



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**KUALITAS UDARA MIKROBIOLOGIS DALAM RUMAH  
YANG DIAKIBATKAN OLEH BANJIR ROB DIKAITKAN  
DENGAN JENIS MATERIAL BANGUNAN  
(STUDI KASUS : MARUNDA, JAKARTA UTARA)**

**SKRIPSI**

**AMRETA NANDINI  
0706275486**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
DEPOK  
JUNI 2011**

41/FT.TL.01/SKRIP/06/2011



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**KUALITAS UDARA MIKROBIOLOGIS DALAM RUMAH  
YANG DIAKIBATKAN OLEH BANJIR ROB DIKAITKAN  
DENGAN JENIS MATERIAL BANGUNAN  
(STUDI KASUS : MARUNDA, JAKARTA UTARA)**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**AMRETA NANDINI  
0706275486**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
DEPOK  
JUNI 2011**

41/FT.TL.01/SKRIP/06/2011



**UNIVERSITAS INDONESIA**

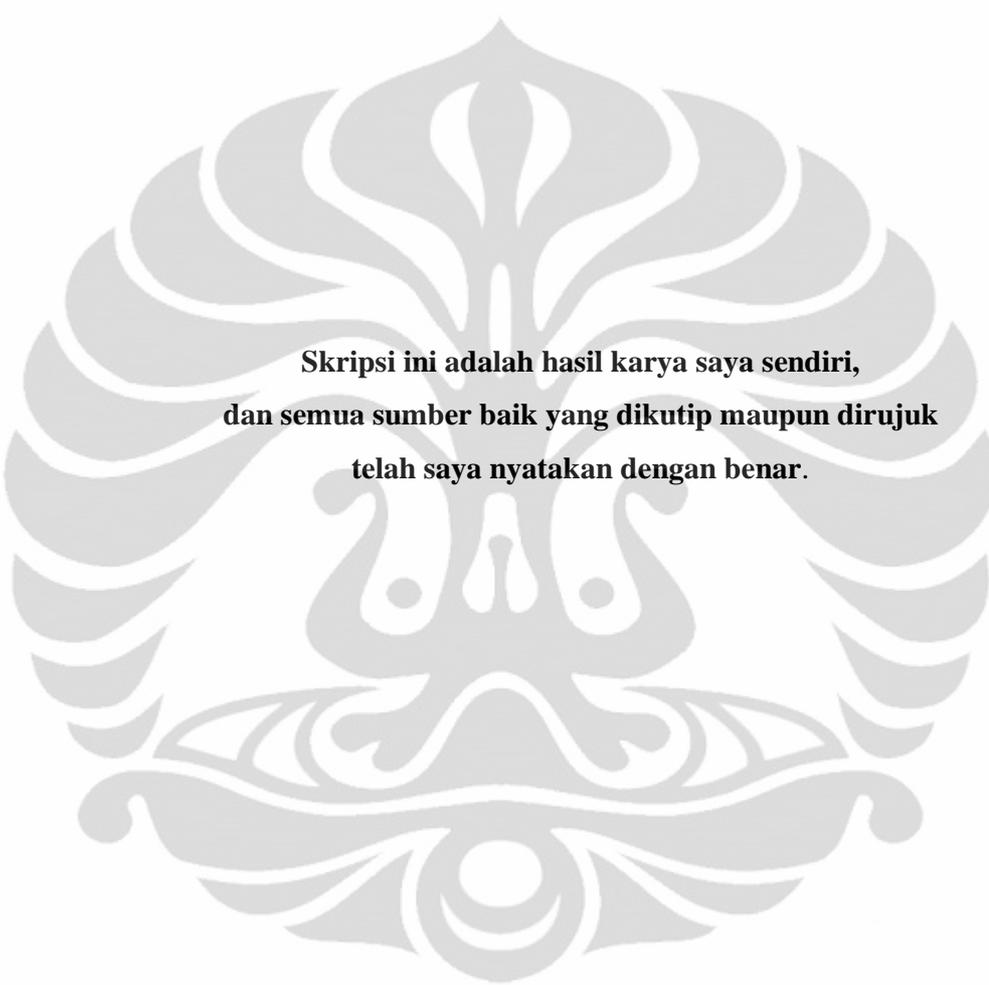
**THE QUALITY OF MICROBIOLOGY AIRBORNE IN HOUSES DUE TO  
ROB FLOOD RELATED WITH BUILDING MATERIAL TYPE  
(CASE STUDY: MARUNDA, NORTH JAKARTA)**

