

---

## Analisis Kualitas Udara Pada Rumah Warga Terhadap Parameter Bakteri dan Jamur

Novia Dwi Astuti<sup>1</sup>, Sri Hastutiningrum<sup>\*2</sup>, Sudarsono<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains Terapan, IST AKPRIND Yogyakarta  
Email: srihastutiningrum@akprind.ac.id

---

### ABSTRACT

*The final processing and disposal the waste occurs at the Final Disposal Facility (TPA). Because the rubbish heaps include a variety of contaminants and produce air pollution, landfills can have an impact on the environment's quality. This study intends to identify and contrast the outcomes of the analysis of the air quality in residents' homes near the Piyungan TPA location, which is 50 m, 350 m, 650 m, and 1000 m from the TPA, with quality standards according to the Decision of the Minister of Health No. 1077 of 2011 based on bacterial and fungal parameters. The ideal distance between residential areas and the TPA location is another goal of this study. Air sampling at each location used the air sampling method directly with NA media and PDA media in petri dishes. The results showed that the number of bacterial colonies at a distance of 50 m was 4,485.6 CFU m<sup>-3</sup> and the fungal colonies were 2,306.4 CFU m<sup>-3</sup>. At a distance of 350 m, the number of bacterial colonies was 3,355.4 CFU m<sup>-3</sup> and fungal colonies were 2,130.9 CFU m<sup>-3</sup>. The number of bacterial colonies at a distance of 650 m was 2,919.7 CFU m<sup>-3</sup> and the number of fungal colonies was 2,001.3 CFU m<sup>-3</sup>. The number of bacterial colonies at a distance of 1000 m was 1,353.2 CFU m<sup>-3</sup> and the number of fungal colonies was 765.2 CFU m<sup>-3</sup>. Air quality in residents' homes with a distance of 50 m to 1000 m does not meet the healthy air quality requirements based on Minister of Health Regulation No. 1077 of 2011 concerning Indoor Air Conditioning at Home with maximum levels of airborne microbes <700 CFU m<sup>-3</sup>.*

**Keywords:** *bacteria and fungi, indoor air quality, final disposal site.*

### INTISARI

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) adalah tempat untuk menimbun sampah dan merupakan tempat akhir untuk memperlakukan sampah. Dampak dari adanya TPA yaitu adanya pencemaran lingkungan, limbah cair mengontaminasi sumur-sumur warga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui serta membandingkan hasil analisis kualitas udara pada rumah warga di sekitar lokasi TPA Piyungan yang berjarak 50 m, 350 m, 650 m dan 1000 m dari TPA dengan baku mutu menurut Keputusan Menteri Kesehatan No. 1077 Tahun 2011 berdasarkan parameter bakteri dan jamur. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui jarak ideal permukiman warga dari lokasi TPA. Pengambilan sampel udara di setiap lokasi menggunakan metode pengambilan sampel udara secara langsung dengan media NA dan media PDA dalam cawan petri. Hasil penelitian menunjukkan jumlah koloni bakteri pada jarak 50 m sebanyak 4.485,6 CFU m<sup>-3</sup> dan koloni jamur sebanyak 2.306,4 CFU m<sup>-3</sup>. Jarak 350 m jumlah koloni bakteri sebanyak 3.355,4 CFU m<sup>-3</sup> dan koloni jamur sebanyak 2.130,9 CFU m<sup>-3</sup>. Jumlah koloni bakteri pada jarak 650 m sebanyak 2.919,7 CFU m<sup>-3</sup> dan jumlah koloni jamur sebanyak 2.001,3 CFU m<sup>-3</sup>. Jumlah koloni bakteri pada jarak 1000 m sebanyak 1.353,2 CFU m<sup>-3</sup> dan jumlah koloni jamur sebanyak 765,2 CFU m<sup>-3</sup>. Kualitas udara pada rumah warga dengan jarak 50 m s/d 1000 m tidak memenuhi syarat kualitas udara sehat berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 1077 Tahun 2011 Tentang Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah dengan kadar maksimum mikroba udara <700 CFU m<sup>-3</sup>.

