliform* yang Terdapat pada Minuman Es Teh di Rumah Makan Tepi Laut Purus Padang Barat. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 779.
- Ningrum, L.S. & Sulistyorini, L. (2019). Kondisi Sanitasi Peralatan dan Higiene Bahan Minumana terhadap Keberadaan Bakteri

- Escherichia coli* pada Es Teh di Warung Kelurahan Mulyorejo, Surabaya. *The Indonesian Journal Public Health*, 14(2), 186–198.
- Nisa, A.S., Hastuti, U.S., & Witjoro, A. (2017). Analisis Mikrobiologi Minuman Teh Seduhan Berbeda Merk Berdasarkan Nilai MPN *Coliform* di Kota Malang. *Seminar Nasional IX*. Surakarta: Pendidikan Biologi FKIP Universitas Negeri Surakarta.
- Notoatmodjo. (2003). *Meningkatkan Kualitas Pangan*. Jakarta: Media Pustaka.
- Putri, A.M., & Kurnia, P. (2018). Identifikasi Keberadaan Bakteri *Coliform* dan Total Mikroba dalam Es Dung-Dung di Sekitar Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Media Gizi Indonesia*, 13(1), 41–48.
- Ramadani, E.R., Nirmala, F., & Mersatika, A., 2017. Higiene dan Sanitasi Makanan Jajanan di Kantin Sekolah Dasar di Kecamatan Buke Kabupaten Konawe Selatan Tahun 2016. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat*, 2(6).
- Riana, A., & Sumarmi, S. (2018). Hubungan Kontaminasi *Coliform* dan Skor Perilaku Higiene Sanitasi pada Pedagang Jajanan di Kantin Sekolah dan Pedagang Keliling. *Media Gizi Indonesia*, 13(1), 27–32.
- Ritonga, R., Marsaulina, I. & Chahaya, I. (2013). *Analisis Escherichia coli dan Higiene Sanitasi pada Minuman Es Teh yang Dijual di Pajak Karona Jamin Ginting Kecamatan Medan Baru Tahun 2013*. Medan: Proram Sarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
- Rohmah, J. (2018). Kontaminasi *Escherichia coli* pada Makanan Jajanan di Kantin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science Technology)*, 1(1), 15–26.
- Sari, R., & Apridamayanti, P. (2014). Cemaran Bakteri *Escherichia coli* dalam Beberapa Makanan Laut yang Beredar di Pasar Tradisional Kota Pontianak. *Kartika Jurnal Ilmiah Farmasi*, 2(2), 14–19.
- SNI 01.2332.1-2006. (2006). *Cara Uji Mikrobiologi Bagian 1: Penentuan Coliform dan Escherichia coli pada Produk Perikanan*. Badan Standarisasi Nasional.
- Splittstoesser, D.F., & Vanderzant, C., (1992). *Compendium of Method for The Microbiological Examination Offoods*. Washington, DC: American Public Health Association,
- Suherman, P.A., Ane, L.R., & Ibrahim. (2013). Praktik Hygiene Penjamah dan Sanitasi Peralatan Makanan Jajanan Anak Sekolah Dasar pada SD di Kel. Antang Kec. Manggala Kota Makassar. *Jurnal MKMI*, 103–108.
- Supraptini. (2002). Kejadian Keracunan Makanan dan Penyebabnya di Indonesia 1995-2000. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 1, 127–135.
- Todar. 2008. Classification of *Escherichia coli*. <http://textbookofbacteriology.net/e.coli.html>.
- Trisnasari, A. (2008). *Makanan Sehat*. Bandung: Panca Anugerah Sakti.
- Turner, K.M., Restaino, L., & Frampton, E.W. (2000). Efficacy of Chromocult *Coliform* Agar for *Coliform* and *Escherichia coli* Detection in Foods. *Journal Of Food Protection* 63, 539–541.
- WHO. (2005). *Penyakit Bawaan Makanan Fokus Pendidikan Kesehatan*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Widodo, T.S., Sulistiyanto, B. & Setya, U.C. (2015). Jumlah Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam Digesta Usus Halus Sekum Ayam Broiler yang Diberi Pakan Ceceran Pabrik Pakan yang Difermentasi. *Agripet*, 15(2), 98–103.
- Yanti, E. (2014). Studi tentang Bakteri *Escherichia coli* dan Logam Berat dalam Es Batu yang Digunakan Pedagang di Sepanjang Pantai Purus Kota Padang. *Skripsi*. Padang: STKIP PGRI Sumatra Barat Padang.
- Yunita, N.L.P., & Dwipayanti, N.M.U. (2010). Kualitas Mikrobiologi Nasi Jinggo Berdasarkan Angka Lempeng Total, Total *Coliform*, dan Kandungan *Escherichia coli*. Udayana: Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.
- Zaraswati, D. (2006). *Mikrobiologi Farmasi*. Makassar: Universitas Hasanuddin.

Ziku, Y.J., Singapurwa, N.M.A.S., & Sudiarta, I.W. (2018). Tingkat Keamanan Nasi Campur yang Dijual di Lingkungan Pasar Badung Ditinjau dari Aspek Mikrobiologi. *Gema Agro*, 23(1), 1-10.



## Penilaian Dampak Lingkungan dan Upaya Pengelolaan Lingkungan Kegiatan Peternakan Unggas (Studi Kasus: Peternakan Unggas Sirnagalih, Garut-Indonesia)

Ida Munfarida<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel Surabaya, Surabaya, Indonesia

[\\*munfarida@uinsby.ac.id](mailto:munfarida@uinsby.ac.id)

### Abstract

Poultry farm is one of the important sectors in meeting human needs for animal protein, but it was not correlated with the availability of poultry meats due to their limited production. In order to provide an adequate source of animal protein, especially in Garut Regency, the initiator plans to develop the poultry farm located in Sirnagalih Village, Garut Regency. It is necessary to build environmentally friendly poultry farms that implement sustainable development. This study analyzes the environmental impact of poultry farm in accordance with sustainable development. This study aims to analyze the environmental impact of "Sirnagalih Poultry Farm" in Garut Regency as an Environmentally Friendly Poultry Farm. The research was conducted by using quantitative and qualitative descriptive analysis. Quantitative analysis was used to analyse land-use, water consumption, poultry manure and poultry carcass. The qualitative descriptive analysis explains the environmental management. Based on land-use analysis, the BSC (Basic Structural Coefficient) is 65.92% consisting of poultry buildings, feed warehouses and supporting facilities. The GBC (Green Basic Coefficient) is 16.42%. Wastewater from poultry farm can be treated by a wastewater treatment plant. Animal manure waste can be managed by composting, while poultry carcass management and green open space can refer to Government Regulations.

Keywords: environmental impact, land use, poultry farming

### Abstrak

Peternakan unggas merupakan salah satu sektor penting dalam memenuhi kebutuhan manusia akan protein hewani, namun hal ini tidak berkorelasi dengan ketersediaan daging unggas karena terbatasnya produksi. Dalam rangka menyediakan sumber protein hewani yang cukup, khususnya di Kabupaten Garut, pemrakarsa berencana mengembangkan peternakan unggas yang berlokasi di Desa Sirnagalih, Kabupaten Garut. Perlu dibangun peternakan unggas ramah lingkungan yang menerapkan pembangunan berkelanjutan. Studi ini menganalisis dampak lingkungan peternakan unggas berdasarkan pembangunan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak lingkungan "Peternakan Unggas Sirnagalih" di Kabupaten Garut sebagai Peternakan Unggas Ramah Lingkungan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan analisis kuantitatif dan kualitatif deskriptif. Analisis kuantitatif digunakan untuk menganalisa penggunaan lahan, penggunaan air bersih, kotoran unggas dan bangkai unggas. Analisis kualitatif deskriptif menjelaskan tentang upaya pengelolaan lingkungan. Berdasarkan analisa penggunaan lahan, KDB (Koefisien Dasar Bangunan) sebesar 65,92% yang terdiri dari bangunan ternak, gudang pakan dan fasilitas pendukung. KDH (Koefisien Dasar Hijau) sebesar 16,42%. Air limbah dari peternakan unggas dapat diolah melalui instalasi pengolahan air limbah. Limbah kotoran ternak dapat dikelola dengan pengomposan, sedangkan pengelolaan bangkai unggas dan ruang terbuka hijau dapat mengacu pada Peraturan Pemerintah.

Kata Kunci: dampak lingkungan, penggunaan lahan, peternakan

## 1. PENDAHULUAN

Pemberlakuan otonomi daerah sejak tahun 1999 melalui Undang-Undang No. 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah telah

memberikan pertumbuhan ekonomi yang signifikan terhadap pemerintah daerah, dalam hal ini Kabupaten Garut. Regulasi otonomi daerah telah beberapa kali berubah hingga disahkannya Undang-Undang Nomor 1 Tahun

2022 tentang Hubungan Keuangan Antara Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah.

Hakikat otonomi daerah adalah kebebasan masyarakat setempat untuk mengatur dan mengurus kepentingannya sendiri bagi terselenggaranya kesejahteraan. Di otonomi, terdapat nilai intrinsik, yaitu nilai demokrasi dan prakarsa sendiri. Adapun tujuan otonomi daerah adalah untuk memberikan kepuasan kepada masyarakat dan kesejahteraan masyarakat dalam suatu wilayah pemerintahan (Moonti, 2019).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), pertumbuhan penduduk di Kabupaten Garut mencapai 0,82% pada tahun 2020 (BPS, 2021). Pertumbuhan penduduk ini berhubungan dengan kebutuhan pangan dan daging khususnya di Kabupaten Garut. Peternakan unggas merupakan salah satu sektor penting dalam memenuhi kebutuhan manusia terhadap protein hewani. Namun, kebutuhan tersebut tidak berkorelasi dengan ketersediaan daging dan telur unggas karena terbatasnya produksi sehingga mengakibatkan harga yang tinggi di pasaran. Hal ini merupakan fenomena umum di berbagai daerah dimana permintaan masyarakat berpengaruh terhadap harga pasar, seperti yang telah dilaporkan oleh Aryani dan Jember (2019) yang terjadi di Provinsi Bali. Sementara itu, di Kabupaten Garut, produksi ternak unggas pada tahun 2017 tercatat sebesar 2.237, 53 ton (BPS, 2018), dan menurun 53% pada tahun 2021 menjadi 1.047,25 ton (Pemerintah Kabupaten Garut, 2022). Hal ini karena adanya dampak flu burung yang melanda Indonesia. Seperti yang disebutkan Andini dkk (2019) diketahui bahwa flu burung berdampak pada kematian unggas sehingga dapat menyebabkan rendahnya ketersediaan ternak unggas.

Dalam rangka menyediakan sumber protein hewani yang cukup, khususnya di Kabupaten Garut, Pemrakarsa merencanakan pembangunan peternakan unggas yang berlokasi di Desa Sirnagalih, Kecamatan Ciburupan, Kabupaten Garut. Namun pembangunan peternakan akan memberikan dampak positif dan negatif terhadap lingkungan. Telah banyak dilaporkan peneliti terdahulu bahwa perkembangan peternakan akan memberikan dampak dan resiko lingkungan salah satunya adalah timbulan limbah ternak karena perkembangbiakan tradisional (Li dkk, 2022), pencemaran limbah logam berat pada permukaan tanah akibat

digunakannya logam berat untuk mencegah penyakit hewan ternak (Zhao dkk, 2022), serta dampak yang lebih jauh yang ditimbulkan dari penggunaan logam berat ini adalah mengurangi keanekaragaman mikroba di dalam tanah yang diakibatkan oleh pencemaran logam berat dan antibiotik yang digunakan pada peternakan (Zhang dkk, 2022). Dari berbagai dampak tersebut, para peneliti saat ini sedang menganalisa sebuah solusi pembangunan berkelanjutan yang dapat diterapkan pada peternakan agar tidak mencemari lingkungan. Wang & Tao (2020) mengemukakan bahwa penanganan limbah dari peternakan dapat melalui 4 (empat) metode berikut ini: digunakan kembali (dikembalikan langsung ke alam), komposting, produksi biogas, dan penjualan kemasan segar. Peneliti lain menghasilkan bahwa sumber nutrient bagi ternak pun harus diperhatikan karena akan menimbulkan terhadap emisi gas rumah kaca. Peneliti memberikan saran bahwa *Azolla* dapat digunakan sebagai sumber bahan makanan ternak karena tinggi protein, asam lemak, asam amino dan vitamin, namun dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dan jejak karbon serta kebutuhan lahan yang rendah dapat mengurangi penggunaan konversi lahan (Nasir dkk, 2022).

Undang Undang 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup disahkan sebagai upaya untuk mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan didefinisikan sebagai “pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri.” Konsep kebutuhan tidak hanya kebutuhan material, namun mencakup nilai-nilai, kebebasan untuk berpikir, hubungan, kebebasan bertindak, dan berpartisipasi, semuanya mengarah pada kehidupan yang berkelanjutan, secara moral, dan spiritual (Shah, 2008). Untuk itu, sudah seharusnya pada berbagai kegiatan, harus memiliki pondasi yang bertujuan untuk menciptakan pembangunan berkelanjutan. Untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan dapat digunakan pendekatan manajemen resiko (Schulte dan Knuts, 2022). Pembangunan berkelanjutan dapat diterapkan pada peternakan, seperti yang telah dilaporkan Bumanis dkk (2022) yang telah mendesain model “Smart Poultry Farm Management System” menyediakan berbagai informasi dan

data dari peternakan dari produksi hingga monitoring kondisi lingkungan *real-time*. Dengan adanya model ini, upaya pengelolaan dan pemantauan lingkungan dapat dilakukan secara *real-time*. Namun hal ini belum dapat diaplikasikan di Indonesia. Peternakan di Indonesia pada umumnya masih menggunakan sistem tradisional sehingga jarang memperhatikan sanitasi lingkungan (Perwitasari, 2018). Pencemaran lingkungan yang diakibatkan dari peternakan akhirnya dapat menimbulkan dampak sekunder yaitu konflik masyarakat. Seperti yang telah dilaporkan oleh Herson dkk (2020), yang menyebutkan bahwa masyarakat Desa Ulapato A di Kecamatan Telaga Biru Kab. Gorontalo memberikan respon yang tidak baik (buruk) terhadap lingkungan karena adanya bau yang tidak sedap serta banyaknya alat yang berdampak pada persepsi negatif warga yaitu merasa tidak nyaman disebabkan kotoran dari ternak yang tidak tertutup sehingga alat memasuki rumah warga.

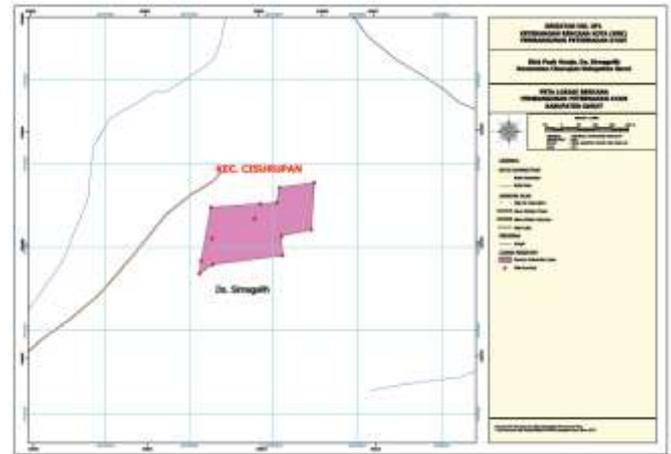
Dalam rangka menerapkan peternakan yang berkelanjutan yang ramah lingkungan, perlu dibangun peternakan unggas yang menerapkan pembangunan berkelanjutan sehingga tidak mencemari lingkungan serta konflik di masyarakat, khususnya masyarakat Cisirupan Kabupaten Garut. Untuk itu studi ini membahas dampak lingkungan rencana pembangunan peternakan unggas serta upaya pengelolaan lingkungannya untuk menciptakan peternakan unggas ramah lingkungan.

## 2. METODE PENELITIAN

### *Waktu, Kondisi, dan Tempat Penelitian*

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dan kualitatif deskriptif. Analisis kuantitatif memiliki tujuan untuk menganalisa penggunaan lahan, penggunaan air bersih, kotoran unggas dan bangkai unggas. Analisis kualitatif deskriptif mengemukakan tentang upaya pengelolaan lingkungan.

Lokasi penelitian di lahan rencana pembangunan peternakan unggas Sirnagalih di Desa Sirnagalih, Kecamatan Cisirupan, Kabupaten Garut pada posisi geografis  $7^{\circ}17'21.86''S$  dan  $107^{\circ}47'50.55''E$ . Kondisi eksisting lahan adalah kebun campuran. Lokasi kegiatan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Kegiatan Peternakan Unggas Sirnagalih

### *Teknik Pengumpulan Data*

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Pemrakarsa dan Dinas terkait. Sementara data primer adalah observasi kondisi eksisting lahan rencana pembangunan peternakan unggas. Data sekunder meliputi penggunaan lahan, rencana jumlah ternak dan jumlah karyawan.

### *Teknik Analisa Data*

Data dihitung dan dianalisis berdasarkan standar dan peraturan yang berlaku. Data penggunaan lahan KDB (Koefisien Dasar Bangunan) dan KDH (Koefisien Dasar Hijau). Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 36 Tahun 2005 tentang Peraturan Pelaksanaan UU No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung disebutkan bahwa Koefisien Dasar Bangunan (KDB) adalah angka persentase perbandingan antara luas seluruh lantai dasar bangunan gedung dan luas lahan/tanah perpetakan/daerah perencanaan yang dikuasai sesuai rencana tata ruang dan rencana tata bangunan dan lingkungan. Sementara Koefisien Daerah Hijau (KDH) adalah rangka persentase perbandingan antara luas seluruh ruang terbuka di luar bangunan gedung yang diperuntukkan bagi pertamanan/penghijauan dan luas tanah perpetakan/daerah perencanaan yang dikuasai sesuai rencana tata ruang dan rencana tata bangunan dan lingkungan.

Penggunaan air bersih dihitung berdasarkan Pedoman Teknis dari Direktorat Jenderal Cipta Karya (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2020). Sementara timbulan kotoran unggas dan bangkai unggas mengacu pada kegiatan sejenis.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rencana pembangunan peternakan unggas berlokasi di Desa Sirnagalih, Kecamatan Cisurupan, Kabupaten Garut dengan luas tanah  $\pm 9.870 \text{ m}^2$  dan luas bangunan  $6.506 \text{ m}^2$ . Rencana Pembangunan disusun dalam 3 (tiga) sistem dasar yang berbasis pembangunan berkelanjutan. Sistem-sistem tersebut adalah: (a) Ruang Terbuka (Open Space), (b) Pengembangan Peternakan Unggas Ramah Lingkungan dan (c) Sirkulasi dan penataan sarana dan prasarana.

Pembangunan peternakan berkelanjutan juga merupakan amanah dari Permentan Nomor 31 Tahun 2014 Tentang Pedoman Budi Daya Ayam Pedaging Dan Ayam Petelur yang Baik yang menyebutkan bahwa dalam melakukan budi daya ayam pedaging yang baik harus memperhatikan pelestarian fungsi lingkungan, antara lain (1) Mencegah pencemaran lingkungan dan timbulnya erosi; (2) Mencegah suara bising, bau busuk, serangga, tikus, dan pencemaran air; (3)

Membuat unit pengolahan limbah kotoran ayam pedaging sesuai dengan kapasitas, (4) produksi untuk menghasilkan pupuk organik; (5) Membuat tempat pembakaran atau penguburan bangkai ayam yang mati; (6) Membuat saluran dan tempat pembuangan kotoran; dan (7) Membuat sirkulasi udara yang memadai dan cukup mendapatkan cahaya.

Pada penelitian ini, pembahasan akan diutamakan pada analisa dampak dan upaya pengelolaan lingkungan terhadap komponen penggunaan lahan, penggunaan air bersih, kotoran unggas dan bangkai unggas.