**UNDERGRADUATED THESIS**  
Proposed as a requirement to get bachelor degree

**AMRETA NANDINI**  
**0706275486**

**ENGINEERING FACULTY**  
**ENVIRONMENTAL ENGINEERING STUDY PROGRAM**  
**DEPOK**  
**JUNE 2011**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS



**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Amreta Nandini**

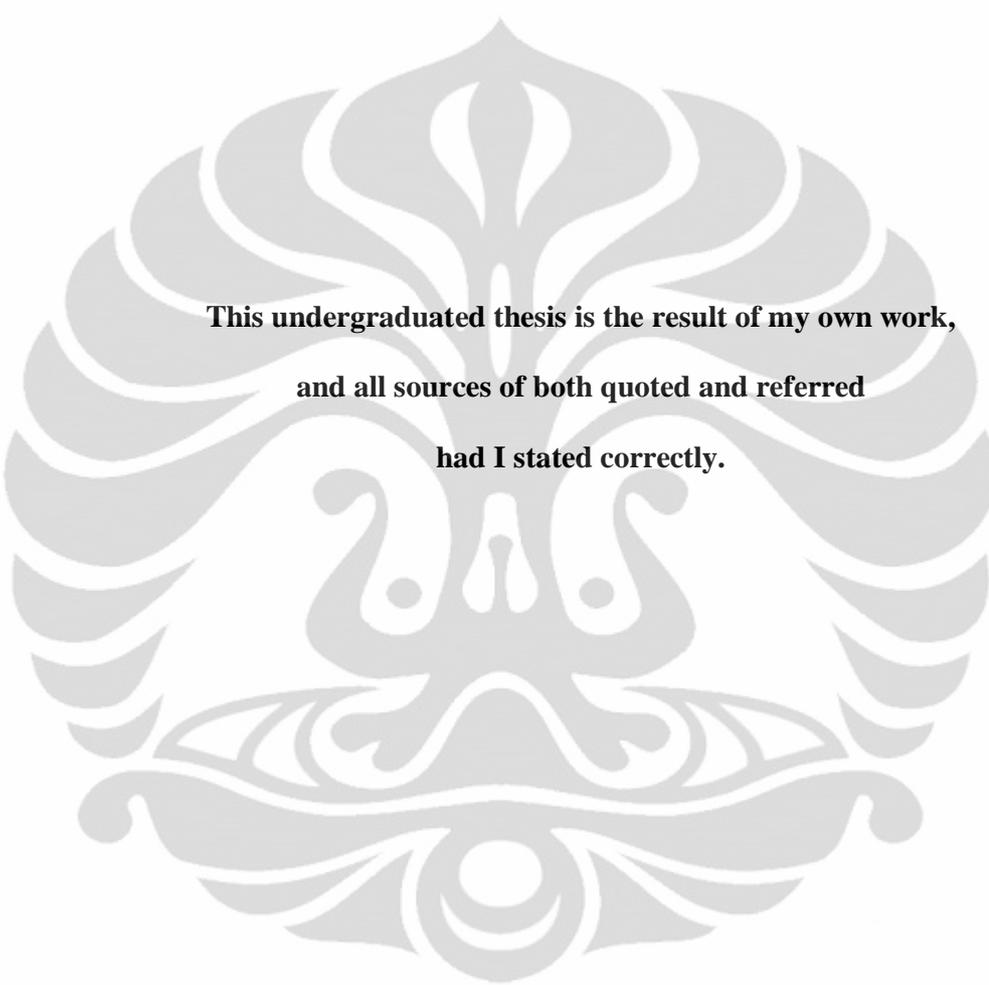
**NPM : 0706275486**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal :**

**Universitas Indonesia**

## PAGE STATEMENT OF ORIGINALITY



**This undergraduated thesis is the result of my own work,  
and all sources of both quoted and referred  
had I stated correctly.**