**Kata kunci:** bakteri dan jamur, kualitas udara dalam ruangan, tempat pembuangan akhir

---

### PENDAHULUAN

Tempat pengolahan akhir Piyungan yang berada di daerah permukiman warga tentu saja memberikan dampak yaitu adanya pencemaran lingkungan, limbah cair mengontaminasi sumur-sumur warga dan udara menjadi rusak dan terkontaminasi oleh zat-zat, baik yang tidak berbahaya maupun yang membahayakan kesehatan tubuh manusia. Pencemaran udara biasanya terjadi di kota-kota besar dan juga daerah padat industri yang menghasilkan gas-gas yang mengandung zat di atas batas kewajaran (Tampubolon, 2016). Sedangkan pencemaran udara dari kegiatan manusia seperti banyaknya pabrik-pabrik industri, transportasi, pembangkit listrik, asap rokok, ledakan yang ditimbulkan oleh bahan peledak, pembakaran sampah (Cahyani, 2016). Peraturan terkait udara

dalam ruangan tercantum dalam (Pemerintah Republik Indonesia, 2011) tentang Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah. Dalam peraturan ini terdapat persyaratan udara dalam ruangan seperti: Suhu: 18-30 °C, Kelembaban: 40-60% RH serta Bakteri dan Jamur: <700 CFU m<sup>-3</sup>. Tingkat pencemaran udara di dalam ruangan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti laju ventilasi, padatnya orang, dan sifat serta taraf kegiatan orang-orang yang menempati ruangan tersebut. Mikroorganisme udara dalam ruangan juga banyak dipengaruhi oleh beberapa hal, salah satu diantaranya adalah kondisi suhu dan kelembaban udara dalam ruangan.

Secara umum, pertumbuhan bakteri dan jamur akan lebih sulit pada kondisi evaporasi/penguapan lingkungan yang meningkat, hal tersebut akan ditemukan pada kondisi kelembaban udara yang tinggi dan suhu udara yang rendah (Pepper, Gerba, Gentry, & Maier, 2011). Suhu optimum untuk pertumbuhan bakteri berkisar 20 °C-37 °C sedangkan suhu optimum untuk pertumbuhan jamur berkisar 18-30 °C atau setara dengan suhu kamar yang normal (Gutarowska & Piotrowska, 2007). Mikroorganisme juga memerlukan lingkungan yang memadai, untuk pertumbuhan yang optimal. Ruangan yang tidak menggunakan pengontrol udara maka pengaruh udara luar sangat berperan, seperti temperatur dan kelembaban udara luar. Mikroba membutuhkan kelembaban tinggi, pada umumnya untuk pertumbuhan mikroba yang baik dibutuhkan kelembaban diatas 85%. Udara yang sangat kering dapat membunuh bakteri, tetapi kadar kelembaban minimum yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan bakteri bukanlah merupakan nilai pasti (Dillon, Heinsohn, & Miller, 2005). Mikroorganisme yang terbawa oleh partikel debu masuk ke udara dapat tersangkut sejauh beberapa meter atau beberapa kilometer, sebagian akan mati dalam beberapa detik sedangkan yang lain akan bertahan selama berminggu-minggu, berbulan-bulan, atau lebih lama lagi, nasib mikroorganisme asal udara ditentukan oleh seperangkat rumit keadaan sekelilingnya, termasuk keadaan atmosfer, kelembaban, suhu, dan cahaya matahari, serta ukuran partikel yang membawa mikroorganisme (Cahyani, 2016).