#### 1. Penggunaan Lahan

Berdasarkan analisa penggunaan lahan, KDB (Koefisien Dasar Bangunan) sebesar 65,92% terdiri dari bangunan peternakan, gudang pakan, masjid, pos jaga dan fasilitas pendukung. Sementara Koefisien Dasar Hijau (KDH) adalah 16,42%. Penggunaan lahan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Penggunaan Lahan

No	Penggunaan Lahan	m <sup>2</sup>	%	BCR			
				%	Tertutup	Terbuka	%
Tutupan Lahan							
A Bangunan							
1	Kandang 4 unit 2 lantai, @1.440 m <sup>2</sup>	5.760	58,36	100	5.760	-	-
2	Gudang Pakan	520	5,27	100	520	-	-
3	Toilet	30	0,30	100	30	-	-
4	Mesjid	80	0,81	100	80	-	-
5	TPS3R	50	0,51	100	50	-	-
6	IPAL	50	0,51	100	50	-	-
7	Ruang Genset	10	0,10	100	10	-	-
8	TPS B3	6	0,06	100	6	-	-
Sub Total A		6.506	65,92	100	6.506	-	-
B Lahan Terbuka							
1	Jalan	231	2,34	-	-	231	100
2	Drainase	212	2,15	-	-	212	100
3	Halaman	300	3,04	-	-	300	100
4	RTH	1.621	16,42	-	-	1.621	100
5	Area Parkir	1.000	10,13	-	-	1.000	100
Sub Total B		3.364	34,08	-	-	2.133	100
Total		9.870	100,00	66	6.506	2.133	34

(Sumber: Pemrakarsa, 2022)

Luas bangunan 6.506 m<sup>2</sup> terdiri dari kandang ternak sebanyak 4 unit dengan masing-masing unit seluas 1.440 m<sup>2</sup> sehingga total area kandang adalah 5.760 m<sup>2</sup> atau sebesar 58,36% merupakan area terluas dari area bangunan. Sementara gudang pakan seluas 520 m<sup>2</sup>, toilet 30 m<sup>2</sup>, mesjid 80 m<sup>2</sup>. Pemrakarsa juga telah menyediakan lahan untuk pengelolaan lingkungan antara lain untuk pengolahan limbah dengan IPAL seluas 50 m<sup>2</sup>, TPSB3 seluas 6m<sup>2</sup>. Serta genset kapasitas 90 kva sebagai cadangan listrik ketika PLN mati pada area ruang genset seluas 10 m<sup>2</sup>.

Sebagai lahan terbuka, pemrakarsa telah menyediakan lahan untuk jalan seluas 231 m<sup>2</sup>, drainase seluas 212 m<sup>2</sup>, halaman seluas 300 m<sup>2</sup>, area parkir seluas 1.000 m<sup>2</sup> dan ruang terbuka hijau (RTH) seluas 1.621 m<sup>2</sup> dengan Koefisien Dasar Hijau (KDH) sebesar 16,42%. Jalan, drainase, halaman dan area parkir masuk dalam kategori lahan terbuka karena untuk konstruksinya menggunakan paving block sehingga dapat berfungsi sebagai penyerapan air. Paving block merupakan konstruksi permeable yang telah terbukti dapat mencegah banjir di berbagai kota di dunia. Struktur permeable pada drainase diketahui dapat menangani banjir. Permeable struktur ini merupakan teknologi keberlanjutan yang unik (Interpave, 2013).

Berdasarkan Keterangan Rencana Kota (K RK) dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Garut Nomor PM.04.03/1326/PUPR Tanggal 10 Mei 2022 disebutkan bahwa pada lokasi yang dimohon (Desa Sirnagalih Kecamatan Cisurupan Kabupaten Garut) pada prinsipnya diperbolehkan pembangunan Peternakan dengan mengikuti ketentuan bangunan sebagai berikut:

- a) Ketinggian Bangunan maksimal 12 meter.
- b) Jumlah lantai/lapis bangunan maksimal 3 lapis.
- c) Berdasarkan Peraturan Bupati Garut Nomor 33 Tahun 2016 tentang Tata Cara Pengesahan Rencana Tapak, Koefisien Dasar Bangunan (KDB) untuk Non-perumahan adalah maksimal 70%.
- d) Berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Garut Nomor 1 Tahun 2015 tentang Garis Sempadan Jalan Pasal 6 ayat (1) huruf d, Sempadan Jalan pada jalan Lokal Sekunder, tidak kurang dari 2 (Dua) meter diukur dari tepi badan jalan.

Berdasarkan Perda Kabupaten Garut No. 6 Tahun 2019 tentang Perubahan Atas Perda Kabupaten Garut Nomor 29 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Garut Tahun 2011-2031 disebutkan bahwa penyediaan RTH sebagai KDH minimal 10% (sepuluh persen) dari luas total kawasan bagi kegiatan umum di luar kawasan industri. RTH memegang peranan yang penting dalam mereduksi polutan dan menjaga kualitas udara di lokasi kegiatan dan sekitarnya. Telah banyak penelitian sebelumnya mengemukakan bahwa RTH dapat menjadi *green belt* yang signifikan bagi lingkungan. RTH terbukti dapat menjaga lingkungan dari panasnya cahaya matahari selain berfungsi sebagai fasilitas rekreasi dan olah raga (Taufiq & Wulandari, 2022). RTH juga terbukti dapat menurunkan polutan udara terutama partikulat (*Particulate Matter:PM*) (Niu dkk, 2022).

Berdasarkan analisa KDB dan KDH pada rencana kegiatan peternakan ini telah sesuai. Hal ini juga berdasarkan Surat Keterangan Rencana Kota (K RK) dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Garut, lokasi rencana Pengembangan Peternakan Unggas telah sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Garut Tahun 2011-2031 yang disahkan pada Perda Kabupaten Garut Nomor 6 Tahun 2019 tentang Perubahan Atas Perda Kabupaten Garut Nomor 29 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Garut Tahun 2011-2031.

Tanaman tertentu dapat diaplikasikan sebagai tanaman penyangga di ruang terbuka hijau karena telah terbukti memiliki daya toleransi yang cukup tinggi terhadap polusi udara dan mampu mereduksi CO<sub>2</sub>. Diantaranya adalah *N. domestica*, *N. glabra*, *P. glabella*, *P. xanadu*, *P. madagascariensis*, *P. obtusifolia*, *C. comosum*, dan *C. comosum variegatum* (Paull dkk, 2021). Peneliti lain melaporkan bahwa *Sophora japonica* memiliki kapasitas reduksi PM (*particulate matter*) yang tinggi dan memiliki toleransi yang tinggi terhadap polusi udara (Zhang dkk, 2020). *Ricinus communis* juga sangat baik diterapkan sebagai tanaman pereduksi pencemar udara karena sifat ketahanan tanaman terhadap polusi. Tanaman ini telah menjadi salah satu tanaman fitoremediator yang baik (Khalid dkk, 2019). Di Indonesia, berbagai tanaman telah terbukti juga toleran terhadap

pencemaran udara, seperti yang dilaporkan Salsabila dkk (2020), disebutkan bahwa *Aerva sanguinolenta*, *Pseuderanthemum reticulatum* dan *Pterocarpus indicus* merupakan tanaman toleran dan tanaman *Hibiscus rosa-sinensis*, *Hymenocallis littoralis*, *Polyscias scutellaria*, *Ruellia simplex* termasuk dalam kriteria tanaman yang cukup toleran.

## 2. Penggunaan Air Bersih Operasional

Penggunaan air bersih saat operasional dihitung berdasarkan Pedoman Teknis Pelaksanaan Program Padat Karya (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2020). Sementara perhitungan air limbah mengacu pada Permen PUPR No. 04 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, yaitu 80% dari penggunaan air bersih. Penggunaan air bersih ini ditunjukkan pada Tabel 2.

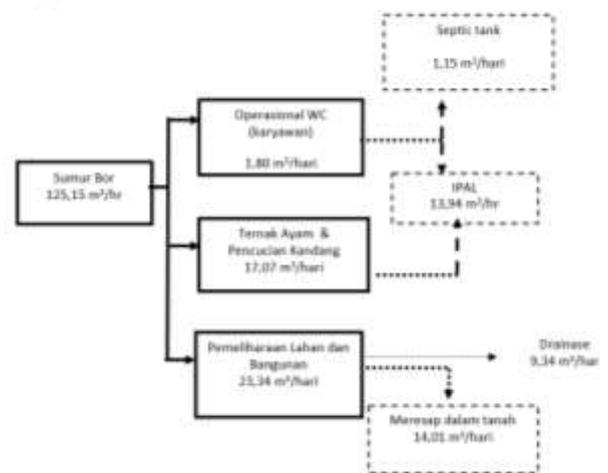
Tabel 2. Penggunaan Air Bersih Operasional

N	JENIS PENG GUNA AN	ASUMSI PENGGUNA	STANDAR KEBUTUHAN /HARI*	KEBUT UHAN MAKS M <sup>3</sup> /HR
1	Karyaw an	18 orang	100 L/oran g/Hr	1,80
2	Ter nak ungga s	115.200 ekor	0 m <sup>3</sup> /per iode 27 hari/ek or	17,07
3	Pencu cian kand ang	5.760 m <sup>2</sup>	0,1 L/detik /Ha	82,94
4	Peme lihara an (un tuk penyi ra man RTH)	1.621 m <sup>2</sup>	0,1 L/detik /Ha	23,34
<b>JUMLAH</b>				<b>125,15</b>

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Kebutuhan air untuk kegiatan peternakan unggas adalah 125,15 m<sup>3</sup>/hari yang terdiri dari kebutuhan air bersih untuk ternak unggas sebesar 17,07 m<sup>3</sup>/hari untuk 115.200 ekor yang direncanakan. Kebutuhan lain untuk pencucian kandang sebesar 82,94 m<sup>3</sup>/hari untuk kandang seluas 5.760 m<sup>2</sup>, dan kebutuhan air bersih untuk pemeliharaan ruang terbuka hijau (RTH) sebesar 23,34 m<sup>3</sup>/hari untuk RTH seluas 1.621 m<sup>2</sup>. Sumber air bersih

direncanakan berasal dari sumur bor di lokasi kegiatan. Sumur bor dibuat dengan kedalaman 50 m. Kebutuhan air sebesar 125,15 m<sup>3</sup>/hari termasuk cukup besar, hal ini dapat bertambah dengan kebutuhan air bersih jika masyarakat berkunjung ke lokasi kegiatan. Berdasarkan perhitungan tersebut, air limbah yang dihasilkan adalah 15,09 m<sup>3</sup>/hari. Air limbah terdiri dari operasional toilet karyawan, peternakan unggas dan pencucian kandang. Air limbah dari aktivitas karyawan dialirkan ke septic tank. Sedangkan kegiatan peternakan unggas & pencucian kandang dikelola di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Neraca penggunaan air bersih ditunjukkan pada Gambar 2.



Keterangan :

→ Air Bersih

→ Air Limbah domestik

Keterangan :

- Air limbah domestik yang masuk ke IPAL sebesar 20%, sisanya sebanyak 80% disalurkan ke septic tank.
- Air limbah dari ternak ayam sebanyak 80% dan air bekas cucian kandang disalurkan ke IPAL
- Air dari sisa pemeliharaan lahan dan bangunan sebanyak 60% meresap kedalam tanah, sisanya sebanyak 40% disalurkan ke saluran drainase

Gambar 2. Neraca Penggunaan Air

Limbah cair yang dihasilkan berasal dari operasional kegiatan karyawan, pencucian kandang, penyiraman, mesjid dan fasilitas umum lainnya. Volume air limbah berupa *black water* dari aktivitas karyawan yang disalurkan ke septic tank. Selain dari aktivitas karyawan, yaitu dari kegiatan ternak unggas & pencucian kandang sebanyak 96,89 m<sup>3</sup>/hari juga masuk ke IPAL. Septic tank dibangun sesuai dengan SNI-2398:2017 (Badan Standardisasi Nasional, 2017).

Konstruksi IPAL dapat berdasarkan IPAL pada skala perkotaan namun dengan menerapkan prinsip 3R dapat memberikan

lebih banyak manfaat. Shanmugam dkk (2022) menyebutkan bahwa instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dapat menjadi kontributor yang berharga bagi ekonomi sirkular dengan menerapkan prinsip 3R (*reduce, reuse, dan recycle*). Pengurangan beban polusi limbah adalah tujuan utama dari IPAL, proses ini menghasilkan beberapa produk sampingan yang berpotensi berharga termasuk limbah yang diolah, biogas, dan lumpur. Limbah dapat digunakan kembali dalam berbagai aplikasi dan biogas dapat digunakan kembali sebagai bahan bakar (untuk pembangkit listrik, transportasi, dan memasak) atau bahan baku kimia. Lumpur dapat langsung didaur ulang sebagai penyubur tanah atau melalui jalur pemrosesan termokimia/biokimia untuk memulihkan material (misalnya, arang hidro), energi (misalnya, panas, dan syngas), dan sumber daya bernilai (fosfor). Pada IPAL peternakan dapat juga diintegrasikan dengan unit biogas sehingga dapat menghasilkan bahan bakar yang bermanfaat.

IPAL yang dapat diterapkan untuk mengelola air limbah dari kegiatan peternakan dan pencucian kandang dapat menggunakan IPAL Biofilter aerob-anaerobik yang setidaknya terdiri dari 4 kompartemen antara lain: bak pengendapan awal, bak aerobik, bak anaerobik dan bak pengendapan akhir.

### 3. Timbulan Limbah Kotoran Ternak

Berdasarkan panduan manajemen ayam petelur, asumsi kotoran unggas yang dikeluarkan setiap hari rata-rata 0,15 kg/ekor/hari atau setara dengan 0,15 l/ekor/hari (*Hy-Line, 2019*). Jadi volume timbulan sampah dari 115.200 ekor populasi unggas adalah 12.000 kg/hari atau 12 ton/hari. Timbulan limbah kotoran ternak ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Timbulan Limbah Kotoran Ternak

No	Jumlah Populasi	Volume Kotoran (Kg/ekor/hari)	Jumlah Total (ton/hari)
1	115.200	0.15	12
	<b>Jumlah</b>		<b>12</b>

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Pengelolaan kotoran unggas dapat dilakukan dengan pengomposan. Untuk penanganan limbah kotoran ayam dilakukan dengan pemberian kapur dan sekam pada kotoran tersebut. Pengomposan kotoran unggas ini bertujuan untuk mendapatkan

pupuk dan memberikan nutrisi pada tanah (Drózd dkk, 2020).

Kotoran unggas ditampung di area pengelolaan khusus yang terletak di belakang kandang. Penambahan kapur sebesar 1% dari jumlah total kotoran unggas selama 14 hari agar menurunkan kadar nitrogen dan sulfida sebagai sumber senyawa penyebab bau berupa amonia (NH<sub>3</sub>) dan hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S) (Ma dkk, 2021).

Terdapat berbagai metode pengomposan, antara lain *on-site composting, vermicomposting, Aerated (Turned) Windrow Composting, Aerated Static Pile Composting dan In-Vessel Composting*. *On-site composting* dilakukan pada organisasi yang akan membuat kompos dalam jumlah kecil dengan sumber bahan organik dari makanan yang terbuang, sistem ini dapat membuat kompos di tempat. Pengomposan dapat secara signifikan mengurangi jumlah sisa makanan yang dibuang. Sisa makanan dan sampah halaman dalam jumlah kecil dapat dikomposkan di tempat. Produk hewani dan sisa makanan dalam jumlah besar tidak sesuai untuk pengomposan sistem ini. Sistem *vermicomposting* menggunakan cacing merah yang memakan sisa makanan, sampah halaman, dan bahan organik lainnya untuk membuat kompos. Cacing memecah bahan-bahan ini menjadi kompos berkualitas tinggi yang disebut coran. Tempat kompos cacing mudah dibuat dan juga tersedia untuk dibeli. Satu pon cacing dewasa (sekitar 800-1.000 cacing) dapat memakan hingga setengah pon bahan organik per hari. Ukuran tempat sampah dapat disesuaikan dengan volume sisa makanan yang akan diubah menjadi coran. Biasanya dibutuhkan tiga hingga empat bulan untuk menghasilkan coran yang dapat digunakan. Coran dapat digunakan sebagai tanah pot. Produk sampingan lain dari *vermicomposting* yang dikenal sebagai "teh cacing" digunakan sebagai pupuk cair berkualitas tinggi untuk tanaman hias atau kebun

*Aerated or turned windrow composting* cocok untuk volume besar seperti yang dihasilkan oleh seluruh masyarakat dan dikumpulkan oleh pemerintah daerah, dan bisnis pengolahan makanan volume tinggi (misalnya, restoran, kafetaria, pabrik pengepakan). Sistem ini akan menghasilkan kompos dalam jumlah besar, yang mungkin memerlukan bantuan untuk memasarkan produk akhir. Pemerintah daerah dapat

membuat kompos tersedia bagi penduduk dengan biaya rendah atau tanpa biaya. Jenis pengomposan ini melibatkan pembentukan sampah organik menjadi barisan tumpukan panjang yang disebut "windrows" dan menganginkannya secara berkala dengan memutar tumpukan secara manual atau mekanis. Tinggi tiang pancang yang ideal adalah antara empat sampai delapan kaki dengan lebar 14 sampai 16 kaki. Tumpukan ukuran ini cukup besar untuk menghasilkan panas yang cukup dan mempertahankan suhu. Sejumlah besar limbah yang beragam seperti sampah pekarangan, minyak, cairan, dan produk sampingan hewan (seperti limbah ikan dan unggas) dapat dikomposkan melalui metode ini.

*Aerated static pile composting* menghasilkan kompos dengan relatif cepat (dalam tiga hingga enam bulan). Sangat cocok untuk campuran sampah organik yang relatif homogen dan bekerja dengan baik untuk jumlah yang lebih besar dari redisu pemeliharaan halaman dan sampah padat kota yang dapat dikomposkan (misalnya, sisa makanan, produk kertas), seperti pemerintah daerah, penata taman, atau pertanian. Namun demikian, metode ini, tidak bekerja dengan baik untuk pengomposan produk sampingan hewan atau lemak dari industri pengolahan makanan. Dalam *Aerated static pile composting*, sampah organik dicampur dalam tumpukan besar. Untuk menganginkan tumpukan, ditambahkan lapisan bahan pengisi yang ditumpuk secara longgar (misalnya, serpihan kayu, koran yang diparut) sehingga udara dapat mengalir dari bagian bawah ke bagian atas tumpukan. Tiang pancang juga dapat ditempatkan di atas jaringan pipa yang mengalirkan udara ke dalam atau menarik udara keluar dari tiang pancang. Blower udara dapat diaktifkan oleh timer atau sensor suhu.

*In-vessel composting* dapat memproses sampah dalam jumlah besar tanpa menghabiskan banyak ruang seperti metode *windrow* dan dapat menampung hampir semua jenis sampah organik (misalnya, daging, kotoran hewan, biosolid, sisa makanan). Metode ini melibatkan memasukkan bahan organik ke dalam drum, silo, parit berlapis beton, atau peralatan serupa. Hal ini memungkinkan kontrol yang baik dari kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan aliran udara. Bahan diputar atau dicampur secara mekanis untuk

memastikan bahan tersebut dianginkan. Ukuran tempat dapat bervariasi dalam ukuran dan kapasitas. Metode ini menghasilkan kompos hanya dalam beberapa minggu. Dibutuhkan beberapa minggu atau bulan lagi hingga siap digunakan karena aktivitas mikroba perlu seimbang dan tumpukan perlu didinginkan (USEPA, 2022).

Pada peternakan unggas Sirnagalih, dapat dipilih *In-vessel composting* karena dapat menampung hampir semua jenis sampah organik terutama kotoran unggas. Kotoran unggas ini dibuat menjadi pupuk organik melalui proses dekomposisi dan dapat dilakukan dengan bekerjasama dengan warga sekitar lokasi kegiatan untuk dijadikan pupuk organik di bidang pertanian. Tempat penyimpanan pupuk jauh dari kandang unggas, minimal 20 meter, selain itu jarak kandang ke pemukiman lebih dari 1000 m, sehingga proses pengomposan kotoran unggas tidak mengganggu warga di pemukiman.