**Name : Amreta Nandini**

**Student Number : 0706275486**

**Signature :**

**Date :**

**Universitas Indonesia**

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Amreta Nandini  
NPM : 0706275486  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul Skripsi : Kualitas Udara Mikrobiologis dalam Rumah yang  
Diakibatkan Oleh Banjir Rob Dikaitkan  
dengan Jenis Material Bangunan (Studi Kasus :  
Marunda, Jakarta Utara)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Ir. Gabriel S.B. Andari, M.Eng, Ph.D. ( )  
Pembimbing 2 : Evy Novita, ST, M.Si. ( )  
Penguji 1 : Ir. Irma Gusniani ,M.Sc ( )  
Penguji 2 : Dr. Nyoman Suwartha, ST, MT, M.Agr ( )

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 13 Juni 2011

## VALIDATION SHEET

This undergraduated thesis submitted by :

Name : Amreta Nandini  
Student Number : 0706275486  
Study Program : Environmental Engineering  
Thesis Title : The Quality of Microbiology Airborne in Houses  
Due to Rob Flood Related with Building  
Material Type  
(Case Study: Marunda, Jakarta Utara)

It has been successfully defended before the Council of Examiners and was accepted as part of the requirements necessary to obtain a Bachelor of Engineering degree in Environmental Engineering Program, Faculty of Engineering, Universitas Indonesia.

### BOARD OF EXAMINERS

Adviser 1 : Ir. Gabriel S.B. Andari, M.Eng, Ph.D. ( )

Adviser 2 : Evy Novita, ST, M.Si. ( )

Examiner 1 : Ir. Irma Gusniani ,M.Sc ( )

Examiner 2 : Dr. Nyoman Suwartha, ST, MT, M.Agr ( )

Defined in : Depok

Date : June 13 2011

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karuniaNya, kami dapat menyelesaikan laporan seminar ini sebagai pemenuhan mata kuliah di semester tujuh yaitu Seminar dan sebagai salah satu syarat kelulusan di Program Studi Teknik Lingkungan. Laporan ini tentunya dapat diselesaikan karena dukungan-dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu kami ingin menghaturkan rasa terima kasih kepada:

1. Ketua Departemen Teknik Sipil FTUI yaitu Prof. Ir. Irwan Katili
2. Koordinator seminar Departemen Teknik Sipil Program Studi Teknik Lingkungan FTUI, Evi Novita Z.,ST,M.Si
3. Pembimbing Seminar Ir.Gabriel S.B Andari,Meng,Phd dan Evi Novita Z.,ST,M.Si atas segala bimbingan dan arahnya
4. Ir.Irma Gusniani D.,M.Sc dan Dr.Nyoman Suwartha,ST, MT, M agr selaku penguji seminar
5. Keluarga besar saya yang telah memberikan dukungan tidak henti-hentinya atas dukungan moral dan materiil
6. Melati WRP, Zahra M.A., Nandia, G., Hermawati W.P., dan Pramesti. A., yang selalu siap memberikan bantuannya.
7. Bapak Usman selaku ketua RT Marunda Besar yang telah mengizinkan saya untuk melakukan penelitian kualitas udara.
8. Seluruh pihak-pihak lain yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu

Penulis menyadari laporan seminar yang penulis buat tidak luput dari kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu saran dan masukan demi perbaikan ke depan sangat penulis hargai. Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak .

Depok, Juni 2011

Penulis

Universitas Indonesia

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Amreta Nandini  
NPM : 0706275486  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Departemen : Teknik Sipil  
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Indonesia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas **Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**KUALITAS UDARA MIKROBIOLOGIS DALAM RUMAH YANG  
DIAKIBATKAN OLEH BANJIR ROB DIKAITKAN DENGAN JENIS  
MATERIAL BANGUNAN (STUDI KASUS : MARUNDA, JAKARTA  
UTARA)**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dari sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada Tanggal : Juni 2011

Yang Menyatakan

(Amreta Nandini)

**Universitas Indonesia**

**PAGE STATEMENT OF FINAL APPROVAL  
FOR PUBLICATION OF ACADEMIC INTEREST**

---

---

As an academic community of Universitas Indonesia, I undersigned below:

Name : Amreta Nandini  
Student Number : 0706275486  
Study Program : Environmental Engineering  
Department : Civil Engineering  
Faculty : Faculty of Engineering University Of Indonesia  
Type of Work : Undergraduated Thesis

For the sake of development of science, agreed to grant to the Universitas Indonesia **Non-exclusive Royalty-Free Right** of my scientific work, entitled:

**THE QUALITY OF MICROBIOLOGY AIRBORNE IN HOUSES DUE TO  
ROB FLOOD RELATED WITH BUILDING MATERIAL TYPE (CASE  
STUDY: MARUNDA, JAKARTA UTARA)**

Along with existing devices (if necessary). With this non-exclusive royalty-free right University of Indonesia reserve the right to store, media transfer/formatting, managing in the form of a database, maintain, and publish my final project without asking permission from me as long as include my name as the author/creator of the copyright owner.

Thus, I properly made this statement.

Made in : Depok  
On : June 16 2011

Stated by

( Amreta Nandini)

**Universitas Indonesia**

## ABSTRAK

Nama : Amreta Nandini  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Kualitas Udara Mikrobiologis dalam Rumah yang diakibatkan Oleh Banjir Rob dikaitkan dengan Jenis Material Bangunan (Studi Kasus : Marunda, Jakarta Utara)

Meningkatnya pertumbuhan penduduk di Jakarta menyebabkan kebutuhan akan tempat tinggal dan sarana rekreasi ikut meningkat. Akibatnya pemukiman-pemukiman dan sarana prasarana baru di luar konsep awal muncul dan menyebabkan berkurangnya lahan terbuka hijau sebagai tempat penampungan air tanah. Kondisi ini pada akhirnya menyebabkan beberapa lokasi menjadi rawan banjir. Bencana banjir dapat mengakibatkan berbagai macam pencemaran terhadap lingkungan sekitar termasuk pencemaran udara. Banjir yang masuk ke dalam rumah menyebabkan kondisi menjadi lembab dan memberikan tempat yang baik bagi pertumbuhan bakteri dan jamur.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas udara dalam rumah yang terkena banjir berdasarkan konsentrasi bakteri dan jamur, dan untuk mengetahui apakah jenis material bangunan memiliki keterkaitan dengan konsentrasi bakteri dan jamur di dalam rumah serta mengetahui pengaruh konsentrasi bakteri dan jamur pada udara dalam rumah terhadap kesehatan penghuni rumah. Pengukuran konsentrasi bakteri dan jamur dilakukan pada 3 rumah kayu, 3 rumah beton, dan di halaman masjid yang dijadikan sebagai pembanding. Alat yang digunakan dalam pengukuran adalah EMS (*Environmental Microbial Sampler*).

Hasil pengukuran konsentrasi mikrobiologis (bakteri dan jamur) pada rumah yang sering terkena banjir berkisar antara 141,34-5.671,38 CFU/m<sup>3</sup> untuk rumah kayu dan 194,35-3.551,24 CFU/m<sup>3</sup> untuk rumah beton. Hasil tersebut secara umum berada di atas standar baku mutu yang tertera pada PERGUB DKI No 52 tahun 2006. Uji statistik dengan *t-test* menyatakan tidak terdapat keterkaitan yang signifikan antara konsentrasi mikroba dengan jenis material bangunan, namun konsentrasi bakteri dan jamur memiliki kecenderungan lebih tinggi pada material kayu dibandingkan dengan material beton. Uji statistik dengan metode fisher menyatakan bahwa tidak terdapat keterkaitan antara konsentrasi bakteri dan jamur dalam rumah dengan kesehatan penghuni rumah.

Kata Kunci:

Bakteri, jamur, jenis material, kualitas udara dalam ruang.

## ABSTRACT

Nama : Amreta Nandini  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : The Quality Of Microbiology Airborne In Houses due to  
Rob Flood Related With Building Material Type (Case  
Study: Marunda, Jakarta Utara)

The increase of population growth in Jakarta led to the need for housing and recreational facilities. As a result, the settlements and the new infrastructure beyond the initial concept emerged and took the Green open area such as the reduction of water deposits in the soil. This condition finally led to several locations to be prone to flooding. Floods can result in various types of pollution to the environment, including air. Floods in houses cause damp condition and provides a good place for bacteria and fungi to grow.