Daerah yang berdebu hampir selalu mempunyai populasi mikroorganisme atmosfer yang tinggi (Suharti, 2020). Keadaan yang lembab pada tumpukan sampah akan memicu munculnya jamur. Selain itu sampah akan mengalami pembusukan secara anaerobik. Hal yang mengindikasikan adanya bakteri ialah munculnya bau tidak sedap. Bau ini pertanda bakteri pengurai sedang bekerja sehingga mengeluarkan bau busuk. Menurut (Pepper et al., 2011), faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup mikroba di udara adalah kelembaban, suhu, oksigen, faktor udara terbuka, karakteristik sumber, jarak yang ditempuh oleh hembusan angin, kecepatan dan arah angin. Oleh karena itu, perlu dilakukan adanya suatu penelitian untuk mengetahui kualitas udara pada rumah warga di sekitar lokasi TPA serta mengetahui jumlah koloni bakteri dan jamur yang ada di rumah warga sekitar lokasi TPA Piyungan. Berdasarkan fakta bahwa setiap manusia pastinya akan tinggal lama di dalam rumah, maka dari hasil penelitian ini nantinya akan disesuaikan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan no. 1077 Tahun 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah. Penelitian ini akan difokuskan pada analisis konsentrasi mikroorganisme di udara dengan parameter bakteri dan jamur serta jarak TPA dengan rumah warga di sekitar lokasi TPA.

## METODE

Penelitian ini dilakukan di rumah warga sekitar lokasi TPA Piyungan, Bantul. Pengambilan sampel udara dalam ruang rumah dilakukan di 4 (empat) lokasi. Lokasi I berjarak 50 meter, lokasi II berjarak 350 meter, lokasi III berjarak 650 meter dan lokasi IV berjarak 1000 meter dari TPA. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Maret 2022. Teknik pengambilan sampel udara dilakukan secara langsung (*direct methods*) menggunakan media Nutrient Agar (NA) untuk bakteri dan Potato Dextore Agar (PDA) untuk jamur. Sampel diambil pada masing-masing lokasi selama 30 menit di 3 titik (ruang depan, ruang tengah dan ruang belakang) dalam rumah.

Perhitungan jumlah koloni bakteri dan jamur yang terbentuk dalam cawan petri dibaca menggunakan *colony counter* dan dilakukan perhitungan (Cahyani, 2016) menggunakan rumus:

Konversi: 1 koloni (CFU) m<sup>-3</sup> = 35,32 CFU m<sup>-3</sup>

Rumus:  $X = (\sum fx) / (\sum f)$

$\sum y = \text{CFU m}^{-3} \times X$

dengan, X = Hasil rata-rata pada koloni

$\sum fx$  = Jumlah koloni dalam cawan petri

$\sum f$  = Banyaknya cawan petri

$\sum y$  = Jumlah koloni dalam ruangan (CFU m<sup>-3</sup>)

Pengembangbiakan sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan I IST AKPRIND Yogyakarta. Pengembangbiakan bakteri dilakukan dengan bantuan incubator, karena pertumbuhan bakteri tidak akan maksimal jika suhu yang diperlukan bakteri untuk tumbuh tidak stabil. Pertumbuhan bakteri dilakukan dalam inkubator selama 2x24 jam dengan suhu 37 °C. Pengembangbiakan jamur

dilakukan di ruangan biasa dengan suhu ruang selama 2x24 jam. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus kemudian disesuaikan dengan standar baku mutu (Kesehatan, 2011) Tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah serta dilakukan analisis korelasi sederhana menggunakan aplikasi SPSS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rata-rata dari pengukuran sampel lingkungan fisik dan kualitas mikrobiologi udara pada setiap lokasi melebihi standar baku mutu yang dipersyaratkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan no. 1077/MENKES/PER/L/2011 Tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah, didapatkan hasil dari pengukuran sampel di lapangan dapat dilihat pada tabel 1

**Tabel 1 Hasil Pengukuran Lingkungan Fisik dan Mikrobiologi Udara**

Lokasi	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Jumlah Koloni Bakteri		Jumlah Koloni Jamur	
			Hasil Pengukuran (CFU)	Hasil Perhitungan CFU/m <sup>3</sup>	Hasil Pengukuran (CFU)	Hasil Perhitungan CFU/m <sup>3</sup>
Lokasi I	31	77,2	127	4.485,6	65,3	2.306,4
Lokasi II	32,4	79,3	95	3.355,4	60,33	2.130,9
Lokasi III	31,9	79,6	82,67	2.919,7	56,67	2.001,3
Lokasi IV	32	80,4	38,33	1.353,8	21,67	765,2
<b>Baku Mutu</b>	18-30 °C	40-60%		<700CFU/m <sup>3</sup>	Baku Mutu	<700 CFU/m <sup>3</sup>