Pengambilan kotoran unggas dilakukan dalam waktu 7 hari setelah keluar dari area lokasi kegiatan setelah kotoran tersebut menjadi pupuk organik dengan melibatkan pemrakarsa/pengelola peternakan dan masyarakat/petani. Kerjasama antara pemrakarsa dengan masyarakat/petani antara lain mengambil pupuk organik setiap 7 hari sekali dan warga diperbolehkan ikut membantu mengolah/kompos di lokasi kegiatan.

Pengolahan limbah kotoran ternak dapat diintegrasikan dengan IPAL dengan penambahan unit biogas sehingga dapat menghasilkan bahan bakar yang bermanfaat. Budyck-Gorzna dkk (2016) melaporkan bahwa penambahan unit biogas pada instalasi pengolahan air limbah kota dengan menambahkan kotoran ternak dapat meningkatkan produksi biogas, selain itu dapat mereduksi emisi gas rumah kaca.

#### 4. Timbulan Limbah Bangkai Ternak

Kematian ternak tidak dapat diabaikan pada kegiatan peternakan. Telah banyak dilaporkan kejadian kematian ternak karena berbagai faktor. Penyebab utama kematian ternak adalah penyakit namun pemahaman pengelola terhadap penanganan penyakit juga memperengaruhi tingkat kematian ternak (Ismail dkk, 2019). Kematian ternak dapat disebabkan oleh adanya hama, pararit dan penyakit-penyakit pada ternak yang dapat

menurunkan produktivitas ternak dan menimbulkan kerugian (Lawal-Adebowale, 2019). Disebutkan pada Peraturan Menteri Pertanian Nomor 31/Permentan/OT.140/2/2014 tentang Pedoman Budidaya Unggas dan Unggas Petelur yang Baik bahwa penyakit unggas berbahaya yang dapat menimbulkan kerugian antara lain *Avian Influenza (AI)*, *New Castle Disease (ND)*, *Fowl Cholera*, *Infectious Bursal Disease (IBD/Gumboro)*, *Salmonellosis (S. pullorum; E. enteridis)*, dan penyakit unggas lainnya.

Berdasarkan kegiatan sejenis yang dilaporkan Fauzan (2020), tingkat mortalitas unggas terjadi pada 1,3%. Sehingga bangkai unggas diperkirakan sebesar 1.498 ekor berdasarkan faktor risiko kematian 1,3% dari total populasi 115.200 ekor. Timbulan limbah bangkai ternak ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Timbulan Limbah Bangkai Ternak

No	Jumlah Populasi (ekor)	Standar Mortalitas	Jumlah (ekor)
1	115.200	1,3%	1.498
<b>Jumlah</b>			<b>1.498</b>

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Penanganan bangkai unggas dilakukan dengan cara:

1. Kontrol kandang untuk memeriksa populasi unggas yang mati
2. Pengambilan unggas mati di dalam kandang, petugas diwajibkan memakai pakaian khusus karena kontak langsung dengan unggas mati tidak diperbolehkan
3. Bangkai unggas yang mati dikeluarkan dari kandang dan ditaruh di banker
4. Bangkai unggas mati dibakar di akhir kegiatan sehari-hari dan disaksikan oleh ahli statistik dan petugas keamanan.
5. Setelah dibakar kemudian dikubur di bunker

Penanganan bangkai ternak harus terjamin baik, yaitu jauh dari kandang yang sehat dan tempat terpencil. Penanganan ini sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 31/Permentan/OT.140/2/2014 tentang Pedoman Budidaya Unggas dan Unggas Petelur yang Baik. Penanganan kematian berkorelasi dengan kejadian penyakit pada ternak, beberapa peneliti mengemukakan bahwa keterlibatan pengelola dan masyarakat menjadi salah satu aspek penting dalam desain manajemen kesehatan ternak (Gizaw dkk, 2020). Namun demikian, jika ada

kejadian kematian unggas yang cukup besar, pemrakarsa akan segera melaporkannya ke Dinas Perikanan dan Peternakan Kabupaten Garut.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menganalisis dampak kegiatan peternakan unggas dan memberikan rekomendasi upaya pengelolaan lingkungannya. Berdasarkan perhitungan, KDB (Koefisien Dasar Bangunan) sebesar 65,92% yang meliputi bangunan peternakan, gudang pakan dan fasilitas pendukung. Koefisien Dasar Hijau (KDH) sebesar 16,42%. Air limbah dari peternakan dapat diolah melalui IPAL. Limbah kotoran ternak dapat dikelola dengan pengomposan dan pengelolaan bangkai ternak serta RTH sesuai Peraturan Pemerintah. Dengan pengelolaan air limbah, limbah kotoran ternak, bangkai ternak, dan keberadaan RTH yang baik dapat menciptakan kegiatan peternakan ramah lingkungan.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Aryani, G. A. D. (2019). *ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERMINTAAN DAGING AYAM BROILER DI PROVINSI BALI*. E-Jurnal EP Unud. 8(5), 30
- Badan Pusat Statistik., (2021). *Kabupaten Garut Dalam Angka 2021*. BPS Kabupaten Garut. Garut. Provinsi Jawa Barat.
- Badan Pusat Statistik., (2018). *Populasi Jumlah Unggas menurut Jenis Unggas di Garut, 2017 (Ekor)*. BPS Kabupaten Garut. Garut. Provinsi Jawa Barat.
- Badan Standardisasi Nasional., (2017). *SNI-2017-2398*.
- Budyh-Gorzna, M., Smoczynski, M., & Oleskiewicz-Popiel, P. (2016). Enhancement of biogas production at the municipal wastewater treatment plant by co-digestion with poultry industry waste. *Applied Energy*, 161, 387–394. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.007>
- Bumanis, N., Arhipova, I., Paura, L., Vitols, G., & Jankovska, L. (2022). Data Conceptual Model for Smart Poultry Farm Management System. *Procedia Computer Science*, 200, 517-526. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.249>

- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Garut. (2022). *Keterangan Rencana Kota (KRK) Nomor PM.04.03/1326/PUPR Tanggal 10 Mei 2022*
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2020). *Pedoman Teknis Pelaksanaan Kegiatan Padat Karya*. Direktorat Jenderal Cipta Karya. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Drózdź, D., Wystalska, K., Malińska, K., Grosser, A., Grobelak, A., & Kacprzak, M. (2020). Management of poultry manure in Poland – Current state and future perspectives. *Journal of Environmental Management*, 264, 110327. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110327>
- Fauzan, A. N. (2020.). Analisis Risiko Produksi Ayam Broiler Pada Peternakan Sistem Closed House Dengan Pola Kemitraan Di Kota Semarang. *Artikel Ilmiah. Program Studi S1 Agribisnis Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang*
- Gizaw, S., Desta, H., Alemu, B., Tegegne, A., & Wieland, B. (2020). Importance of livestock diseases identified using participatory epidemiology in the highlands of Ethiopia. *Trop Anim Health Prod*, 52(4):1745-1757. doi: 10.1007/s11250-019-02187-4.
- Hasna Salsabila, S., Nugrahani, P., & Santoso, J. (2020). Toleransi Tanaman Lanskap Terhadap Pencemaran Udara di Kota Sidoarjo. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 12(2), 73–78. <https://doi.org/10.29244/jli.v12i2.32533>
- Herson, A. S., Boekoesoe, Y., & Saleh, Y. (2020). Upaya Penanggulangan Dampak Sosial Lingkungan Terhadap Keberadaan Peternakan Ayam Ras Pedaging Di Desa Ulapato A Kecamatan Telaga Biru Kabupaten Gorontalo. *Agrinesia: Jurnal Ilmiah Agribisnis* 5(1), 8
- Hy-Line. (2019). *Panduan Manajemen Ayam Petelur Komersial Brown*. Hy-Line International.US
- Intervape., (2013). *Understanding-Permeable-Paving: Guidance for Designers, Developers, Planners and Local Authorities*. UK: Intervape.
- Ismail, M., Cahyadi, E. R., & Hardjomidjojo, H. (2019). Manajemen Risiko Penyakit Unggas pada Peternak dan Pedagang Ayam Broiler di Jawa Barat. *MANAJEMEN IKM: Jurnal Manajemen Pengembangan Industri Kecil Menengah*, 14(1), 44–53. <https://doi.org/10.29244/mikm.14.1.44-53>
- Khalid, N., Masood, A., Noman, A., Aqeel, M., & Qasim, M. (2019). Study of the responses of two biomonitor plant species (*Datura alba* & *Ricinus communis*) to roadside air pollution. *Chemosphere*, 235, 832–841. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.06.143>
- Lawal-Adebawale. (2019). Farm Animals' Health Behaviours: An Essential Communicative Signal for Farmers' Veterinary Care and Sustainable Production. In *Livestock Health and Farming* (pp.1-25). IntechOpen Limited: United Kingdom.
- Li, J., Yang, W., Liu, L., Liu, X., Qiu, F., & Ma, X., (2022). Development and environmental impacts of China's livestock and poultry breeding, *Journal of Cleaner Production*, 371(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133586>
- Ma, H., Li, F., Niyitanga, E., Chai, X., Wang, S., & Liu Y. (2021). The Odor Release Regularity of Livestock and Poultry Manure and the Screening of Deodorizing Strains. *Microorganisms*, 9(12):2488. doi: 10.3390/microorganisms9122488
- Moonti, R.M., (2019). Regional Autonomy in Realizing Good Governance, *Substantive Justice: International Journal of Law*, 2(1), 43-53.
- Nasir, N.A.N.M., Kamaruddin, S.A., Azura, I., Zakarya, Islam, A.K.M.A., (2022). Sustainable alternative animal feeds: Recent advances and future perspective of using azolla as animal feed in livestock, poultry and fish nutrition, *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 25(1),100581. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2021.100581>
- Niu, X., Li, Y., Li, M., Zhang, T., Meng, H., Zhang, Z., Wang, B., & Zhang, W. Understanding vegetation structures in green spaces to regulate atmospheric particulate matter and negative air ions, *Atmospheric Pollution Research*, 13 (9), 101534.

- <https://doi.org/10.1016/j.apr.2022.101534>
- Paull, N. J., Krix, D., Irga, P. J., & Torpy, F. R., (2021). Green wall plant tolerance to ambient urban air pollution. *Urban Forestry & Urban Greening*, 63, 127201. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127201>
- Pemerintah Kabupaten Garut., (2022). *Peternakan 2021*. Dinas Perikanan dan Peternakan 2021. Pemerintah Kabupaten Garut. Garut. Provinsi Jawa Barat.
- Peraturan Daerah Kabupaten Garut nomor 6 tahun 2019 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Kabupaten Garut Nomor 29 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Garut Tahun 2011 - 2031.*
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 04 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.*
- Peraturan Menteri Pertanian No. 31 Tahun 2014 tentang Pedoman Budi Daya Ayam Pedaging dan Ayam Petelur yang Baik.*
- Perwitasari, F.D., (2018). Kajian Tentang Management Perkandang Sapi Potong Rakyat Di Desa Dukuhbadag Kecamatan Cibingbin Kabupaten Kuningan. *Kandang: Jurnal Peternakan*, 8(1), 1-6.
- Peraturan Pemerintah No. 36 Tahun 2005 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang Undang No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung.*
- Schulte, J., & Knuts, S., (2022). Sustainability impact and effects analysis - A risk management tool for sustainable product development, *Sustainable Production and Consumption*, 30(1), 737-751. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.01.004>
- Shah, M.M., (2008). Sustainable Development. In Sven Erik Jørgensen and Brian D. Fath (Eds), *Encyclopedia of Ecology* (pp. 3433-3446). USA: Elsevier B.V.
- Shanmugam, K., Gadhamshetty, V., Tysklind, M., Bhattacharyya, D., & Upadhyayula, V.K.K., (2022). A sustainable performance assessment framework for circular management of municipal wastewater treatment plants, *Journal of Cleaner Production*, 339 (1), 130657. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130657>
- Taufiq, A., & Wulandari, C., (2022). Comfort Level Of Green Open Space In Bandar Lampung Based On Climate And Humidity, *Jurnal Belantara*, 5 (1), 01-13. DOI: 10.29303/jbl.v5i1.847
- USEPA., (2022). *Types of Composting and Understanding the Process*. US: USEPA.
- Undang-Undang No. 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah.*
- Undang Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.*
- Undang Undang No. 1 Tahun 2022 tentang Hubungan Keuangan Antara Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah.*
- Wang, J., & Tao, J., (2020). An analysis of farmers' resource disposal methods for livestock and poultry waste and their determinants. *Chinese Journal of Population, Resources and Environment*, 18(1), 49-58. <https://doi.org/10.1016/j.cjpre.2021.04.017>
- Zhang, X., Gong, Z., Allinson, G., Xiao, M., Li, X., Jia, C., & Ni, Z., (2022). Environmental risks caused by livestock and poultry farms to the soils: Comparison of swine, chicken, and cattle farms, *Journal of Environmental Management*, 317(1), 115320. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115320>.
- Zhang, W., Zhang, Y., Gong, J., Yang, B., Zhang, Z., Wang, B., Zhu, C., Shi, J., & Yue, K., (2020). Comparison of the suitability of plant species for greenbelt construction based on particulate matter capture capacity, air pollution tolerance index, and antioxidant system. *Environmental Pollution*, 263, 114615. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114615>
- Zhao, W., Deng, J., Chi, S., Wang, W., Xu, L., Huang, Q., Zhang, Y., Yu, X., Xu, J., Chen, Y., & Xu, W., (2022). Sustainability assessment of topsoil ecology in Chongqing, China based on the application of livestock and poultry manure, *Journal of Cleaner Production*, 358 (1), 131969. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131969>



## Analisis Risiko Paparan Karbon Monoksida (CO) terhadap Pedagang Pasar Tradisional Kota Jambi

Yossi Kristin Anggelina<sup>1,\*</sup>, Nurul Amalia<sup>2</sup>, Febri Juita Anggraini<sup>3</sup>, Zuli Rodhiyah<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

[\\*yossikristin.yk@gmail.com](mailto:*yossikristin.yk@gmail.com)

### Abstract

Vehicles are one of the most common of transportation used by people in their daily life. These vehicles produce emissions. One of the emissions released by vehicles is carbon monoxide (CO). carbon monoxide can cause chronic poisoning. This study aims to determine the concentration of CO and the risk of CO exposure to Traders at Traditional Markets in Jambi City. Measurements of CO concentrations were carried out in the two largest traditional markets in Jambi City, namely the Pasar Angso Duo Baru and the Pasar Rakyat Talang Banjar. Measurement of CO concentration using a CO meter for 6 days during busy market hours. Data collection for risk analysis was carried out by purposive sampling technique using a questionnaire. Respondent data obtained will be processed using Environmental Health Risk Analysis (ARKL). The results of the CO measurement in the Angso Duo Baru Market ranged from 3816,93 g/m<sup>3</sup> – 23905,93 g/m<sup>3</sup> and in the Pasar Rakyat Talang Banjar it ranged from 4867,08 g/m<sup>3</sup>– 21663,26 g/m<sup>3</sup>. The risk quotient value for 48 respondents in the Angso Duo Baru were >1. The results of RQ value calculation showed that 48 respondents at risk posed by CO. Risk Quotient for 29 respondents in the Pasar Rakyat Talang Banjar were >1. The results of RQ value calculation showed that 29 respondents at risk posed by CO.

Keywords: Risk Analysis, Carbon Monoxide, Traditional Markets, Traders, Jambi City.

### Abstrak

Kendaraan bermotor merupakan salah satu transportasi yang sering digunakan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Kendaraan bermotor tersebut menghasilkan emisi. Emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor salah satunya adalah karbon monoksida (CO). Gas CO dapat menyebabkan keracunan yang bersifat kronik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi CO dan risiko paparan CO terhadap Pedagang di Pasar Tradisional Kota Jambi. Pengukuran konsentrasi CO dilakukan di dua pasar tradisional terbesar di Kota Jambi, yaitu Pasar Angso Duo Baru dan Pasar Rakyat Talang Banjar. Pengukuran konsentrasi CO menggunakan CO meter selama 6 hari pada saat jam padat pasar. Teknik pengambilan data responden secara *purposive sampling* dengan menggunakan kuesioner. Data responden yang diperoleh akan diolah dengan menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Hasil pengukuran konsentrasi CO di Pasar Angso Duo Baru berkisar antara 3816,93 µg/m<sup>3</sup> – 23905,93 µg/m<sup>3</sup> dan di Pasar Rakyat Talang Banjar berkisar antara 4867,08 µg/m<sup>3</sup>– 21663,26 µg/m<sup>3</sup>. Hasil perhitungan nilai RQ di Pasar Angso Duo Baru didapatkan sebanyak 48 responden memiliki nilai RQ>1. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sebanyak 48 responden berisiko terpapar CO. Di Pasar Rakyat Talang Banjar sebanyak 29 responden memiliki nilai RQ>1. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sebanyak 29 responden berisiko terpapar CO.

Kata Kunci: Analisis Risiko, Karbon Monoksida, Pasar Tradisional, Pedagang, Kota Jambi.

## 1. PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor merupakan salah satu transportasi yang sering digunakan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Jumlah kendaraan bermotor semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya perekonomian masyarakat. Tingginya kepadatan kendaraan bermotor di suatu daerah akan mengakibatkan tingginya

pencemaran udara di daerah tersebut. Kendaraan bermotor tersebut akan menghasilkan sejumlah emisi saat digunakan. Emisi yang dikeluarkan kendaraan bermotor dapat berupa karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), hidrokarbon (HC), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), timah hitam (Pb), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan debu (PM<sub>10</sub>) (Sengkey, 2011). Jumlah emisi yang dikeluarkan dari kendaraan bermotor

dipengaruhi oleh faktor umur, kondisi operasional, jenis dan perawatannya (Kristi, 2015). Karbon monoksida merupakan salah satu polutan yang paling besar kontribusinya dalam mencemari udara. Setiap tahunnya karbon monoksida (CO) dilepas ke udara dalam jumlah yang besar dari polutan-polutan lain. Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) pada tahun 2012 mengungkapkan bahwa, kendaraan bermotor menyumbang 70,5% karbon monoksida (CO). Menurut Wardhana (2004), kendaraan bermotor yang memakai bahan bakar bensin merupakan penghasil gas CO terbesar dikarenakan berasal dari pembakaran BBM yang tidak sempurna, serta berasal dari lalu lintas yang padat pada wilayah perkotaan dengan konsentrasi CO sekitar 10-15 ppm.

Gas karbon monoksida dengan rumus kimia CO merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, tidak mengiritasi, mudah terbakar dan sangat beracun, serta tidak larut dalam air. Menurut Yulianti dkk (2014), gas CO yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor dapat memberi dampak negatif bagi kesehatan manusia. Gas karbon monoksida di juluki sebagai "*silent killer*", keberadaan gas CO ini sangat berbahaya bagi manusia jika terhirup. Gas CO dapat menyebabkan keracunan yang bersifat kronik, yaitu keracunan yang terjadi setelah seseorang terpapar gas CO berulang-ulang dengan kadar rendah dan sedang. Dampak akut dari kadar yang tinggi dapat menyebabkan kematian (Kusuma, 2013). Gas ini memasuki tubuh melalui saluran inhalasi kearah paru-paru dan kemudian akan meninggalkan tubuh melalui paru-paru juga ketika kita mengeluarkan nafas, namun membutuhkan waktu sekitar satu hari penuh agar karbon monoksida benar-benar keluar dari tubuh. *The Department of Health and Human Services (DHHS)*, *The International Agency for Research on Cancer (IARC)*, dan EPA belum mengklasifikasikan karbon monoksida (CO) untuk karsinogenisitas manusia (ATSDR, 2012).