The purpose of this study was to determine the indoor air quality affected by floods based on the concentration of bacteria and fungi, and to determine whether the type of building material is related to the concentration of bacteria and fungi at houses and also the influence of bacteria and fungi concentration inside of the houses to the health of residents. The measurement of the concentration of bacteria and fungi takes in three houses of wooden, three houses of reinforce concrete, and in the courtyard of the mosque that used as a comparison. The tools used in the measurement are EMS (Environmental Microbial Sampler).

The result of measurement of bacteria and fungi concentration are 141,34 – 5.671,38 CFU/m<sup>3</sup> for wooden house and 194,35 – 3.551,24 CFU/m<sup>3</sup> for reinforce concrete house. The result shows that the microbe and fungi concentration is above the threshold based on PERGUB DKI No.52/2006. Statistical test, using t-test, indicated that there is no significant relationship between the concentration of microbes with the material of construction, but the concentration of bacteria and fungi have a greater tendency in the wood material compared to concrete. Statistical test using fisher method stated that there is no relationship between the concentration of bacteria and fungi in houses with the health of residents.

Key words:

Bactery, fungi, type of material, indoor air quality

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
TITLE PAGE.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
STATEMENT OF ORIGINALITY.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
STATEMENT OF LEGITIMATION.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	viii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR RUMUS .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	5
1.4. Manfaat Penelitian .....	5
1.5. Metodologi Penelitian .....	5
1.6. Batasan Penelitian .....	6
<b>BAB 2 STUDI PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1. Pengertian Pencemaran Udara .....	7
2.2. Pencemaran Udara dalam Ruangan .....	7
2.2.1. Sumber Pencemar.....	8
2.2.2. Pencemar Mikroba dalam Ruangan .....	9
2.2.2.1. Pencemar Mikrobiologis Bakteri.....	11
2.2.2.2. Bakteri dalam Ruang.....	14
2.2.2.3. Pencemar Mikrobiologis Jamur.....	16
2.2.2.4. Penyakit Akibat Jamur .....	18
2.3. Media Agar .....	20
2.3.1. TSA (Trypticase soy agar).....	20
2.3.2. PDA (Potato dextrose agar) .....	21
2.4. Sistem Penghawaan Ruang.....	22
2.4.1. Sistem Ventilasi Alami.....	22
2.4.1.1. Cara Kerja Sistem Ventilasi Alami.....	23
2.4.1.2. Keuntungan dan Kerugian Sistem Ventilasi Alami.....	24
2.4.2. Sistem Ventilasi Buatan.....	25
2.4.2.1. Keuntungan dan Kerugian Sistem Ventilasi Mekanik.....	25
2.5. Kerangka Konsep .....	26

<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	27
3.1. Pendekatan Penelitian .....	27
3.2. Variabel Penelitian.....	27
3.3. Populasi Dan Sampel .....	28
3.4. Data Dan Analisis Data .....	29
3.4.1. Perhitungan Jumlah Mikroba .....	31
3.4.2. Keterkaitan Jumlah Mikroba Dengan Kondisi Fisik Bangunan... 31	
3.4.3. Analisis Kesehatan Penghuni Rumah .....	33
3.5. Lokasi Dan Waktu Penelitian .....	35
3.6. Kerangka Penelitian .....	37
<b>BAB 4 GAMBARAN UMUM LOKASI</b> .....	38
4.1 Gambaran Umum Lokasi .....	38
4.1.1 Kondisi Bangunan Rumah Kayu .....	38
4.1.2 Kondisi Bangunan Rumah Beton .....	40
<b>BAB 5 DATA DAN ANALISIS DATA</b> .....	42
5.1 Data Hasil Pengukuran.....	42
5.1.1 Variasi Suhu Ruangan pada Saat Pengukuran .....	42
5.1.2 Variasi Kelembaban Ruangan pada Saat Pengukuran.....	44
5.1.3 Perbandingan Suhu dan Kelembaban Ruangan dengan Standar KUDR.....	47
5.1.4 Konsentrasi Bakteri dan Jamur pada Rumah Kayu .....	48
5.1.5 Konsentrasi Bakteri dan Jamur pada Rumah Beton .....	50
5.1.6 Perbandingan Konsentrasi Bakteri pada Rumah Kayu dan Rumah Beton.....	51
5.2 Analisis Kualitas Mikrobiologis Udara dalam Rumah yang Sering Terkena Banjir .....	53
5.2.1 Perbandingan Konsentrasi Bakteri dan Jamur dengan Waktu Pengambilan Sampel .....	54
5.2.2 Perbandingan Konsentrasi Bakteri dan Jamur dengan Standar Baku Mutu .....	58
5.3 Analisis Keterkaitan Jenis Material terhadap Konsentrasi Bakteri dan Jamur .....	60
5.3.1 Keterkaitan Jenis Material terhadap Konsentrasi Bakteri.....	60
5.3.2 Keterkaitan Jenis Material terhadap Konsentrasi Jamur.....	63
5.4 Analisis Keterkaitan Konsentrasi Bakteri dan Jamur terhadap Kesehatan Penghuni Rumah.....	66
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN REKOMENDASI</b> .....	69
6.1 Kesimpulan.....	69
6.2 Saran.....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	72
<b>LAMPIRAN</b> .....	77