Menurut (Gutarowska & Piotrowska, 2007), suhu optimum yang baik untuk pertumbuhan bakteri berkisar 20°C-37°C sedangkan suhu optimum yang baik untuk pertumbuhan jamur berkisar 18°C-30°C atau setara dengan suhu kamar yang normal. Faktor utama dalam pertumbuhan jamur adalah kelembaban udara. Menurut (Mukono, Prasasti, & Sudarmaji, 2005) kelembaban yang tinggi akan meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme. Artinya hasil rata-rata lingkungan fisik pada setiap lokasi merupakan kondisi lingkungan yang pas untuk berkembangnya mikroba. Tingginya nilai suhu ruangan pada masing-masing lokasi disebabkan karena pengambilan sampel dilakukan pada siang hari sehingga suhu udara relatif lebih panas. Dan kelembaban pada masing-masing lokasi relatif lebih tinggi karena pada saat pengambilan sampel kondisi cuaca sedang mendung. Sehingga dengan suhu yang relatif tinggi dan kondisi cuaca yang mendung menyebabkan kelembaban relatif lebih tinggi. Banyaknya nilai koloni bakteri dan koloni jamur pada lokasi I dan II disebabkan karena dekat dengan sumber pencemar. Dapat dilihat bahwa rumah warga yang semakin dekat dengan TPA Piyungan maka jumlah koloni bakteri dan jumlah koloni jamur yaitu semakin banyak. Rumah warga yang semakin jauh dari lokasi TPA Piyungan maka semakin sedikit nilai koloni bakteri dan koloni jamur.

Perbedaan jumlah koloni bakteri dan jumlah koloni jamur pada setiap lokasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kondisi lingkungan rumah setiap lokasi pengambilan sampel berbeda-beda, baik dari material bangunan, luas bangunan, kebersihan pada setiap rumah. Selain itu jarak tempuh polutan udara yang berasal dari TPA Piyungan juga akan terbawa oleh hembusan angin, kemudian kondisi lingkungan pada beberapa lokasi memiliki bau kurang sedap dampak dari keberadaan TPA yang dekat dengan rumah warga. Jumlah koloni bakteri dan jumlah koloni jamur pada setiap lokasi relatif turun. Hal ini disebabkan karena semakin jauh jarak yang ditempuh oleh mikroba (yang berasal dari TPA Piyungan).

Semakin jauh dari TPA maka jumlah koloni mikroba semakin sedikit, karena tidak terdapat faktor pendukung untuk bakteri dan jamur berkembang di udara. Selain itu kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi jumlah koloni bakteri dan jumlah koloni jamur pada setiap lokasi yaitu terdapatnya sumber pencemar yang dihasilkan oleh kegiatan sehari-hari. Seperti kebiasaan merokok, tidak menjaga kebersihan pada setiap rumah serta terdapatnya kandang peternakan. Dilihat pada tabel 2 nilai korelasi antara jumlah koloni bakteri dengan suhu ruangan lokasi I yaitu sebesar 0,961. Hubungan antara kedua variabel (x dan y) memiliki hubungan yang sangat besar dengan korelasi positif. Dengan nilai signifikansi 0,089, artinya karena nilai probabilitasnya >0.05 korelasi antara variabel jumlah koloni bakteri dan suhu tidak signifikan. Sehingga terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi jumlah koloni bakteri diluar suhu ruangan yang tidak diteliti pada penelitian ini. Faktor lain yang dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri diluar suhu dan kelembaban pada lokasi I ini yaitu rumah pada lokasi ini berjarak 50 m dari TPA, selain itu berdekatan dengan Instalasi Pengolahan Lindi (IPL). TPA merupakan tempat berkembangbiak mikroorganisme. Menurut (Suharti, 2020), mikroorganisme tersebut memperoleh makanan berupa zat organik dari lingkungannya. Hasil analisis data korelasi sederhana menggunakan SPSS dapat dilihat di tabel 2.