Pasar Angso Duo Baru merupakan pasar induk tradisional terbesar di Kota Jambi yang terletak di Kecamatan Pasar Jambi, Kota Jambi, Provinsi Jambi. Luas Pasar Angso Duo Baru Kota Jambi sebesar 71.757 m<sup>2</sup>. Dari survei awal yang dilakukan di Pasar Angso Duo Baru, berdasarkan pendapatan rata-rata parkir

pasar maka diperkirakan jumlah kendaraan bermotor perharinya kurang lebih sebanyak 2.200 kendaraan bermotor. Pasar Rakyat Talang Banjar merupakan pasar tradisional terbesar No. 2 di Kota Jambi dan merupakan milik Pemerintah Kota Jambi. Berdasarkan survei awal yang dilakukan oleh peneliti Pasar Rakyat Talang Banjar ini memiliki luas 12.000 m<sup>2</sup> yang terdiri dari 11 Blok yaitu terdiri dari Blok A sampai K yang dikelola langsung oleh Kantor Pengelola Pasar. Pasar ini beroperasi setiap hari mulai pukul 05.00 – 14.00 WIB. Dari banyaknya jumlah kendaraan bermotor yang beraktifitas pada kedua pasar tersebut, berpotensi untuk menghasilkan sejumlah gas CO yang dirilis ke udara ambien dan berpotensi memapari makhluk hidup yang ada disekitarnya dan dapat menimbulkan risiko kesehatan pada pedagang yang ada di pasar.

Metode yang digunakan untuk mengukur tingkat risiko kesehatan akibat pajanan toksikan pada manusia yang terpajan adalah metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). ARKL yaitu studi yang memperkirakan tingkat risiko kesehatan secara kuantitatif bagi masyarakat yang terpajan oleh zat pencemar yang berasal dari berbagai sumber baik fisik, kimia dan biologis (Lestari, 2019). Menurut Direktur Jendral PP dan PL Kementerian Kesehatan (2012), pada umumnya ARKL terbagi menjadi empat langkah yaitu: identifikasi bahaya, analisis dosis respon, analisis pajanan, dan karakterisasi risiko. Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan maka perlu dilakukannya penelitian untuk mengetahui risiko akibat paparan CO terhadap pedagang di Pasar Angso Duo Baru dan Pasar Rakyat Talang Banjar Kota Jambi.

## 2. METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di dua pasar tradisional terbesar di Kota Jambi yaitu: Pasar Angso Duo Baru dan Pasar Rakyat Talang Banjar. Pengambilan sampel konsentrasi CO, jumlah kendaraan dan kondisi meteorologi dilakukan selama 6 hari di masing-masing pasar pada saat jam padat pasar dengan maksud untuk mendapatkan gambaran konsentrasi CO yang diterima oleh reseptor/pedagang pada saat aktivitas kendaraan sedang padat. Pada Pasar Angso Duo Baru jam padat pasarnya yaitu pukul 03.00 – 06.00 WIB dan pada Pasar Rakyat

Talang Banjar yaitu pukul 05.00 – 08.00 WIB. Setiap pasar memiliki tiga titik sampling. Titik sampling Pasar Angso Duo Baru yaitu:

- Titik 1 (satu) terletak di pintu masuk mobil pukul 03.00 – 04.00 WIB.
- Titik 2 (dua) terletak di pintu masuk motor pukul 04.00 – 05.00 WIB.
- Titik 3 (tiga) terletak di tengah pasar pukul 05.00 – 06.00 WIB.

Titik sampling Pasar Rakyat Talang Banjar yaitu:

- Titik 1 (satu) terletak di parkiran mobil pukul 05.00 – 06.00 WIB.
- Titik 2 (dua) terletak di parkiran motor di depan gedung atas pasar pukul 06.00 – 07.00 WIB.
- Titik 3 (tiga) terletak berada di parkiran motor di depan gedung bawah pasar pukul 07.00 – 08.00 WIB.

### Teknik Pengambilan Sampel

Konsentrasi karbon monoksida (CO) diambil dengan alat ukur CO meter merek Lutron GCO-2008. Jumlah kendaraan bermotor dihitung dengan menggunakan *hand tally counter*. Kemudian data tersebut dicatat pada *form* jumlah kendaraan. Data kondisi meteorologi yang diukur pada lokasi sampling yaitu suhu udara dan kelembaban udara menggunakan *hygrometer*, kecepatan angin menggunakan *anemometer* dan arah angin menggunakan kompas. Data tersebut dicatat secara manual pada *form* meteorologi. Pengambilan responden pedagang menggunakan kuesioner. Kuesioner dilakukan kepada 149 pedagang yang ada di Pasar Angso Duo Baru dan 145 pedagang yang ada di Pasar Rakyat Talang Banjar. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dengan kriteria inklusi sebagai berikut:

- Pedagang yang berjualan di Pasar Angso Duo Baru dan Pasar Rakyat Talang Banjar.
- Pedagang yang berjualan dekat dengan parkiran.
- Pedagang yang berjualan minimal 1 tahun.
- Bersedia menjadi responden.

### Analisis Risiko Paparan CO terhadap Pedagang

Analisis risiko ini dilakukan dengan 2 tahap perhitungan, yaitu sebagai berikut (Direktur Jendral PP dan PL Kementerian Kesehatan, 2012):

- Perhitungan *intake*

Rumus perhitungan *intake* non-karsinogenik yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 1)}$$

Keterangan:

- $I_{nk}$  = Intake (mg/kg x hari)  
 $C$  = Konsentrasi agen risiko (mg/m<sup>3</sup>)  
 $R$  = Laju inhalasi (m<sup>3</sup>/jam)  
 $t_E$  = Lama paparan tiap harinya (jam/hari)  
 $f_E$  = Lama paparan tiap tahunnya (hari/tahun)  
 $D_t$  = Lama terjadinya pajanan (tahun)  
 $W_b$  = Berat badan manusia (kg)  
 $t_{avg}$  = Periode waktu rata-rata (hari)

- Perhitungan risiko non karsinogenik

Adapun rumus dalam menentukan  $RQ$  adalah sebagai berikut:

$$RQ = \frac{I_{nk}}{R_{fc}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2)}$$

Keterangan:

- $RQ$  = Risk quotien  
 $I_{nk}$  = Intake (mg/kg x hari)  
 $R_{fc}$  = Nilai agen risiko pajanan inhalasi  
 Tingkat risiko dinyatakan dalam angka tanpa satuan. Tingkat risiko dikatakan tidak aman jika  $RQ > 1$ . Tingkat risiko dikatakan aman jika  $RQ \leq 1$ .

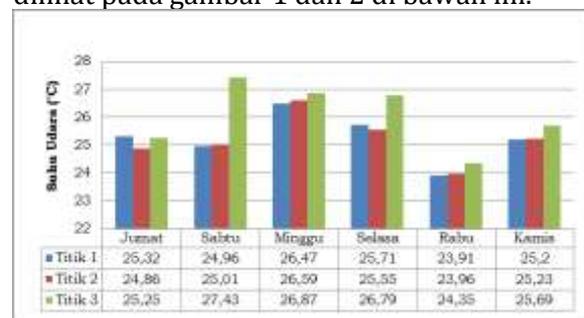
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengukuran Kondisi Meteorologi

Dalam penelitian ini, kondisi meteorologi yang diukur terdiri dari suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan arah angin. Pengukuran meteorologi dilakukan bersamaan dengan pengukuran konsentrasi karbon monoksida (CO).

- Hasil Pengukuran Suhu Udara

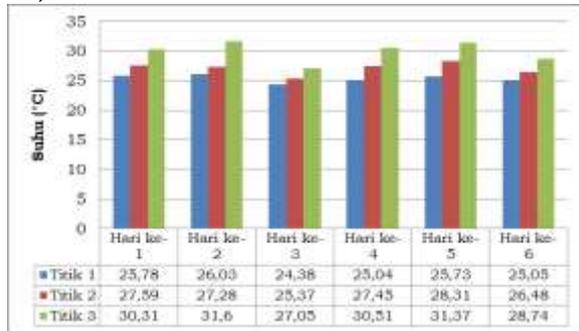
Adapun hasil pengukuran suhu udara dapat dilihat pada gambar 1 dan 2 di bawah ini.



Gambar 1. Hasil Pengukuran Suhu Udara di Pasar Angso Duo Baru

Suhu udara tertinggi terjadi pada hari Sabtu di titik sampling 3 sebesar 27,43°C. Pada saat tersebut kondisi dititik sebelumnya sedang mendung lalu memudar seiring matahari mulai terbit, ditandai dengan cuaca

yang cerah dan kelembaban pada waktu tersebut rendah yaitu 55,08%. Suhu udara terendah terjadi pada hari Rabu di titik sampling 1 sebesar 23,91°C. Pada saat tersebut kondisi cuaca sedang mendung ditandai dengan awan besar yang menutupi langit lalu kelembabannya tinggi yaitu 66,83%.

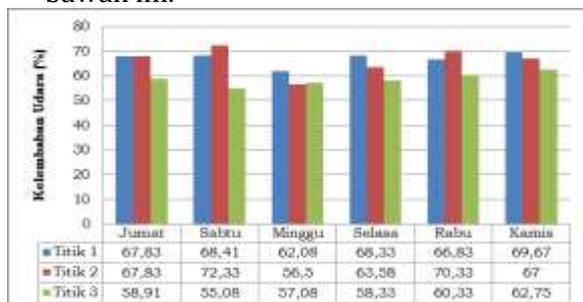


**Gambar 2.** Hasil Pengukuran Suhu Udara di Pasar Rakyat Talang Banjar

Suhu pada setiap titiknya memiliki besaran suhu yang tidak jauh berbeda selama pengukuran dilakukan yaitu berkisar antara 24,38 – 31,6 (°C) dan terjadi peningkatan suhu di setiap titik. Menurut Cahyadi (2016), ketika suhu udara naik maka konsentrasi zat pencemar juga akan naik, ketika suhu udara tinggi maka keadaan lingkungan akan sangat panas dan kering sehingga zat-zat pencemar akan mudah terangkat dan melayang di udara. Berdasarkan hasil penelitian, suhu udara mengalami peningkatan setiap titiknya yang dimana semakin lama kondisi udara semakin panas dan kering, pada titik 2 hari Minggu suhu udara mengalami kenaikan dan konsentrasi CO pun mengalami kenaikan.

b. Hasil Pengukuran Kelembaban Udara

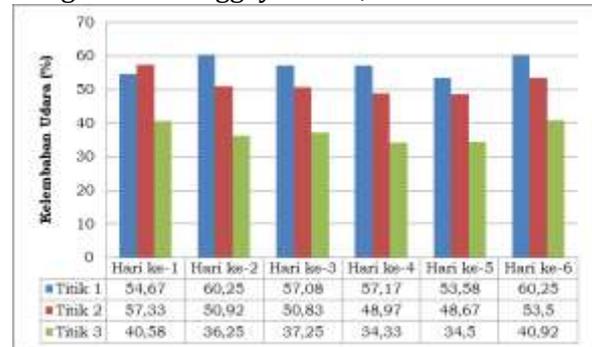
Adapun hasil pengukuran kelembaban udara dapat dilihat pada gambar 3 dan 4 di bawah ini.



**Gambar 3.** Hasil Pengukuran Kelembaban Udara di Pasar Angso Duo Baru

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa kelembaban udara berkisar antara 55% - 73%. Kelembaban tertinggi terjadi pada hari Sabtu di titik sampling 2 sebesar 72,33%. Hal ini berkaitan dengan kondisi cuaca ditempat

penelitian yaitu berawan tebal atau mendung dari pukul 03.40-05.00 WIB dan memudar dari pukul 05.05-06.00 WIB, kemudian ditandai dengan suhu rendah 25,01°C. Kelembaban terendah terjadi pada hari Sabtu di titik sampling 3 sebesar 55,08% ditandai dengan suhu tinggi yaitu 27,43°C.

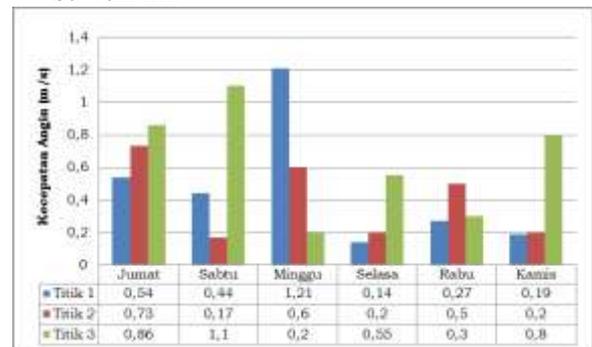


**Gambar 4.** Hasil Pengukuran Kelembaban Udara di Pasar Rakyat Talang Banjar

Kelembaban udara yang terjadi selama pengukuran berkisar antara 34,33–60,25 (%). Kelembaban udara berbanding terbalik dengan kondisi suhu udara selama pengukuran dilakukan dapat dilihat kondisi kelembaban udara mengalami penurunan dari titik 1-3.

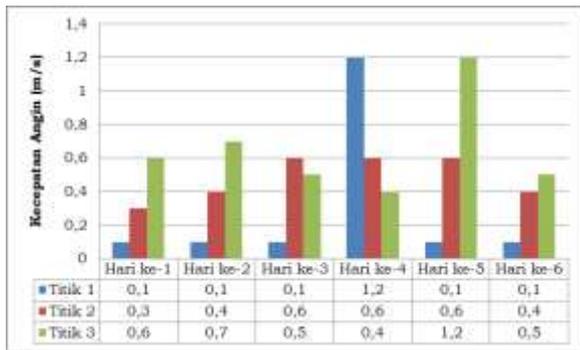
c. Hasil Pengukuran Kecepatan dan Arah Angin

Adapun hasil pengukuran kecepatan angin dapat dilihat pada gambar 5 dan 6 di bawah ini.



**Gambar 5.** Hasil Pengukuran Kecepatan Angin di Pasar Angso Duo Baru

Kecepatan angin tertinggi terjadi pada hari Minggu di titik sampling 1 sebesar 1,21 m/s. Kecepatan angin terendah terjadi pada hari Selasa di titik sampling 1 sebesar 0,14 m/s. Pada titik sampling 1 arah angin dominan berhembus dari Timur ke Barat. Pada titik sampling 2 arah angin dominan berhembus dari Timur Laut ke Barat Daya. Pada titik sampling 3 arah angin berhembus dari Utara ke Selatan.



**Gambar 6.** Hasil Pengukuran Kecepatan Angin di Pasar Rakyat Talang Banjar

Kecepatan angin yang paling rendah terjadi di titik 1, karena pada titik ini pengukuran dilakukan pada pukul 05.00 – 06.00 WIB. Untuk kecepatan angin rata-rata yang paling tinggi terjadi pada titik 3 yang dilakukan pada pukul 07.00 – 08.00 WIB. Pada titik 1 arah yang rata-rata yang terjadi angin berhembus dari arah Tenggara ke arah Barat Laut, pada titik 2 arah angin rata-rata berhembus dari arah Barat Daya ke arah Timur Laut, dan pada titik 3 arah angin rata-rata yaitu berhembus dari arah Barat ke arah Timur. Menurut Wahyuni (2018), kecepatan angin menjadi salah satu faktor yang membuat tinggi rendahnya konsentrasi CO di udara, karena kecepatan angin dapat mempengaruhi distribusi pencemaran.

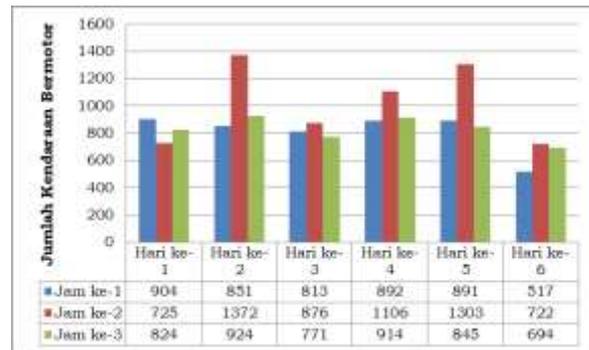
### Hasil Pengukuran Jumlah Kendaraan Bermotor

Adapun hasil *sampling* kendaraan bermotor dapat dilihat pada gambar 7 dan 8 di bawah ini.



**Gambar 7.** Hasil Sampling Jumlah Kendaraan Bermotor di Pasar Angso Duo Baru

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa jumlah kendaraan terbanyak pada hari Jumat di jam ke-2 yaitu pukul 04.00 – 05.00 WIB sebesar 2.175 unit. Hal tersebut dikarenakan pada hari Jumat adalah hari padat pasar. Hal ini didukung oleh pernyataan Pengelola Pasar Angso Duo Baru bahwa pada hari Jumat sampai Minggu adalah hari padat pasar.

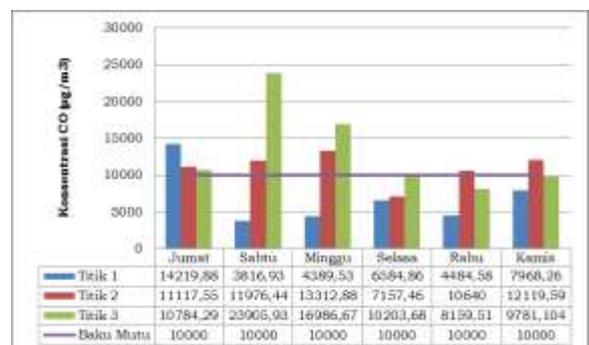


**Gambar 8.** Hasil Sampling Jumlah Kendaraan Bermotor di Pasar Rakyat Talang Banjar

Dapat dilihat pada grafik di atas bahwa jumlah kendaraan tertinggi terjadi pada hari ke-2 yaitu pukul 07.00 – 08.00 WIB sebesar 1372 unit. Hal tersebut dikarenakan hari minggu merupakan hari padatnya pasar dan juga merupakan hari libur, sehingga hal ini lah yang menyebabkan pada hari minggu menjadi padat kendaraan bermotor. Karena ramainya pengunjung yang datang untuk membeli kebutuhan pokok di pasar.

### Hasil Pengukuran Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)

Adapun hasil pengukuran konsentrasi CO dapat dilihat pada gambar 9 dan 11 di bawah ini.



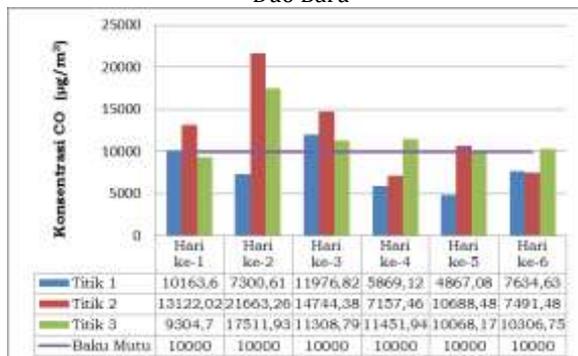
**Gambar 9.** Grafik Perbandingan CO dengan Baku Mutu Udara Ambien di Pasar Angso Duo Baru

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa konsentrasi CO tertinggi terjadi pada hari Sabtu di titik sampling 3 sebesar 23905,93  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan jumlah kendaraan yang masuk yaitu 1.361 unit. Hal ini dipengaruhi oleh suhu yang tinggi yaitu 27,43°C. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Yulianti (2014), meningkatnya suhu udara mengakibatkan konsentrasi CO juga meningkat. Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian Hasairin (2018) yang menunjukkan hubungan konsentrasi CO dengan suhu sangat tinggi dan positif dengan nilai  $r = 0,9$ . Faktor lainnya yang mempengaruhi konsentrasi CO tinggi pada saat tersebut adalah kelembabannya yang rendah yaitu 55,08%, lalu kecepatan anginnya

tinggi yaitu 1,1 m/s dan arah angin dominan berasal dari arah Utara dapat dilihat pada gambar 12. Arah Utara dari titik sampling 3 terdapat Sungai Batanghari, sehingga konsentrasi gas CO terbawa dari wilayah tersebut dan titik sampling 3 berada diantara gedung/bangunan pasar sehingga kemungkinan gas CO bisa berada lebih lama pada area titik sampling 3. Adanya aktivitas pedagang yang menggunakan kompor untuk memasak dan juga adanya asap rokok yang terdapat di sekitar titik sampling 3 mempengaruhi konsentrasi gas CO. Kondisi keadaan di titik sampling 3 dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Kondisi Titik Sampling 3 di Pasar Angso Duo Baru



Gambar 11. Grafik Perbandingan CO dengan Baku Mutu Udara Ambien di Pasar Rakyat Talang Banjar

Konsentrasi CO yang paling tinggi terjadi di titik 2, hal ini terjadi karena titik 2 berada di dekat persimpangan di tengah pasar dan pada titik 2 ini banyak aktivitas yang terjadi diseputar titik. Adanya aktivitas parkir motor, lalu lintas kendaraan serta adanya aktivitas jual beli.