## DAFTAR TABEL

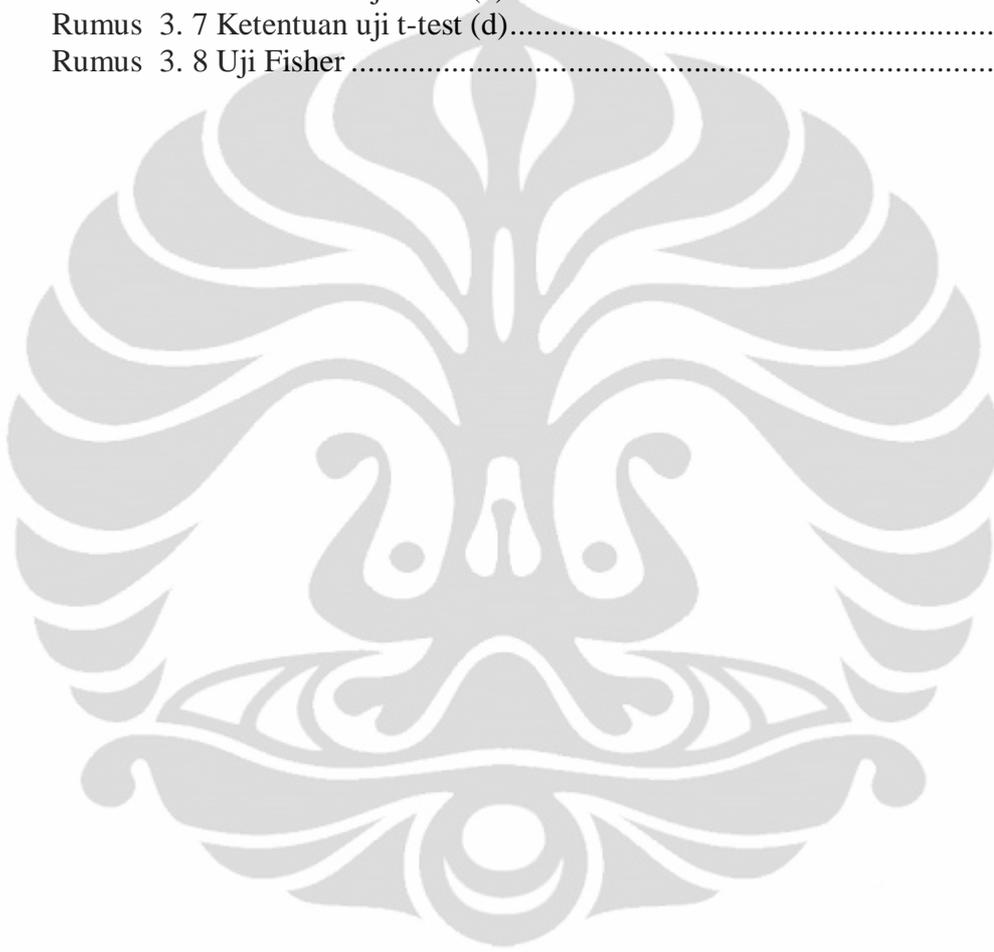
Tabel 1. 1 Data Ketinggian Genangan Air Akibat Banjir di Jakarta Utara .....	4
Tabel 2. 1 Baku Mutu Udara Dalam Ruang .....	11
Tabel 2. 2 Konsentrasi Tertinggi yang Diperkenankan Untuk Kelompok Pencemar Spesifik.....	12
Tabel 2. 3 Kelompok Bakteri Berdasarkan Suhu Udara.....	14
Tabel 3. 1 Variabel Penelitian .....	27
Tabel 3. 2 Rangkuman Jumlah Pengambilan Sampel.....	29
Tabel 3. 3 Contoh Tabel Analisis Fisher.....	35
Tabel 3. 4 Jadwal Penelitian.....	36
Tabel 3. 5 Kerangka Penelitian.....	37
Tabel 5. 1 Perbandingan Suhu dan Kelembaban Udara Dalam Ruang dengan Standar Baku Mutu .....	47
Tabel 5. 2 Konsentrasi Bakteri dan Jamur pada Bangunan Rumah Kayu .....	48
Tabel 5. 3 Konsentrasi Bakteri dan Jamur pada Bangunan Rumah Beton .....	50
Tabel 5. 4 Perbandingan Konsentrasi Bakteri dan Jamur pada Rumah Kayu dan Rumah Beton .....	52
Tabel 5. 5 Konsentrasi Rata-Rata Bakteri dan Jamur pada Rumah Kayu dengan Standar Baku Mutu.....	59
Tabel 5. 6 Konsentrasi Bakteri pada Rumah Kayu dan Rumah Beton.....	61
Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan <i>t-test</i> Bakteri pada tiap Sampling.....	62
Tabel 5. 8 Konsentrasi Jamur pada Rumah Kayu dan Rumah Beton.....	64
Tabel 5. 9 Hasil Perhitungan <i>t-test</i> Jamur pada tiap Sampling.....	65
Tabel 5. 10 Analisis Keterjangkitan Penyakit dengan Metode Fisher .....	67