**Tabel 2 Korelasi Jumlah Koloni Bakteri dengan Suhu Ruangan**

		Jumlah_Koloni_Bakteri_1	Suhu_Ruangan_1
Pearson Correlations	Jumlah_Koloni_Bakteri_1 Suhu_Ruangan_1	1.000 .961	.961 1.000
Sig. (1-tailed)	Jumlah_Koloni_Bakteri_1 Suhu_Ruangan_1		.089
N	Jumlah_Koloni_Bakteri_1 Suhu_Ruangan_1	3 3	3 3

Dari penjelasan tersebut, bakteri memperoleh makanannya dari sampah yang menumpuk di TPA, kemudian bakteri yang menguraikan sampah tersebut akan terbawa oleh angin. Pada pengambilan sampel dilakukan pada pukul 13.00 WIB karena pada waktu tersebut data dari arah angin menunjukkan angin mengarah ke rumah masyarakat yang ada di TPA. Sehingga hal tersebut dapat mempengaruhi tingginya jumlah koloni bakteri pada lokasi I, hasil analisis data korelasi sederhana menggunakan SPSS dapat dilihat di tabel 3

**Tabel 3 Korelasi Jumlah Koloni Bakteri dengan Kelembaban Ruangan**

		Jumlah Koloni Bakteri 1	Kelembaban Ruangan 1
Pearson Correlations	Jumlah_Koloni_Bakteri_1 Kelembaban_Ruangan_1	1.000 .974	.974 1.000
Sig. (1-tailed)	Jumlah_Koloni_Bakteri_1 Kelembaban_Ruangan_1		.072
N	Jumlah_Koloni_Bakteri_1 Kelembaban_Ruangan_1	3 3	3 3

Nilai korelasi antara jumlah koloni bakteri dengan kelembaban ruangan lokasi I pada tabel 3 yaitu sebesar 0,974. Hubungan antara kedua variabel (x dan y) memiliki hubungan yang sangat besar dengan korelasi positif. Dengan nilai signifikansi 0,072, artinya korelasi antara variabel jumlah koloni bakteri dan kelembaban ruangan tidak signifikan. Sehingga terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi jumlah koloni bakteri diluar kelembaban ruangan yang tidak diteliti pada penelitian ini. Hasil analisis data korelasi sederhana menggunakan SPSS dapat dilihat di tabel 4

**Tabel 4 Korelasi Jumlah Koloni Jamur dengan Suhu Ruangan**

		Jumlah_Koloni_Jamur_1	Suhu_Ruangan_1
Pearson Correlations	Jumlah_Koloni_Jamur_1 Suhu_Ruangan_1	1.000 1.000	1.000 1.000
Sig. (1-tailed)	Jumlah_Koloni_Jamur_1 Suhu_Ruangan_1		.008
N	Jumlah_Koloni_Jamur_1 Suhu_Ruangan_1	3 3	3 3

Berdasarkan tabel 4 diatas, nilai korelasi suhu ruangan dengan jumlah koloni jamur pada lokasi I yaitu sebesar 1.0. Hubungan antara jumlah koloni jamur dengan suhu memiliki hubungan yang sempurna, hal ini dikarenakan nilai korelasi sebesar 1.0 dengan hubungan positif yang artinya semakin besar suhu ruangan, semakin besar pula jumlah koloni jamur pada ruangan tersebut. Nilai signifikansi atau Sig. (1-tailed) koefisien korelasi satu sisi dari output korelasi antara pertumbuhan jamur dengan suhu ruangan pada lokasi I didapatkan nilai 0.008. Karena nilai probabilitasnya < 0.05 maka korelasi antara suhu ruangan dengan jumlah koloni jamur signifikan atau sangat nyata. Untuk hasil analisis data korelasi sederhana menggunakan SPSS dapat dilihat di tabel 5