### Analisis Risiko Paparan CO terhadap Pedagang

#### Karakteristik Responden

Dari hasil kuesioner didapatkan karakteristik responden sebagai berikut:

#### a. Berat Badan

Tabel distribusi responden berdasarkan berat badan dapat dilihat pada tabel 1 dan 2 di bawah ini.

Tabel 1. Distribusi Responden Berdasarkan Berat Badan (Kg) di Pasar Angso Duo Baru

No.	Berat Badan (Kg)	N	Persentase (%)
1.	44 - 52	29	19,46
2.	53 - 61	40	26,85
3.	62 - 70	43	28,86
4.	71 - 79	24	16,11
5.	80 - 88	8	5,369
6.	89 - 97	3	2,013
7.	98 - 106	1	0,671
8.	107 - 115	1	0,671
Jumlah		149	100

Dari tabel 1 mayoritas responden memiliki berat badan 62-70 kg sebanyak 43 responden (28,86%). Minoritas responden memiliki berat badan pada rentang 98-106 kg dan 107-115 kg sebanyak 1 responden (0,671%). Berat badan akan mempengaruhi besarnya nilai risiko karena berat badan berfungsi sebagai denominator atau pembagi dalam rumus *intake*, semakin besar berat badan maka *intake* yang akan diterima semakin kecil. Secara teoritis semakin kecil berat badan seseorang, maka semakin besar kemungkinan berisiko mengalami gangguan kesehatan (Almunjiat, 2016). Menurut Safitri (2015), Berat badan seseorang juga mencerminkan status gizinya. Gizi yang buruk akan mempengaruhi sistem kekebalan tubuh seseorang.

Tabel 2. Distribusi Responden Berdasarkan Berat Badan (Kg) di Pasar Rakyat Talang Banjar

No.	Berat Badan (kg)	N	Persentase (%)
1.	33-40	3	2,07
2.	41-48	11	7,59
3.	49-56	45	31,03
4.	57-64	37	25,52
5.	65-72	30	20,69
6.	73-80	14	9,66
7.	81-88	3	2,07
8.	89-96	0	0,00
9.	97-104	2	1,38
Jumlah		145	100,00

Berdasarkan tabel 2 di atas berat badan responden yang paling banyak ditemukan yaitu dengan berat 49-56 kg sebesar 31,03% dan untuk berat badan responden yang paling sedikit ditemukan yaitu dengan berat 97-104 kg sebesar 1,38%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni dkk (2019), berat badan menjadi faktor yang berpengaruh dalam besar risiko paparan bahan yang berbahaya. Semakin besar kapasitas berat

badan seseorang maka semakin mengganggu sistem kerja pernapasan, hal ini dikarenakan terjadinya penimbunan lemak pada bagian dinding perut dan dada yang akan mengganggu ruang gerak sistem pernapasan.

b. Lama Paparan Tiap Harinya ( $t_E$ )

Tabel distribusi responden berdasarkan lama paparan dapat dilihat pada tabel 3 dan 4 di bawah ini.

**Tabel 3.** Distribusi Responden Berdasarkan Lama Paparan Tiap Harinya ( $t_E$ ) di Pasar Angso Duo Baru

No.	Lama Paparan (jam/hari)	N	Persentase (%)
1.	4 – 5	14	9,396
2.	6 – 7	27	18,12
3.	8 – 9	35	23,49
4.	10 – 11	34	22,82
5.	12 – 13	32	21,48
6.	14 – 15	6	4,027
7.	16 – 17	0	0
8.	18 – 19	1	0,671
Jumlah		149	100

Berdasarkan tabel 3 mayoritas responden bekerja atau berjualan di pasar selama 8-9 jam/hari sebanyak 35 responden (23,49%). Berdasarkan sedikitnya waktu bekerja terdapat 0 responden (0%) yang bekerja selama 16-17 jam/hari. Berdasarkan lamanya waktu bekerja terdapat 1 responden (0,671%) yang bekerja selama 18-19 jam. Lama paparan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai risiko nonkarsinogenik pada responden. Semakin lama waktu paparan, maka potensi risiko nonkarsinogenik pada responden akan semakin tinggi (Lestari, 2019).

**Tabel 4.** Distribusi Responden Berdasarkan Lama Paparan Tiap Harinya ( $t_E$ ) di Pasar Rakyat Talang Banjar

No.	Lama Bekerja Dalam Satu Hari (Jam/Hari)	N	Persentase (%)
1.	2-3	7	4,83
2.	4-5	28	19,31
3.	6-7	45	31,03
4.	8-9	42	28,97
5.	10-11	8	5,52
6.	12-13	9	6,21
7.	14-15	6	4,14
Jumlah		145	100,00

Berdasarkan tabel 4 di atas terdapat responden yang dengan lama bekerja dalam satu hari yaitu berkisar 6-7 jam dengan persentase yang paling besar yaitu sebesar 31,03% dan untuk waktu bekerja responden dalam satu hari yaitu berkisar 14-15 jam dengan persentase paling kecil yaitu hanya sebesar 4,14%.

c. Frekuensi Paparan Tiap Tahunnya ( $f_E$ )

Tabel distribusi responden berdasarkan frekuensi paparan dapat dilihat pada tabel 5 dan 6 di bawah ini.

**Tabel 5.** Distribusi Responden Berdasarkan Frekuensi Paparan ( $f_E$ ) di Pasar Angso Duo Baru

No.	Lama Paparan (hari/tahun)	N	Persentase (%)
1.	313	10	6,711
2.	336	7	4,698
3.	353	11	7,383
4.	360	121	81,21
Jumlah		149	100

Dari tabel 5 mayoritas responden bekerja 360 hari/tahun sebanyak 121 responden (81,21%). Minoritas responden bekerja 336 hari/tahun sebanyak 7 responden (4,698%). Frekuensi paparan merupakan parameter yang dibutuhkan dalam menghitung intake dan menentukan karakterisasi risiko paparan CO pada responden.

**Tabel 6.** Distribusi Responden Berdasarkan Frekuensi Paparan ( $f_E$ ) di Pasar Rakyat Talang Banjar

No.	Lama Bekerja Dalam Satu Tahun (Hari/Tahun)	N	Persentase (%)
1.	156	1	0,69
2.	260	4	2,76
3.	312	6	4,14
4.	364	134	92,41
Jumlah		145	100,00

Berdasarkan tabel 6 di atas waktu bekerja responden yang paling lama yaitu 364 hari/tahun dengan persentase sebesar 92,41% dan untuk waktu bekerja responden yang paling sebentar yaitu 156 hari/tahun dengan persentase sebesar 0,69%.

d. Durasi Paparan ( $D_t$ )

Tabel distribusi responden berdasarkan durasi paparan dapat dilihat pada tabel 7 dan 8 di bawah ini.

**Tabel 7.** Distribusi Responden Berdasarkan Durasi Paparan ( $D_t$ ) di Pasar Angso Duo Baru

No.	Durasi Paparan (tahun)	N	Persentase (%)
1.	1 – 5	84	56,38
2.	6 – 10	13	8,725
3.	11 – 15	9	6,04
4.	16 – 20	24	16,11
5.	21 – 25	4	2,685
6.	26 – 30	11	7,383
7.	31 – 35	3	2,013
8.	36 – 40	0	0
9.	41 – 45	1	0,671
Jumlah		149	100

Dari tabel 7 mayoritas responden bekerja 1-5 tahun sebanyak 84 responden (56,38%). Minoritas responden bekerja 36-40 tahun sebanyak 0 responden (0%). Durasi

pajanan merupakan parameter yang dibutuhkan dalam menghitung intake dan menentukan karakterisasi risiko paparan CO pada responden.

**Tabel 8.** Distribusi Responden Berdasarkan Durasi Pajanan (D<sub>t</sub>) di Pasar Rakyat Talang Banjar

No.	Lama Bekerja (Tahun)	N	Persentase (%)
1.	1-5	98	67,59
2.	6-10	16	11,03
3.	11-15	4	2,76
4.	16-20	10	6,90
5.	21-25	6	4,14
6.	26-30	7	4,83
7.	31-35	3	2,07
8.	36-40	1	0,69
Jumlah		145	100,00

Berdasarkan tabel 8 di atas lama bekerja yang paling banyak ditemukan yaitu selama 1-2 tahun dengan persentase sebesar 67,59% dan terdapat durasi responden bekerja yang paling kecil yaitu 36-40 tahun dengan persentase sebesar 0,69%.

### Analisis Dosis Responden

Analisis dosis responden ini dilakukan dengan mencari nilai RfC. Dosis acuan untuk CO belum tersedia didalam daftar *Integrated Risk Information System (IRIS)* EPA, maka konsentrasi CO didapatkan dari PP RI No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yaitu 4.000 µg/m<sup>3</sup> yang kemudian dikoversi menjadi 4 mg/ m<sup>3</sup>. Selanjutnya disubstitusi ke dalam nilai *default* pada Direktur Jendral PP dan PL Kemenkes Tahun 2012, R : 0,83 m<sup>3</sup>/jam, W<sub>b</sub>: 55 kg, t<sub>E</sub>: 8 jam/hari, f<sub>E</sub>: 350 hari/tahun, D<sub>t</sub>: 30 tahun.

$$RfC = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

$$RfC = \frac{4 \frac{mg}{m^3} \times 0,83 \frac{m^3}{jam} \times 8 \frac{jam}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 30 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 10.950 \text{ hari}}$$

$$RfC = 0,463 \text{ mg/kg/hari}$$

### Analisis Papanan

Analisis pajanan dilakukan dengan menghitung nilai *intake*. Perhitungan *intake* karbon monoksida (CO) pada pedagang digunakan persamaan (I). Berikut dapat dilihat *intake (I)* CO untuk salah satu pedagang di Pasar Angso Duo Baru Kota Jambi (W<sub>b</sub>: 63kg, t<sub>E</sub>: 12jam/hari, f<sub>E</sub>: 360 hari/tahun, D<sub>t</sub>: 30tahun).

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

$$I_{nk} = \frac{10,42273 \frac{mg}{m^3} \times 0,83 \frac{m^3}{jam} \times 12 \frac{jam}{hari} \times 360 \frac{hari}{tahun} \times 30 \text{ tahun}}{63 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$

$$I_{nk} = 1,6252 \text{ mg/kg/hari}$$

Hasil perhitungan *intake* menunjukkan nilai *intake* rata-rata yaitu 0,394435 mg/kg/hari. Nilai *intake* maksimumnya adalah 1,6252 mg/kg/hari dimiliki oleh responden nomor 4. Responden nomor 4 berusia 55 tahun, memiliki berat badan 63kg, berada di pasar selama 12 jam/hari dan juga sudah 30 tahun berjualan di pasar. Nilai *intake* minimumnya adalah 0,0373 mg/kg/hari dimiliki oleh responden nomor 41. Responden nomor 41 berusia 41 tahun, memiliki berat badan 53, berada di pasar selama 8 jam/hari dan juga baru 1 tahun berjualan di pasar.

Nilai *intake* maksimum di Pasar Rakyat Talang Banjar dimiliki oleh responden nomor 101 dengan nilai sebesar 1,43 mg/kg/hari. Responden tersebut memiliki berat badan 58 kg yang berusia 55 tahun, dengan frekuensi bekerja dalam satu hari 8 jam/hari, dan durasi pajanan selama 35 tahun. Nilai *intake* minimum dimiliki oleh responden nomor 108 dengan nilai sebesar 0,01 mg/kg/hari. Responden tersebut memiliki berat badan 86 kg yang berusia 18 tahun, dengan frekuensi bekerja dalam satu hari 3 jam/hari, dan durasi pajanan selama 1 tahun.

### Karakterisasi Risiko

Menurut Lestari (2021), karakteristik risiko dinyatakan dalam RQ merupakan upaya untuk mengetahui berapa tingkat risiko dan *risk agent* yang masuk ke dalam tubuh manusia. Berikut dapat dilihat perhitungan nilai RQ untuk salah satu pedagang di Pasar Angso Duo Baru. Diketahui nilai intake 1,6252 mg/kg/hari dan nilai RfC 0,463 mg/kg/hari.

$$RQ = \frac{I}{RfC}$$

$$RQ = \frac{1,6252 \text{ mg/kg/hari}}{0,463 \text{ mg/kg/hari}}$$

$$RQ = 3,5102$$

Hasil Perhitungan nilai RQ menunjukkan nilai RQ rata-rata yaitu 0,8519. Nilai RQ maksimum adalah 3,5102 dimiliki oleh responden nomor 4. Responden nomor 4 berjenis kelamin laki-laki dan sudah berjualan di pasar selama 30 tahun. Dari hasil kuesioner tentang keluhan penyakit didapatkan jawaban responden nomor 4 kadang-kadang

mengalami pusing, mual dan sering mengalami gangguan penglihatan. Keluhan tersebut kadang-kadang dialami oleh responden nomor 4 setiap hari. Responden nomor 4 juga mempunyai kebiasaan merokok. Gejala awal yang dialami jika seseorang menghirup gas karbon monoksida antara lain: pusing, sakit kepala, mual dan muntah. Jika kondisi terus berlanjut dan semakin banyak gas CO yang terhirup maka akan muncul gejala lanjutan seperti: sesak nafas, mengalami gangguan penglihatan, mengalami gangguan konsentrasi, hilang kesadaran bahkan dapat menyebabkan kematian. Jika gas CO terhirup selama satu jam atau pada konsentrasi CO 50 – 100 ppm maka akan mengalami gangguan keseimbangan, sakit kepala, dan pusing (Prabowo, 2018). Nilai RQ minimum adalah 0,0806 dimiliki oleh responden nomor 41. Responden nomor 41 berjenis kelamin perempuan dan baru berjualan di pasar 1 tahun. Dari hasil kuesioner tentang keluhan penyakit didapatkan jawaban responden nomor 41 hanya pernah mengalami pusing, selebihnya tidak ada keluhan penyakit lain. Responden nomor 41 tidak mempunyai kebiasaan merokok. Tabel distribusi frekuensi nilai RQ dapat dilihat pada tabel 9 dan tabel 10 dibawah ini.

**Tabel 9.** Hasil Nilai RQ di Pasar Angso Duo Baru

Tingkat Risiko	N	Persentase (%)
(RQ ≤ 1)	101	67,79
(RQ > 1)	48	32,21
Jumlah	149	100

Berdasarkan tabel 9 sebanyak 48 responden dengan persentase 32,21% memiliki nilai RQ > 1 yang berarti konsentrasi CO berisiko terhadap kesehatan responden/pedagang dan sebanyak 101 responden dengan persentase 67,79% memiliki nilai RQ ≤ 1 yang berarti konsentrasi CO kurang berisiko terhadap kesehatan responden. Nilai RQ juga dipengaruhi oleh durasi pajanan. Menurut Aprilia (2017), nilai RQ dipengaruhi oleh *intake* masing-masing responden berdasarkan pola pajanan dan antropometri responden. Semakin lama durasi pajanan maka semakin besar *intake*/asupan yang diterima oleh responden. Akibatnya semakin besar pula risiko kesehatan akibat pajanan gas CO yang diterima responden.

Nilai RQ maksimum di Pasar Rakyat Talang Banjar adalah 3,08 terdapat pada responden nomor 101 jenis kelamin perempuan dengan durasi pajanan 35 tahun dan untuk nilai RQ minimum adalah 0,02 dimiliki oleh responden nomor 108 jenis kelamin laki-laki dengan durasi pajanan 1 tahun.

**Tabel 10.** Hasil Nilai RQ di Pasar Rakyat Talang Banjar

Tingkat Risiko	N	Persentase (%)
RQ ≤ 1	116	80
RQ > 1	29	20
Total	145	100

Berdasarkan tabel 10 di atas sebanyak 116 responden pedagang sebesar 80% memiliki RQ ≤ 1 yang artinya konsentrasi CO kurang berisiko terhadap kesehatan responden. Sebanyak 29 responden sebesar 20% memiliki nilai RQ > 1 yang berarti konsentrasi CO berisiko terhadap kesehatan responden/pedagang.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan selama 6 hari didapatkan konsentrasi karbon monoksida (CO) di Pasar Angso Duo Baru Kota Jambi berkisar antara 3816,93  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – 23905,93  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi terendah terjadi pada hari Sabtu di titik sampling 1 dengan konsentrasi sebesar 3816,93  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi tertinggi terjadi pada hari Sabtu di titik sampling 3 dengan konsentrasi sebesar 23905,93  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi karbon monoksida (CO) di Pasar Rakyat Talang Banjar Kota Jambi berkisar antara 4867,08  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  - 21663,26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi CO tertinggi yaitu titik kedua yaitu dengan konsentrasi sebesar 21663,26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sedangkan konsentrasi CO terendah terjadi di titik 1 yaitu dengan konsentrasi CO yang sama sebesar 4867,08  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
2. Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner di Pasar Angso Duo Baru Kota Jambi didapatkan 149 sampel responden. Sebanyak 48 responden dengan persentase 32,21% memiliki nilai RQ > 1 yang berarti konsentrasi CO berisiko terhadap kesehatan responden/pedagang dan sebanyak 101 responden dengan 67,79% memiliki nilai RQ ≤ 1 yang

berarti konsentrasi CO kurang berisiko terhadap kesehatan responden. Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner di Pasar Rakyat Talang Banjar Kota Jambi didapatkan 145 sampel responden, dari hasil perhitungan RQ seluruh responden maka didapatkan sebanyak 116 responden pedagang sebesar 80% memiliki  $RQ \leq 1$  yang artinya konsentrasi CO kurang berisiko terhadap kesehatan responden dan sebanyak 29 responden sebesar 20% memiliki nilai  $RQ > 1$  yang berarti konsentrasi CO berisiko terhadap kesehatan responden/pedagang.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Almunjiat, Ece. (2016). Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Timbal (Pb) Melalui Inhalasi Pada Operator di SPBU Kota Kendari. Skripsi.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2012). *Toxicological Profile for Carbon Monoxide*. Atlanta, GA: U.S. Department Of Health and Human Services, Public Health Service.
- Aprilia, D. N., Nurjazuli, N., & Joko, T. (2017). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Petugas Pengumpul Tol Di Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 5(3), 367-375.
- Cahyadi, W., Achmad, B., Suhartono, E., & Razie, F. (2016). Pengaruh Faktor Meteorologis dan Konsentrasi Partikulat (PM10) terhadap Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) (Studi Kasus Kecamatan Banjarbaru Selatan, Kota Banjarbaru Tahun 2014-2015). *Enviroscientiae*, 12(3), 302-311.
- Direktur Jendral PP dan PL Kementrian Kesehatan. (2012). Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).
- Hasairin, A., & Siregar, R. (2018). Deteksi Kandungan Gas Karbon Monoksida (CO) Hubungan Dengan Kepadatan Lalu-Lintas Di Medan Sunggal, Kota Medan. *Jurnal Biosains Unimed*, 4(1), 62-68.
- Kristi, Y. W., & Boedisantoso, R. (2015). Analisis Beban Emisi Udara CO dan NO2 Akibat Sektor Transportasi Darat di Kota Probolinggo. *Jurnal Purifikasi*, 15(2), 88-107.
- Kusuma Y. 2013. Pengaruh Bahan Bakar Pada Aktivitas Transportasi Terhadap Pencemaran Udara. *Sigma-Mu*, 5(1), 88-101.
- Lestari, R. A., Handika, R. A., & Purwaningrum, S. I. (2019). Analisis Risiko Karsinogenik Paparan PM10 Terhadap Pedagang di Kelurahan Pasar Jambi. *Jurnal Dampak*, 16(2), 59-65.
- Lestari, A., Subhi, M., & Yuniastuti, T. (2021). Analisis Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan CO pada Pedagang di Pasar Kota Malang. *Media Husada Journal of Environmental Health*. 1(1), 1-6.
- Prabowo, K., & Muslim, B. (2018). *Penyehatan Udara*. Bahan Ajar Kesehatan Lingkungan.
- Sengkey, S. L., Jansen, F., & Wallah, S. E. (2011). Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas Dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 1(2).
- Wahyuni, E., Darundiati, Y. H., & Setiani, O. (2018). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Gas Karbon Monoksida pada Pedagang Kaki Lima (Studi Kasus Jalan Setiabudi Semarang). *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 6(6), 87-93.
- Wahyuni, S., Susilawaty, A., Bujawati, E., & Basri, S. (2019). Analisis Risiko Paparan Karbon Monoksida (CO) Terhadap Anak Sekolah Di SD Negeri Kakatua Kota Makassar Tahun 2017. *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 5(1), 46-51.
- Wardhana, W. A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi.
- Yulianti, S. (2014). Analisis Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) pada Ruas Jalan Gajah Mada Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 2(1).