**Tabel 5 Korelasi Jumlah Koloni Jamur dengan Kelembaban Ruang**

		Jumlah_Koloni_Jamur_1	Kelembaban_Ruangan_1
Pearson Correlations	Jumlah_Koloni_Jamur_1	1.000	.997
	Kelembaban_Ruangan_1	.997	1.000
Sig. (1-tailed)	Jumlah_Koloni_Jamur_1		.025
	Kelembaban_Ruangan_1	.025	
N	Jumlah_Koloni_Jamur_1	3	3
	Kelembaban_Ruangan_1	3	3

Nilai korelasi kelembaban ruangan dengan jumlah koloni jamur pada lokasi I pada tabel 5 yaitu sebesar 0,997. Hubungan antara jumlah koloni jamur dengan kelembaban ruangan memiliki hubungan yang sangat kuat karena nilai korelasi mendekati 1.0 dengan hubungan positif yang artinya semakin besar kelembaban ruangan maka semakin besar pula jumlah koloni jamur pada ruangan tersebut. Nilai signifikansi atau Sig. (1-tailed) koefisien korelasi satu sisi dari output korelasi antara pertumbuhan jamur dengan suhu ruangan pada lokasi I didapatkan nilai 0,025. Karena nilai probabilitasnya < 0,05 maka korelasi antara kelembaban ruangan dengan jumlah koloni jamur signifikan atau sangat nyata.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian analisis kualitas udara pada rumah warga di sekitar lokasi TPA Piyungan terhadap parameter bakteri dan jamur dengan jarak 50 m, 350 m, 650 m dan 1000 m yaitu tidak memenuhi syarat kualitas udara sehat berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan 1077/MENKES/PER/V/2011 Tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah dengan kadar maksimum mikroba udara <700 CFU m<sup>-3</sup>. Pada jarak 1000 m dari lokasi TPA jumlah koloni mikroba belum memenuhi standar baku mutu. Sehingga jarak ideal untuk warga mendirikan rumah mengacu pada PERMENPU No.03/Prt/M/2013 dimana jarak terdekat dari Lokasi TPA untuk permukiman yaitu lebih dari 1 km (satu kilometer) dengan mempertimbangkan pencemaran lindi, kebauan, penyebaran vektor penyakit, dan aspek social.

### DAFTAR PUSTAKA

- Cahyani, V. D. (2016). *Kualitas Bakteriologis Udara Dalam Ruang Perawatan Inap RSUD H. Padjonga Dg. Ngalle Kab. Takalar*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Dillon, H. K., Heinsohn, P. A., & Miller, J. D. (2005). *Field Guide For The Determination Of Biological Contaminants In Environmental Samples*. Aiha.
- Gutarowska, B., & Piotrowska, M. (2007). Methods Of Mycological Analysis In Buildings. *Building And Environment*, 42(4), 1843–1850.
- Kesehatan, M. (2011). *Permenkes Nomor 1077*.
- Kusuma, R. A. (2012). *Kualitas Udara Mikrobiologis Daerah Sekitar Tempat Pemrosesan Akhir (Tpa) Dengan Parameter Jamur Dan Bakteri Studi Kasus: Tempat Pemrosesan Akhir (Tpa) Cipayung, Depok*. Depok: Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Indonesia.
- Mukono, J., Prasasti, C. I., & Sudarmaji, S. (2005). Pengaruh Kualitas Udara Dalam Ruang Ber-Ac Terhadap Gangguan Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Unair*, 1(2), 3941.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2011). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1077*.
- Pepper, I. L., Gerba, C. P., Gentry, T. J., & Maier, R. M. (2011). *Environmental Microbiology*. Academic Press.
- Suharti, N. (2020). *Pemeriksaan Jumlah Koloni Mikroorganisme Di Udara Pada Pemukiman Warga Disekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Terjun*.
- Tampubolon, J. (2016). *Alat uji kualitas udara portable berbasis Mikrokontroler Atmega8535*.