## Pemetaan Tingkat Kebisingan di Kopelma Darussalam Kota Banda Aceh

Adian Aristia Anas <sup>1,\*</sup>, Anggi Santia <sup>2</sup>, Nurul Kamal <sup>3</sup>, Nurhadia Humaira <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Prodi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia

<sup>2,3,4</sup> Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, Banda Aceh, Indonesia

[\\*adian1087@gmail.com](mailto:*adian1087@gmail.com)

---

### Abstract

Kopelma Darussalam is an education center in Aceh Province which has the area of 206.2 hectares. There are 6 schools and 2 neighbouring public universities (Ar-Raniry State Islamic University and Syiah Kuala University) in the region. Transportation activities in Kopelma Darussalam remarkably can increase noise level during studying hours. The purpose of this research is to determine the noise levels and map the noise distribution in Kopelma Darussalam by using Surfer 13 software. The research method is quantitative descriptive. Primary data are obtained by using Sound Level Meter to measure noise levels on weekdays and holidays both outdoors and indoors at 8 sampling locations. The data are then analyzed by using statistical equations provided by the standard of KEP-48/MENLH/11/1996. The results showed Kopelma Darussalam is in noisy condition as long as the noise levels outdoors on weekdays and holidays reached 78.5 dBA and 74.4 dBA respectively, and indoors on weekdays and holidays reached 61.6 dBA and 55.4 dBA respectively. The map of noise distribution at Kopelma Darussalam shows that the highest noise is in red ( $\geq 67$  dBA). The recommendations are to increase public transport use and add noise absorbers such as gypsum board mainly in classrooms.

Keywords: noise, transportation, motor vehicle, mapping, surfer 13.

### Abstrak

Kopelma Darussalam merupakan area pusat pendidikan di Provinsi Aceh dengan luas area 206,2 Ha. Di desa ini terdapat 6 sekolah dan 2 Perguruan Tinggi Negeri yang berdekatan, yaitu Universitas Syiah Kuala dan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Aktivitas transportasi di Kopelma Darussalam menimbulkan meningkatnya kebisingan terutama pada jam belajar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kebisingan dan membuat peta sebaran kebisingan di Kopelma Darussalam dengan perangkat lunak Surfer 13. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data primer didapatkan dengan menggunakan Sound Level Meter untuk mengukur tingkat kebisingan pada hari kerja dan libur di luar dan di dalam ruangan pada 8 titik sampling. Data tersebut selanjutnya dianalisa menggunakan rumus statistik sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MENLH/11/1996. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kopelma Darussalam berada pada kondisi yang bising karena tingkat kebisingannya di luar ruangan pada hari kerja 78,5 dBA dan hari libur 74,4 dBA, serta di dalam ruangan pada hari kerja 61,6 dBA dan hari libur 55,4 dBA. Peta sebaran kebisingan di Kopelma Darussalam menunjukkan bahwa tingkat kebisingan tertinggi ditunjukkan oleh warna merah ( $\geq 67$  dBA). Rekomendasi dari penelitian ini antara lain meningkatkan penggunaan angkutan umum dan menambah peredam kebisingan seperti gypsum board terutama di ruang kelas.

Kata Kunci: kebisingan, transportasi, kendaraan bermotor, pemetaan, surfer 13.

---

## 1. PENDAHULUAN

Kopelma Darussalam merupakan salah satu *gampong* atau desa yang berlokasi di Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh. Kopelma adalah singkatan dari Kota Pelajar dan Mahasiswa dan merupakan

wilayah padat aktivitas pendidikan di sekolah dan Perguruan Tinggi. Kopelma Darussalam memiliki luas total area sebesar 206,2 Ha dengan jumlah penduduk mencapai 4.823 jiwa dan yang terbagi atas 5 dusun, yaitu Dusun Timur, Dusun Barat, Dusun Selatan, Dusun Utara, dan Dusun Sederhana (Badan Pusat

Statistik Kota Banda Aceh, 2020). Di desa ini terdapat 6 sekolah yang terdiri 3 sekolah milik negeri dan 3 sekolah milik swasta dari jenjang pendidikan SD sampai SMA dan oleh 2 Perguruan Tinggi Negeri (PTN) yang saling berhadapan, yaitu Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh (UINAR) dan Universitas Syiah Kuala (USK). Kedua kampus tersebut merupakan PTN tertua dan terbaik di Provinsi Aceh, dimana memiliki puluhan ribu mahasiswa aktif di masing – masing kampus tersebut. Di tingkat perguruan tinggi, di kampus USK secara keseluruhan terdapat 30.004 Mahasiswa Aktif, 1564 Dosen Tetap (Universitas Syiah Kuala, 2022), dan 576 Tenaga Kependidikan (Universitas Syiah Kuala, 2021) dan di kampus UINAR terdapat 21.960 Mahasiswa Aktif, 564 Dosen Tetap, dan 512 Tenaga Kependidikan (UIN Ar-Raniry Banda Aceh, 2022).

Di tingkat sekolah, keseluruhan jumlah Guru, Tenaga Kependidikan, dan Pelajar di sekolah pada wilayah Gampong Kopelma Darussalam adalah 2.504 orang (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2021). Selain menjadi lokasi pusat pendidikan, Kopelma Darussalam juga merupakan wilayah penghubung untuk aktivitas transportasi kendaraan bermotor antara pusat Kota Banda Aceh dan Desa Tungkop, Kabupaten Aceh Besar, terutama melalui Jl. T. Nyak Arief. Jarak antara kedua lokasi tersebut adalah sekitar 8 km. Desa Tungkop merupakan salah satu desa yang berbatasan langsung dengan Kopelma Darussalam pada arah timur dan kedua desa ini merupakan wilayah perbatasan antara Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh.

Fungsi dan posisi Kopelma Darussalam sebagai lokasi pusat pendidikan di Provinsi Aceh menyebabkan padatnya aktivitas pendidikan pada jam – jam tertentu selama masa aktif tatap muka sekolah dan kuliah. Kegiatan tersebut dapat menyebabkan fluktuasi kepadatan lalu lintas yang menimbulkan polusi suara atau kebisingan pada jam sekolah/kuliah dan jam kerja. Kebisingan adalah suara yang tidak diinginkan karena dapat menyebabkan bahaya fisiologis dan psikologis bagi suatu organisme pada jangka waktu yang singkat maupun lama (Al-Taai, 2021). Guru, dosen, pelajar, dan mahasiswa harus berbicara atau berkomunikasi lebih keras di dalam kelas ketika adanya kebisingan yang melebihi baku mutu masuk ke ruang kelas selama aktivitas belajar-mengajar. Hal ini tidak hanya merusak

kesehatan vokal guru, tetapi juga memiliki efek buruk baik pada fisik maupun psikologis pelajar dan mahasiswa (Wen et al., 2019). Oleh karena itu, suasana di dalam ruangan yang tenang atau tidak bising dan ruang kelas yang menyenangkan dalam hal akustik sangat penting untuk efektifnya proses belajar-mengajar (Sala & Rantala, 2016). Oleh karena itu, pengukuran tingkat kebisingan diperlukan untuk mendapatkan data tentang kebisingan di wilayah peruntukan sekolah atau sebagainya dan mengetahui nilainya memenuhi baku mutu dari pemerintah atau tidak. Data hasil penelitian tersebut selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan acuan dalam mengurangi tingkat kebisingan, sehingga tidak menyebabkan gangguan pendengaran (Hasibuan, 2020).

Sumber utama terjadinya kebisingan di jalan raya disebabkan oleh aktivitas transportasi dan banyaknya kendaraan bermotor berada pada posisi dan waktu yang bersamaan. Dengan pesatnya pertambahan jumlah kendaraan, kebisingan lalu lintas telah menjadi salah satu sumber utama kebisingan di wilayah perkotaan dimana hal ini merupakan masalah bagi kesehatan manusia, seperti serangan jantung, hipertensi, dan gangguan tidur (Cai dkk., 2017). Selain itu, kemacetan juga memicu terjadinya kebisingan yang disebabkan oleh bunyi klakson dan suara dari knalpot kendaraan bermotor yang tidak memenuhi baku mutu dari pemerintah. Kemacetan dikarenakan banyaknya persimpangan jalan dan jumlah kendaraan yang melintas, sehingga berdampak timbulnya kebisingan (Zulkipli, 2016). Penggunaan knalpot kendaraan bermotor yang dimodifikasi dan mengeluarkan suara bising di atas baku mutu juga dapat menyebabkan meningkatnya kebisingan di jalan raya dan area sekitarnya. Tingkat kebisingan yang diukur di pinggir jalan raya di beberapa kota besar di Indonesia berkisar 70 dBA sampai 80 dBA (Prasetyo & Assomadi, 2018). Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2009 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru, mensyaratkan bahwa baku mutu tingkat kebisingan yang bersumber dari kendaraan bermotor untuk mesin di bawah 80 cc Nilai Ambang Batas (NAB) maksimum kebisingannya adalah 77 dBA, untuk mesin 80 cc – 175 cc NAB maksimum kebisingannya adalah 83 dBA, dan di atas 175 cc NAB maksimum kebisingannya adalah 80 dBA.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti mengkaji lebih lanjut tentang analisa tingkat kebisingan pada lingkungan Kopelma Darussalam terhadap civitas akademik. Data sumber kebisingan adalah yang ditimbulkan akibat kegiatan lalu lintas kendaraan bermotor dalam kawasan Kopelma Darussalam, terutama di Jl. T. Nyak Arief. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kebisingan, pemetaan sebaran kebisingan di Kopelma Darussalam, dan untuk mengetahui Perbandingan tingkat kebisingan di Kopelma Darussalam berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MENLH/11/1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan untuk kawasan kegiatan sekolah atau sejenisnya.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Penelitian dimulai dengan mengumpulkan data primer dan sekunder. Data primer didapatkan dengan menggunakan alat Sound Level Meter (SLM) untuk mengukur tingkat kebisingan. Data tersebut selanjutnya dianalisa dengan persamaan algoritma berdasarkan KepMenLH Nomor KEP-48/MENLH/11/1996, yaitu:

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} (t_1 \times 10^{\frac{1}{10}L_1} + t_2 \times 10^{\frac{1}{10}L_2} + \dots + t_n \times 10^{\frac{1}{10}L_n}) \quad (1)$$

Dimana:

$L_{eq}$  = tingkat kebisingan di titik sampling.  
 $T$  = total waktu pengukuran selama 10 menit.  
 $t_n$  = rentang waktu pengukuran, yaitu 5 detik.  
 $L_n$  = hasil pengukuran kebisingan pada setiap rentang waktu 5 detik.

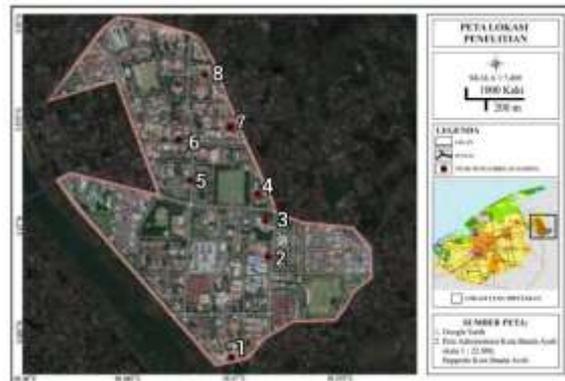
### 1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di dalam kawasan Kopelma Darussalam dengan titik sampling atau pengamatan untuk melakukan pengukuran tingkat kebisingan yang mewakili lokasi penelitian. Terdapat 8 titik lokasi sampling atau pengukuran tingkat kebisingan, antara lain:

1. Rumah Sakit Prince Nayef USK yang berlokasi di Jl. Lingkar Kampus, Kopelma Darussalam.
2. Ruang Kuliah Umum (RKU) USK yang berlokasi di Jl. Putroe Phang, Kopelma Darussalam.
3. Gedung Perpustakaan USK yang berlokasi di Jl. T. Nyak Arief, Kopelma Darussalam.

4. Sekolah Pascasarjana Universitas Islam Negeri UINAR yang berlokasi di Jl. Lingkar Kampus, Kopelma Darussalam.
5. Kantor Pos yang berlokasi di Jl. Syekh Abdul Rauf, Kopelma Darussalam.
6. SMP Negeri 8 Kota Banda Aceh yang berlokasi di Jl. Hamzah Fansuri, Kopelma Darussalam.
7. Fakultas Sains dan Teknologi (Fak. Saintek) UINAR, yang berlokasi di Jl. Syekh Abdurauf As Sinkili, Kopelma Darussalam.
8. Gedung Rektorat UINAR yang berlokasi di Jl. Syekh Abdul Rauf, Kopelma Darussalam.

8 titik di atas dipilih berdasarkan studi observasi awal yang memiliki tingkat kebisingan yang tinggi. Setiap titik diukur tingkat kebisingan di luar dan di dalam ruangan pada hari kerja dan hari libur. Lokasi titik - titik sampling uji tingkat kebisingan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

### 1.2. Pengumpulan Data Primer

#### 1) Data Tingkat Kebisingan

Pengambilan data penelitian adalah berupa parameter tingkat kebisingan di luar dan di dalam ruangan pada hari kerja dan hari libur dilakukan dengan menggunakan alat *Sound Level Meter* (SLM). Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MENLH/11/1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan, waktu pengambilan data dilakukan di selang waktu 16 jam, antara jam 06.00 – 22.00 WIB ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  dan  $L_4$ ) yang diasumsikan sebagai waktu siang hari ( $L_5$ ) dengan adanya aktivitas kendaraan bermotor yang tinggi di suatu kawasan. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan dengan waktu 10 menit, dengan pencatatan angka kebisingan yang terdata pada SLM setiap 5 detik pembacaan. Setiap pengukuran yang dilakukan harus dapat mewakili interval atau selang waktu tertentu dengan menetapkan paling

sedikit pada 4 waktu pengukuran yang dilakukan pada siang hari ( $L_s$ ), yaitu:

- $L_1$  diambil pada jam 08.00 WIB, pengukuran dilakukan selama 10 menit, mewakili pukul 06.00 – 09.00 WIB.
- $L_2$  diambil pada jam 10.00 WIB, pengukuran dilakukan selama 10 menit, mewakili pukul 09.00 – 11.00 WIB.
- $L_3$  diambil pada jam 15.00 WIB, pengukuran dilakukan selama 10 menit, mewakili pukul 14.00 – 17.00 WIB.
- $L_4$  diambil pada jam 20.00 WIB pengukuran dilakukan selama 10 menit, mewakili pukul 17.00 – 22.00 WIB.

## 2) Data Koordinat dengan Alat *Global Positioning System* (GPS)

Alat GPS digunakan untuk mengetahui posisi atau titik koordinat pengukuran tingkat kebisingan. Kegiatan perekaman titik koordinat di 8 titik samping dengan menggunakan alat ini dilakukan untuk keperluan pembuatan peta sebaran tingkat kebisingan yang berupa kontur menggunakan perangkat lunak Surfer 13.

### 1.3. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder berupa peta dari perangkat lunak Google Earth untuk lokasi di kawasan Kopelma Darussalam. Peta tersebut selanjutnya digunakan sebagai acuan untuk menampilkan peta titik – titik lokasi sampling.

### 1.4. Tahapan Analisa Data dan Pembahasan

Berdasarkan KepMenLH Nomor KEP-48/MENLH/11/1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan, metode pengolahan data tingkat kebisingan adalah dengan menggunakan analisa statistik. Langkah – langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Menghitung rentang ( $r$ ) minimum – maksimum dari data pengukuran tingkat kebisingan
2. Menghitung jumlah kelas ( $k$ ) dengan rumus  $k = 1 + 3,3 \log n$  (1)
3. Menghitung perhitungan kelas ( $i$ ) dengan rumus  $i = \frac{r}{k}$  (2)
4. Menghitung distribusi frekwensi.
5. Menghitung  $LTM_5$  dengan rumus  $10 \log \frac{1}{n} \sum T_n 10^{(0,1Ln)}$  (dBA) (3)
6. Menghitung tingkat kebisingan pada aktivitas siang hari ( $L_s$ ) dengan rumus

$$10 \log \frac{1}{16} \sum T_1 10^{(0,1L1)} + \dots + T_4 10^{(0,1L4)} \quad (dBA) \quad (4)$$

Selanjutnya tingkat kebisingan dari hasil analisa dibandingkan dengan baku tingkat kebisingan kawasan kegiatan sekolah atau sejenis. Perbandingan ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah tingkat kebisingan yang terjadi di lingkungan Kopelma Darussalam masih diizinkan atau tidak untuk kawasan pusat pendidikan. Selain itu, hasil analisa tingkat kebisingan dan data koordinat pada 8 titik sampling digunakan untuk membuat peta sebaran tingkat kebisingan dengan menggunakan perangkat lunak Surfer 13. Baku mutu tingkat kebisingan sesuai peruntukannya ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Baku Mutu Tingkat Kebisingan

Peruntukan Kawasan/Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan dB(A)
a. Peruntukan Kawasan	
1. Perumahan dan pemukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus:	
- Bandar Udara*	
- Stasiun Kereta Api*	
- Pelabuhan Laut	70
- Cagar Budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah Sakit atau Sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

(Sumber : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MENLH/11/1996) .

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa terkait tingkat kebisingan pada lalu lintas termasuk faktor penting dalam sebuah perencanaan lingkungan lalu lintas di perkotaan. Li dkk. (2017) di dalam penelitiannya menjelaskan bahwa aktivitas lalu lintas di jalan dapat menimbulkan masalah kebisingan dan adanya hubungan signifikan antara tingkat kebisingan dan volume lalu lintas. Kendaraan bermotor yang ada di Kopelma Darussalam, khususnya kendaraan

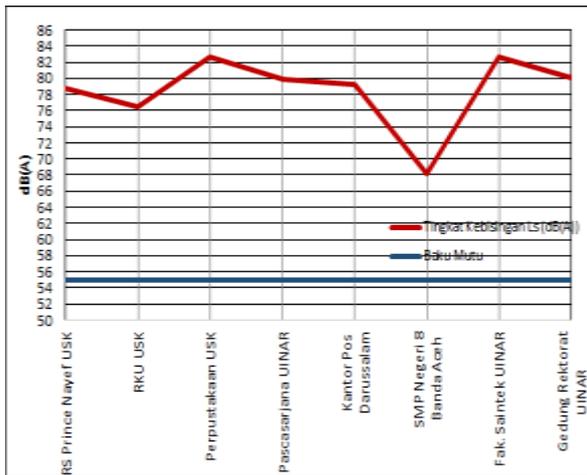
pribadi seperti mobil dan sepeda motor sekarang ini semakin bertambah. Hal ini terjadi akibat kebutuhan akan transportasi dan daya beli masyarakat di desa tersebut. Hal ini tentu saja timbul permasalahan baru seperti kebisingan, kemacetan, dan polusi udara di kawasan Kopelma Darussalam. Kegiatan transportasi ini terus meningkat yang dipicu oleh kebutuhan manusia untuk dapat berpindah lokasi untuk keperluan melaksanakan aktivitas sehari – hari (Putra, 2018).

Lokasi gedung sekolah dan kampus di Kopelma Darussalam berdekatan dengan prasarana transportasi yang dilintasi oleh pelajar, mahasiswa, dan masyarakat umum melalui Jl. T. Nyak Arief. Jalan ini berlokasi di tengah Kopelma Darussalam, dimana merupakan akses utama bagi aktivitas transportasi kendaraan bermotor yang menghubungkan pusat Kota Banda Aceh dengan kampus USK dan UINAR dan SMP Negeri 8 Kota Banda Aceh, serta Desa Tungkop, Kecamatan Darussalam, Kabupaten Aceh Besar. Oleh sebab itu, Jl. T. Nyak Arief cukup padat dengan lalu lalang kendaraan bermotor seperti sepeda motor, mobil, angkutan umum, bus milik kampus, dan becak motor, sehingga terdapat dampak negatif yang timbul, yaitu kebisingan. Hal ini dapat mempengaruhi suasana belajar mahasiswa dan pelajar di Kopelma Darussalam yang memerlukan suasana tenang, senyap, dan nyaman, tanpa adanya gangguan kebisingan yang melebihi baku mutu dari pemerintah. Pengukuran tingkat kebisingan di 8 titik sampling masing – masing dilakukan di luar gedung dan di dalam gedung/ruangan pada hari kerja dan hari libur. Pengukuran tingkat kebisingan di hari kerja dilakukan pada hari Senin dan Rabu, tanggal 4 Juli 2022 dan 6 Juli 2022, sedangkan di hari libur pengukuran dilakukan pada hari Minggu tanggal 10 Juli 2022.

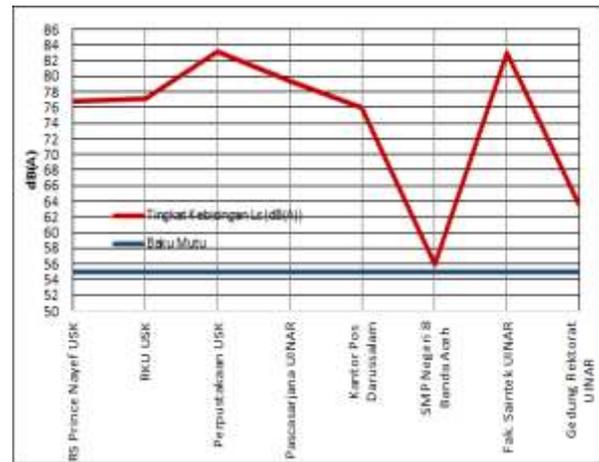
### **3.1. Analisa Tingkat Kebisingan di Luar Ruangan**

Tingkat kebisingan yang diukur di luar ruangan kedelapan titik sampling di hari kerja ditunjukkan pada Gambar 2 dan di hari libur ditunjukkan pada Gambar 3. Gambar 2 menunjukkan bahwa pada hari kerja, yaitu pada waktu berlangsungnya aktivitas pendidikan pelajar dan mahasiswa dan aktivitas kerja masyarakat umum, tingkat kebisingan rata – rata telah melampaui baku mutu yang diizinkan untuk kawasan kegiatan

sekolah atau sejenisnya (55 dBA). Secara keseluruhan dari hasil pengukuran di 8 titik sampling, rata – rata tingkat kebisingan di Kopelma Darussalam jika diukur di luar gedung adalah 78,5 dBA. Jika dibandingkan, Nilai tersebut tidak jauh berbeda dengan tingkat kebisingan tertinggi yang disebabkan oleh kendaraan bermotor di lingkungan sekolah yang berlokasi di tepi jalan di Bandung, yaitu 86,2 dBA (Dirgawati dkk., 2021). Selain itu, (Kurnia et al., 2018) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa tingkat kebisingan tertinggi di kawasan pendidikan di Kabupaten Aceh Barat adalah 74,27 dBA. Rata – rata tingkat kebisingan tertinggi terjadi di depan gedung Perpustakaan USK, yaitu sebesar 82,7 dBA. Hal ini dikarenakan lokasi gedung Perpustakaan USK sangat dekat dengan ruas Jl. T. Nyak Arief, hanya berjarak sekitar 50 meter, yang merupakan titik persimpangan utama akses mahasiswa, dosen, dan tenaga kependidikan masuk maupun keluar area kampus USK dan UINAR, serta dan masyarakat dari/ke pusat Kota Banda Aceh dan ke/dari Desa Tungkop yang mengendarai kendaraan bermotor, terutama pada jam 14.00 – 17.00 WIB. Di samping itu, gedung Perpustakaan USK berdekatan dengan gedung Administrasi USK, RKU USK, Pusat Bahasa USK, Biro Akademik USK, dan Pascasarjana UINAR, dimana pada jam 16.00 – 19.00 WIB banyak terdapat aktivitas transportasi mahasiswa USK pulang kuliah, dosen dan tenaga kependidikan kampus USK pulang kerja, dan masyarakat umum pulang kerja yang melintas di jalan yang sama, terutama Jl. T. Nyak Arief di depan gedung Perpustakaan USK. Sebaliknya, tingkat kebisingan terendah terjadi di depan SMP Negeri 8 Kota Banda Aceh, yaitu sebesar 68,2 dBA. Hal ini dikarenakan letak sekolah tersebut tidak berdekatan dengan ruas Jl. T. Nyak Arief atau berjarak sekitar 800 meter, di luar area kampus utama USK dan kampus UINAR. Meskipun demikian, nilai rendah tersebut tetap saja melebihi baku mutu kebisingan untuk kegiatan sekolah atau sejenisnya.



**Gambar 2.** Tingkat Kebisingan Selama Pengukuran di Luar Ruang atau di Pinggir Jalan pada Hari Kerja



**Gambar 3.** Tingkat Kebisingan Selama Pengukuran di Luar Ruang atau di Pinggir Jalan pada Hari Libur

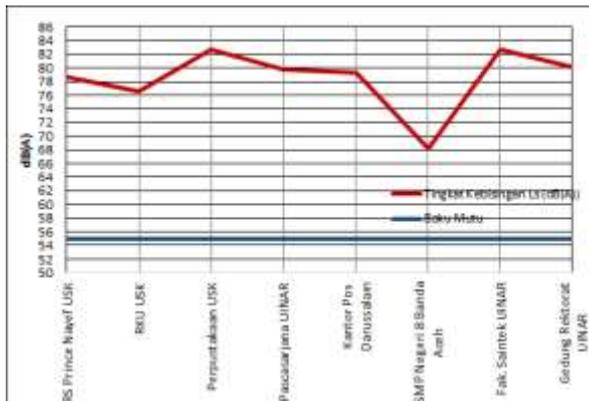
Gambar 3 menunjukkan bahwa tingkat kebisingan di hari libur juga melampaui baku mutu yang diizinkan pada kawasan kegiatan sekolah atau sejenisnya, yaitu sebesar 55 dBA.

Secara umum pada hari libur tidak adanya aktivitas perkuliahan mahasiswa dan sekolah pelajar. Meskipun demikian, aktivitas di kawasan Kopelma Darussalam tetap bervariasi, seperti aktivitas pegawai Perpustakaan USK dan Rumah Sakit Prince Nayef USK (kewajiban pekerjaan sistem *shift*) yang tetap berlangsung di hari libur. Kegiatan mahasiswa juga masih berlangsung walaupun pada hari libur, seperti kegiatan himpunan mahasiswa dan *event* di dalam area kampus USK dan UINAR. Secara keseluruhan dari hasil pengukuran di 8 titik sampling, rata - rata tingkat kebisingan di Kopelma Darussalam pada hari libur jika diukur di luar gedung adalah 74,4 dBA. Rata - rata tingkat kebisingan tertinggi di hari libur terjadi di depan gedung Perpustakaan USK, yaitu sebesar 74,26 dBA. Hal ini dikarenakan tingginya aktivitas masyarakat umum dan mahasiswa yang aktif dalam kegiatan organisasi atau himpunan mahasiswa yang menggunakan kendaraan bermotor melalui Jl. T. Nyak Arief, terutama pada jam 17.00 - 22.00 WIB. Sebaliknya, tingkat kebisingan terendah di hari libur terjadi di depan SMP Negeri 8 Kota Banda Aceh, yaitu sebesar 55,96 dBA. Hal ini dikarenakan letak sekolah tersebut jauh dari Jl. T. Nyak Arief atau berjarak sekitar 800 m, tidak adanya aktivitas siswa dan lokasi sekolah yang tidak berada di luar area kampus USK dan kampus UINAR. Namun, nilai terendah tersebut tetap saja sedikit melebihi baku mutu kebisingan untuk kegiatan sekolah atau sejenisnya.

### 3.2. Analisa Tingkat Kebisingan di Dalam Ruang

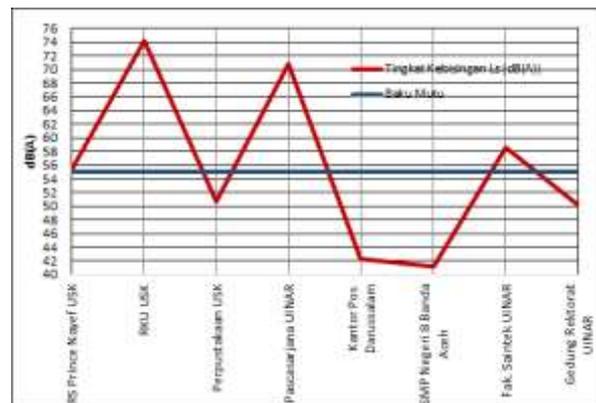
Tingkat kebisingan yang diukur di dalam gedung/ruangan kedelapan titik sampling di hari kerja ditunjukkan pada Gambar 4 dan di hari libur ditunjukkan pada Gambar 5. Gambar 4 menunjukkan bahwa pada hari kerja, tingkat kebisingan rata - rata akibat kendaraan bermotor jika diukur di dalam ruangan telah melampaui baku mutu yang diizinkan untuk kawasan kegiatan sekolah atau sejenisnya, yaitu 55 dBA. Secara keseluruhan dari hasil pengukuran di 8 titik sampling, rata - rata tingkat kebisingan di Kopelma Darussalam pada hari kerja jika diukur di dalam gedung adalah 61,6 dBA. Nilai tersebut sedikit lebih kecil apabila tingkat kebisingan tertinggi yang diukur di dalam ruang kelas di kawasan SMA Swasta Surabaya, yaitu 64 dBA (Indrawati dkk., 2017). Rata - rata tingkat kebisingan tertinggi terjadi di dalam gedung Pascasarjana UINAR, yaitu sebesar 68,6 dBA. Hal ini dikarenakan lokasi gedung Pascasarjana UINAR dekat dengan ruas keluar masuk mahasiswa UINAR melintasi Jl. Ar-Raniry (berjarak sekitar 60 m) dan Jl. T. Nyak Arief (berjarak sekitar 200 meter). Kedua jalan tersebut merupakan titik persimpangan utama akses mahasiswa, dosen, dan tenaga kependidikan masuk dan keluar area kampus UINAR, serta dan masyarakat dari/ke pusat Kota Banda Aceh dan ke/dari Desa Tungkop dan Desa Blang Krueng yang mengendarai kendaraan bermotor, terutama pada jam 14.00 - 17.00 WIB. Pada jam tersebut masih banyak terdapat aktivitas transportasi mahasiswa UINAR masuk dan pulang kuliah, dosen dan tenaga kependidikan kampus UINAR pulang kerja, dan masyarakat umum pulang kerja yang melintas di Jl. T. Nyak Arief dan Jl. Ar-Raniry, terutama di titik persimpangan

depan gedung Pascasarjana UINAR. Sebaliknya, tingkat kebisingan terendah terjadi di dalam Perpustakaan USK, yaitu sebesar 54,9 dBA. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kebisingan jika berada di dalam Perpustakaan USK sudah memenuhi baku mutu untuk kawasan kegiatan sekolah atau sejenisnya. Dengan kata lain, bangunan gedung tersebut sudah menerapkan prinsip peredam kebisingan dari luar, sehingga mahasiswa yang membaca atau belajar di dalam ruang Perpustakaan USK masih dalam keadaan tenang dan nyaman.



**Gambar 4.** Tingkat Kebisingan Rata - Rata Selama Pengukuran di Dalam Ruangan pada Hari Kerja

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada hari libur, tingkat kebisingan rata - rata akibat kendaraan bermotor jika diukur di dalam ruangan adalah 55,4 dBA, sedikit melampaui baku mutu yang diizinkan untuk kawasan kegiatan sekolah atau sejenisnya, yaitu 55 dBA. Rata - rata tingkat kebisingan tertinggi di hari libur terjadi di dalam gedung RKU USK, yaitu sebesar 74,26 dBA. Angka tersebut melebihi baku mutu atau melebihi 55 dBA (untuk kawasan kegiatan sekolah atau sejenisnya). Hal ini dikarenakan masih tingginya aktivitas masyarakat umum dan mahasiswa yang aktif dalam kegiatan organisasi atau himpunan mahasiswa yang menggunakan kendaraan bermotor melalui Jl. T. Nyak Arief, terutama pada jam 17.00 – 22.00 WIB. Sebaliknya, tingkat kebisingan terendah di hari libur terjadi di dalam SMP Negeri 8 Kota Banda Aceh, yaitu sebesar 41,12 dBA. Nilai tersebut sudah memenuhi baku mutu atau  $\leq 55$  dBA (untuk kawasan kegiatan sekolah atau sejenisnya). Hal ini dikarenakan letak sekolah tersebut jauh dari Jl. T. Nyak Arief atau berjarak sekitar 800 m, tidak adanya aktivitas siswa dan lokasi sekolah yang tidak berada di luar area kampus USK dan kampus UINAR.



**Gambar 5.** Tingkat Kebisingan Selama Pengukuran di Dalam Ruangan pada Hari Libur

### 3.3. Analisa Data Jumlah Kendaraan

Prasetyo & Assomadi (2018) dalam penelitiannya menjelaskan, jumlah kendaraan mempengaruhi tingkat kebisingan, bahwa sumber kebisingan utama di depan area fasilitas kesehatan yang berlokasi di jalan arteri Kota Surabaya bersumber dari padatnya kendaraan bermotor. Sama halnya dari penelitian Kurnia dkk. (2018) yang membuktikan bahwa tingkat kebisingan dapat melebihi baku mutu akibat aktivitas transportasi yang melintasi Jl. Sisingamangaraja, Jl. Manek Roo, dan Jl. Gajah Mada aktivitas, Kabupaten Aceh Barat. Satoto (2018) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa tingkat kebisingan akibat aktivitas transportasi dan aktivitas masyarakat di kawasan pemukiman Jl. Sutorejo-Mulyorejo, Kota Surabaya, melebihi baku mutu. Selain itu, hasil penelitian yang dilakukan oleh Hj dkk. (2021) menunjukkan aktivitas dan volume dari kendaraan bermotor menjadi sumber utama penyebab kebisingan di Jl. Bastiong, Kota Ternate.

Menurut (Meilina, 2020), hubungan atau korelasi antara tingkat kebisingan dan jumlah kendaraan bermotor yang lalu lalang diperlukan untuk mengetahui model hubungan terkait volume dan komposisi kendaraan bermotor dengan kebisingan pada jarak pengukuran di tepi jalan. Data tingkat kebisingan yang diukur di luar ruangan akan digunakan untuk dihibungkan dengan jumlah dan komposisi kendaraan di Kopelma Darussalam pada siang hari.

Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa jumlah kendaraan total yang melewati 8 titik sampling selama siang hari atau dari  $L_1$  sampai  $L_4$  pada hari kerja. Volume kendaraan paling banyak didapat pada  $L_4$ , yaitu sebanyak 2.200 unit yang terdiri dari 1.702 sepeda motor, 447 mobil, dan 51 truk/bus. Sedangkan volume kendaraan

paling sedikit didapat pada  $L_3$ , yaitu sebanyak 893 unit yang terdiri dari 692 sepeda motor, 178 mobil, dan 23 truk/bus. Secara keseluruhan, jumlah kendaraan bermotor yang berlalu lalang pada siang hari kerja di kawasan Kopelma Darussalam adalah sebanyak 6.297 unit.

**Tabel 2.** Komposisi Jumlah Kendaraan pada Hari Kerja di Kawasan Kopelma Darussalam

Waktu	Jenis & jumlah kendaraan			
	Spd. Motor	Mobil	Truk/Bus	Total
$L_1$	14.456	340	52	1.838
$L_2$	1.077	257	35	1.369
$L_3$	692	178	23	893
$L_4$	1.702	447	51	2.200

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa jumlah kendaraan total yang melewati 8 titik sampling selama siang hari atau dari  $L_1$  sampai  $L_4$  pada hari libur. Volume kendaraan paling banyak didapat pada  $L_4$ , yaitu sebanyak 1.383 unit yang terdiri dari 1.055 sepeda motor, 299 mobil, dan 29 truk/bus. Sedangkan volume kendaraan paling sedikit didapat pada  $L_3$ , yaitu sebanyak 629 unit yang terdiri dari 494 sepeda motor, 112 mobil, dan 23 truk/bus. Secara keseluruhan, jumlah kendaraan bermotor yang berlalu lalang pada siang hari libur di kawasan Kopelma Darussalam adalah sebanyak 3.429 unit. Hasil ini menunjukkan bahwa jumlah kendaraan bermotor yang berada di lokasi pengukuran pada kawasan Kopelma Darussalam di hari kerja 54% lebih banyak dari jumlah kendaraan bermotor pada libur. Hal ini disebabkan oleh banyaknya aktivitas masyarakat pada hari kerja, seperti transportasi menuju ke sekolah, ke kantor, ke pasar, dll. Namun, di hari libur juga terdapat volume lalu lintas yang tinggi karena masyarakat biasanya pergi keluar rumah untuk berlibur, berjualan, jalan – jalan santai, dll.

**Tabel 3.** Komposisi Jumlah Kendaraan pada Hari Libur di Kawasan Kopelma Darussalam

Waktu	Jenis & jumlah kendaraan			
	Spd. Motor	Mobil	Truk/Bus	Total
$L_1$	517	106	26	649
$L_2$	601	145	22	768
$L_3$	494	112	23	629
$L_4$	1.055	299	29	1.383

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa sepeda motor merupakan kendaraan bermotor yang paling banyak melintasi kawasan Kopelma Darussalam baik di hari kerja (4.916 unit) maupun di hari libur (2.667 unit). Sebaliknya,

truk/bus merupakan kendaraan bermotor yang paling sedikit melintasi kawasan Kopelma Darussalam, yaitu 161 unit di hari kerja dan 100 unit di hari libur.

**Tabel 4.** Rekapitulasi Jumlah Kendaraan pada Hari Kerja dan Libur di Kawasan Kopelma Darussalam

Waktu	Jenis & jumlah kendaraan			
	Spd. Motor	Mobil	Truk/Bus	Total
Hari kerja	4.916	1.221	161	6.297
Hari libur	2.667	662	100	3.429

### 3.4. Kolerasi Tingkat Kebisingan dengan Jumlah Kendaraan

Menurut Wedagama dkk. (2022), untuk mengetahui hubungan antara tingkat kebisingan dan jumlah kendaraan bermotor di uata kawasan dapat ditentukan dengan persamaan Regresi Linier. Ferial dkk. (2016) di dalam penelitiannya menggunakan metode analisis regresi linier sederhana untuk mengetahui pengaruh jumlah kendaraan terhadap tingkat kebisingan melalui analisis regresi linier sederhana menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel.

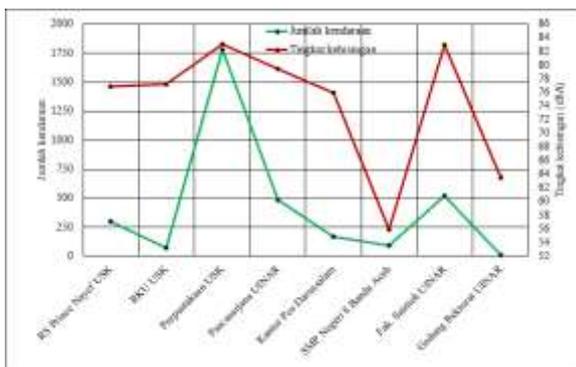
Secara keseluruhan dari 8 titik sampling, rata-rata jumlah kendaraan bermotor dan tingkat kebisingan pada siang hari kerja dan libur di Kopelma Darussalam. Sebelum dilakukan uji korelasi Pearson antara variabel bebas, dilakukan analisa uji normalitas untuk mengetahui hubungan kedua variabel terdistribusi normal atau tidak. Hasil uji normalitas Kolmogorov-Smirnov, dengan SPSS 26, nilai signifikansi sebesar 0,056, yang berarti lebih besar dari 0,05 dan nilai reidual terdistribusi secara normal. Berdasarkan hasil uji korelasi Pearson (Tabel 5) didapatkan hubungan antara tingkat kebisingan dan jumlah kendaraan bermotor sebesar 0,632 dan bernilai positif. Nilai tersebut berada di antara nilai tetentuan korelasi Person 0,61 – 0,80, maka terdapat korelasi yang kuat antara tingkat kebisingan dan jumlah kendaraan bermotor.

**Tabel 5.** Hasil Korelasi Antara Tingkat Kebisingan dan Jumlah Kendaraan Bermotor pada Hari Kerja dan Libur di Kopelma Darussalam dengan Menggunakan SPSS 26

Correlations			
		Tingkat kebisingan	Jumlah kendaraan
Tingkat kebisingan	Pearson Correlation	1	.632
	Sig. (2-tailed)		.093
	N	8	8

Correlations			
Jumlah kendaraan	Pearson Correlation	.632	1
	Sig. (2-tailed)	.093	
	N	8	8

Gambar 6 menunjukkan bahwa tingkat kebisingan tertinggi di Kopelma Darussalam pada hari libur terjadi di titik 3 (depan Perpustakaan USK), yaitu sebesar 83,11 dBA dengan kendaraan bermotor berjumlah 1.782 unit. Sedangkan tingkat kebisingan terendah di Kopelma Darussalam terjadi di titik 6 (SMP Negeri 8 Kota Banda Aceh), yaitu sebesar 55,96 dBA dengan jumlah kendaraan sebesar 95 unit. Masih tingginya tingkat kebisingan tersebut diakibatkan karena terdapat sejumlah kendaraan bermotor pada hari libur yang melintasi jalan di depan area titik sampling.



**Gambar 6.** Hubungan Tingkat Kebisingan ( $L_s$ ) dengan Jumlah Kendaraan di Hari Libur

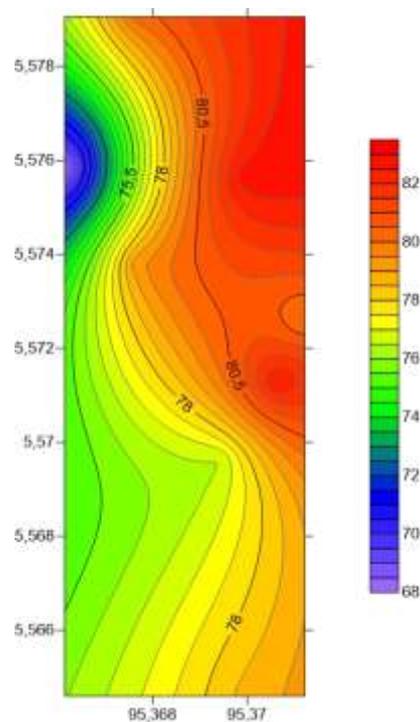
### 3.5. Peta Sebaran Kebisingan di Luar Ruang

Nurmaningsih (2021), dalam penelitiannya menggunakan perangkat lunak Surfer 11 untuk pemetaan sebaran kebisingan di lingkungan UIN Sunan Ampel Surabaya. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pemetaan sebaran kebisingan pada jam perkuliahan di lingkungan UIN Sunan Ampel Surabaya adalah  $\geq 70$  dBA atau telah melebihi ambang batas baku mutu kebisingan.

Pemetaan sebaran kebisingan di Kopelma Darussalam diperlukan untuk mengetahui pola sebaran kebisingan berdasarkan hasil pengukuran tingkat kebisingan di lapangan. Pola sebaran kebisingan dipetakan menggunakan Surfer 13. Pada proses pemetaan tingkat kebisingan, warna kontur yang digunakan terdiri dari 6 warna utama, yaitu ungu, biru, hijau, kuning, orange, dan merah. Pembagian warna tersebut digunakan

berdasarkan tingkat kebisingan yang didapat di 8 titik sampling. Warna ungu menunjukkan tingkat kebisingan paling rendah, yaitu pada rentang 68 – 70 dBA. Warna biru menunjukkan tingkat kebisingan pada rentang 70 – 73 dBA. Warna hijau menunjukkan tingkat kebisingan pada rentang 74 – 76 dBA. Warna kuning menunjukkan tingkat kebisingan pada rentang 77 – 78 dBA. Warna oranye menunjukkan tingkat kebisingan pada rentang 79 – 81 dBA, dan warna merah untuk tingkat kebisingan lebih dari 82 dBA. Peta sebaran tingkat kebisingan yang diukur pada hari kerja ditunjukkan pada gambar 6 dan pada hari libur ditunjukkan pada gambar 7.

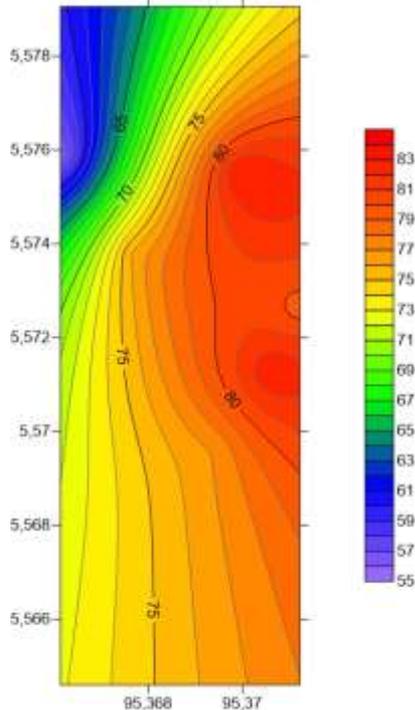
Pada Gambar 7, rata – rata tingkat kebisingan yang diukur di luar ruangan pada hari kerja dengan warna merah terjadi di depan gedung Perpustakaan USK sebesar 82,7 dBA dan Fakultas Saintek UINAR sebesar 82,7 dBA. Sedangkan rata – rata tingkat kebisingan dengan warna ungu hanya terjadi di depan gedung SMP Negeri 8 Kota Banda Aceh sebesar 68,2 dBA. Secara keseluruhan dari hasil pemetaan sebaran tingkat kebisingan yang diukur di luar ruangan pada hari kerja, tidak ada yang berada di bawah baku mutu atau  $\leq 55$  dBA.



**Gambar 7.** Peta Sebaran Tingkat Kebisingan Diukur di Luar Ruang pada Hari Kerja

Pada Gambar 8, rata – rata tingkat kebisingan pada hari libur yang diukur di luar gedung dengan warna merah terjadi di depan gedung Perpustakaan USK sebesar 83,11 dBA

dan Fakultas Saintek UINAR sebesar 82,99 dBA. Sedangkan rata - rata tingkat kebisingan dengan warna ungu hanya terjadi di depan gedung SMP Negeri 8 Kota Banda Aceh sebesar 55,96 dBA dan Gedung Rektorat UINAR sebesar 63,54 dBA. Dari hasil pemetaan tersebut, pada hari libur hanya di depan gedung SMP Negeri 8 Kota Banda Aceh yang sedikit melibih baku mutu  $\leq 55$  dBA.

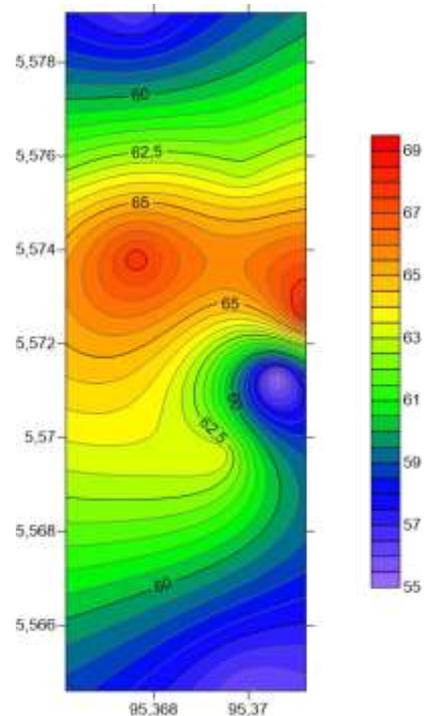


**Gambar 8.** Peta Sebaran Tingkat Kebisingan Diukur di Luar Ruangan pada Hari Libur

### 3.6. Peta Sebaran Kebisingan di Dalam Ruangan

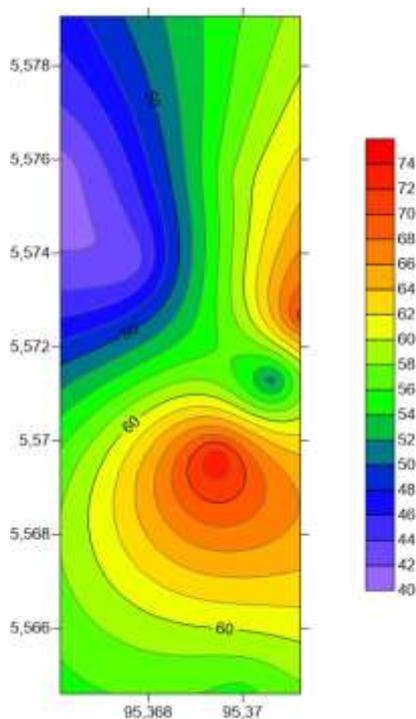
Peta sebaran tingkat kebisingan yang diukur di dalam ruangan pada hari kerja ditunjukkan pada Gambar 9 dan pada hari libur ditunjukkan pada Gambar 10. Pada Gambar 9 warna merah menunjukkan tingkat kebisingan  $\geq 67$  dBA. Rata - rata tingkat kebisingan yang diukur di dalam gedung pada hari kerja dengan warna merah terjadi di dalam gedung Pascasarjana UINAR sebesar 68,6 dBA dan di dalam Kantor Pos Darussalam sebesar 67,9 dBA. Sedangkan rata - rata tingkat kebisingan dengan warna ungu terjadi di dalam gedung Perpustakaan USK sebesar 54,9 dBA, di dalam gedung RS Prince Nayef USK sebesar 55,9 dBA, dan di dalam gedung Rektorat UINAR sebesar 56,6 dBA. Menurut Kusuma & Fadhilah (2022), tingkat kebisingan yang tinggi di siang dapat memberikan dampak negatif terhadap pasien rawat inap dan rawat jalan. Secara keseluruhan dari hasil pemetaan tersebut, hanya di dalam gedung Perpustakaan USK pada hari kerja terjadi kebisingan yang memenuhi baku mutu

atau  $\leq 55$  dBA. Dengan kata lain, mahasiswa yang membaca atau belajar di dalam ruang Perpustakaan USK masih dalam keadaan nyaman.



**Gambar 9.** Peta Sebaran Tingkat Kebisingan Diukur di Dalam Ruangan pada Hari Kerja

Pada Gambar 10 warna merah menunjukkan tingkat kebisingan  $\geq 70$  dBA. Tingkat kebisingan yang diukur di dalam gedung pada hari libur dengan warna merah terjadi di dalam gedung RKU USK sebesar 74,26 dBA dan di dalam gedung Pascasarjana UINAR sebesar 70,79 dBA. Sedangkan tingkat kebisingan dengan warna biru terjadi di dalam gedung Perpustakaan USK sebesar 50,62 dBA dan di dalam gedung Rektorat UINAR sebesar 50,27 dBA. Tingkat kebisingan dengan warna ungu terjadi di dalam gedung SMP Negeri 8 Kota Banda Aceh sebesar 41,12 dBA dan di dalam Kantor Pos Darussalam sebesar 42,3 dBA. Secara keseluruhan dari hasil pemetaan tersebut, hanya di dalam gedung Perpustakaan USK, Rektorat UINAR, SMP Negeri 8 Kota Banda Aceh, dan Kantor Pos Darussalam pada hari libur terjadi kebisingan yang memenuhi baku mutu atau  $\leq 55$  dBA.



**Gambar 10.** Peta Sebaran Tingkat Kebisingan Diukur di Dalam Ruang pada Hari Libur

Penurunan tingkat kebisingan terhadap jarak pendengar dengan sumber kebisingan dipengaruhi oleh arah dan kecepatan angin atau keberadaan penghalang/*barrier* seperti tembok, kaca, dan tanaman pohon. Korelasi yang sangat kuat antara kebisingan dan lingkungan aktivitas masyarakat, terutama di dalam ruangan, menjelaskan bahwa sumber terbesar kebisingan adalah akibat aktivitas lalu lintas. Usaha untuk mereduksi kebisingan bisa dilakukan dengan penetapan dan pengawasan aturan tentang kebisingan knalpot, beralih menggunakan sepeda atau jalan kaki, penggunaan kendaraan listrik atau mengajak untuk beralih ke kendaraan umum sehingga mengurangi volume lalu lintas serta memodifikasi dengan memasang *noise barrier* di dalam ruangan.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan, rata - rata tingkat kebisingan di kawasan Kopelma Darussalam berada di kondisi yang bising karena melampaui baku mutu yang diijinkan untuk wilayah pendidikan (55 dBA). Sumber kebisingan terbesar berasal dari aktivitas transportasi di Jl. T. Nyak Arief. Terdapat korelasi yang kuat antara tingkat kebisingan dan volume kendaraan di Kopelma Darussalam. Pada titik - titik tempat aktivitas civitas akademika terjadi kebisingan  $\geq 67$  dBA, seperti gedung Perpustakaan USK dan Pascasarjana

UINAR yang berada di dekat akses jalan untuk kendaraan bermotor.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Al-Taai, S. H. H. (2021). Noise and its impact on environmental pollution. *Materials Today: Proceedings*.  
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.013>
- Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh. (2020). *Kecamatan Syiah Kuala dalam Angka 2020*.  
<https://bandaacehkota.bps.go.id/publication/2020/09/28/375b5fc3390bb8ca906187bb/kecamatan-syiah-kuala-dalam-angka-2020.html>
- Cai, M., Zhong, S., Wang, H., Chen, Y., & Zeng, W. (2017). Study of the traffic noise source intensity emission model and the frequency characteristics for a wet asphalt road. *Applied Acoustics*, 123, 55–63.  
<https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2017.03.006>
- Dirgawati, M., Apriani, G. N., Asyari, A. A., & Triyogo, R. (2021). Traffic-related Noise at Roadside Schools: Assessment and Prediction in Urban Setting. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 2(2), 178–189.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.29122/jtl.v22i2.4607>
- Ferial, L., Susanto, E., & DS Silalahi, M. (2016). Analisis Tingkat Kebisingan Di Terminal Pakupatan (Kabupaten Serang, Provinsi Banten). *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(1), 81.  
<https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v8i1.722>
- Hasibuan, D. K. (2020). *Analisis Spasial tingkat kebisingan aktivitas transportasi (studi kasus: persimpangan Jl. Sisingamaraja – Jl. A. H. Nasution Kota Medan)*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Hj, I. H., Marsaoly, N., & Saputra, M. T. Y. (2021). Pengaruh Volume Lalu Lintas terhadap Tingkat Kebisingan di Simpang Tiga Jalan Bastiong. *CLAPEYRON: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(2), 59–65.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33387/clapeyron.v2i2.3904>
- Indrawati, S., Santika, B. B., & Suyatno, S. (2017). Analisis Kebisingan Arus Lalu Lintas terhadap Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) di SMA Swasta Surabaya. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 13(1), 14–18.

- <https://doi.org/10.12962/j24604682.v13i1.2131>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2021). *Data Sekolah*. Data Sekolah. <https://sekolah.data.kemdikbud.go.id/>
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MENLH/11/1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan.
- Kurnia, M., Isya, M., & Zaki, M. (2018). Tingkat Kebisingan Yang Dihasilkan Dari Aktivitas Transportasi (Studi Kasus Pada Sebagian Ruas Jalan : Manek Roo, Sisingamangaraja Dan Gajah Mada Meulaboh). *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v1i2.10936>
- Kusuma, M. N., & Fadhilah, D. R. (2022). Kajian Tingkat Kebisingan di Kawasan Rumah Sakit RSUD Sidoarjo di Masa Pandemi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 23(2), 250–255. <https://doi.org/10.29122/jtl.v23i2.4448>
- Li, F., Lin, Y., Cai, M., & Du, C. (2017). Dynamic simulation and characteristics analysis of traffic noise at roundabout and signalized intersections. *Applied Acoustics*, 121, 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2017.01.026>
- Meilina, A. (2020). Analisis Hubungan Volume Dan Kecepatan Kendaraan dengan Kebisingan Akibat Kendaraan Bermotor [Tesis Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta]. In *Tesis: Vol. D*. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/23742>
- Nurmaningsih, D. R. (2021). Pemetaan Tingkat Kebisingan di Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 104–110. <https://doi.org/10.29080/alard.v6i2.847>
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2009 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru.
- Prasetyo, P. H., & Assomadi, A. F. (2018). *Analisis Pola Kebisingan di Sekitar Area Fasilitas Kesehatan Kota (Studi Kasus: RSUD Dr. Soetomo Surabaya)*. 7(1), D54–D57.
- Putra, I. G. P. M. (2018). *Hubungan Usia, Masa Kerja dan Penggunaan Sumbat Telinga dengan Keluhan Subyektif Pekerja* [Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Denpasar]. <http://repository.poltekkes-denpasar.ac.id/206/>
- Sala, E., & Rantala, L. (2016). Acoustics and activity noise in school classrooms in Finland. *Applied Acoustics*, 114, 252–259. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.08.009>
- Satoto, H. F. (2018). Analisis Kebisingan Akibat Aktifitas Transportasi pada Kawasan Pemukiman Jalan Sutorejo-Mulyorejo Surabaya. *Heuristic*, 15(01), 49–62. <https://doi.org/10.30996/he.v15i01.1519>
- UIN Ar-Raniry Banda Aceh. (n.d.). *E-Data UINAR*. Retrieved October 19, 2022, from <http://data.ar-raniry.ac.id/akreditasi/DokumenAkreditasi/DokAkreditasi>
- Universitas Syiah Kuala. (n.d.). *Portal Data*. Retrieved June 26, 2022, from <https://data.unsyiah.ac.id/>
- Rencana strategis Universitas Universitas Syiah Kuala tahun 2020-2024, (2021). <https://unsyiah.ac.id/uploads/2/files/R-ENSTRA-2020-2024-FINAL.pdf>
- Wedagama, D. M. P., Suthanaya, I. P. A., & Wirya, M. D. S. P. (2022). *Analisis Kebisingan Arus Lalu Lintas di Luar dan di Dalam Ruangan pada Kawasan Simpang Lima Sunset Road*. 10(1), 11–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.24843/SPEKTRAN.2022.v10.i01.p02>
- Wen, X., Lu, G., Lv, K., Jin, M., Shi, X., Lu, F., & Zhao, D. (2019). Impacts of traffic noise on roadside secondary schools in a prototype large Chinese city. *Applied Acoustics*, 151, 153–163. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.02.024>
- Zulkipli, S. (2016). Pengaruh Volume Lalu Lintas Terhadap Tingkat Kebisingan Pada Jalan Bung Tomo Samarinda Seberang. *Kurva S*, 4(2), 93–98. <https://doi.org/https://doi.org/10.31293/teknikd.v4i1.2493>