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Trypticase Soy Agar .....	22
Gambar 2. 2 Potato Dextrose Agar.....	23
Gambar 2. 3 Sistem Ventilasi Alami .....	24
Gambar 2. 4 Cara kerja Sistem Ventilasi Alami .....	25
Gambar 3. 1 Peta Marunda.....	28
Gambar 3. 2 Environmental Microbial Sampler .....	30
Gambar 4. 1 (Ki-ka) : Rumah Kayu 1, Rumah Kayu 2, Rumah Kayu 3 .....	39
Gambar 4. 2 (Ki-ka) Rumah Beton 1, Rumah Beton 2, Rumah Beton 3.....	41
Gambar 5. 1 Suhu Ruangan pada saat Sampling Bakteri pada Rumah Kayu....	42
Gambar 5. 2 Suhu Ruangan pada saat Sampling Jamur pada Rumah Kayu.....	43
Gambar 5. 3 Suhu Ruangan pada saat Sampling Bakteri pada Rumah Beton...	44
Gambar 5. 4 Suhu Ruangan pada saat Sampling Jamur pada Rumah Beton.....	44
Gambar 5. 5 Kelembaban Ruangan pada saat Sampling Bakteri pada Rumah Kayu .....	45
Gambar 5. 6 Kelembaban Ruangan pada saat Sampling Jamur pada Rumah Kayu .....	45
Gambar 5. 7 Kelembaban Ruangan pada saat Sampling Bakteri pada Rumah Beton.....	46
Gambar 5. 8 Kelembaban Ruangan pada saat Sampling Jamur pada Rumah Beton.....	47
Gambar 5. 9 Konsentrasi Bakteri pada Rumah Beton dan Rumah Kayu Pasca Banjir .....	55
Gambar 5. 10 Konsentrasi Jamur pada Rumah Beton dan Rumah Kayu Pasca Banjir .....	57
Gambar 5. 11 Potensi genangan air akibat Perbedaan Level Lantai .....	58
Gambar 6. 1 Contoh Rumah Panggung .....	70

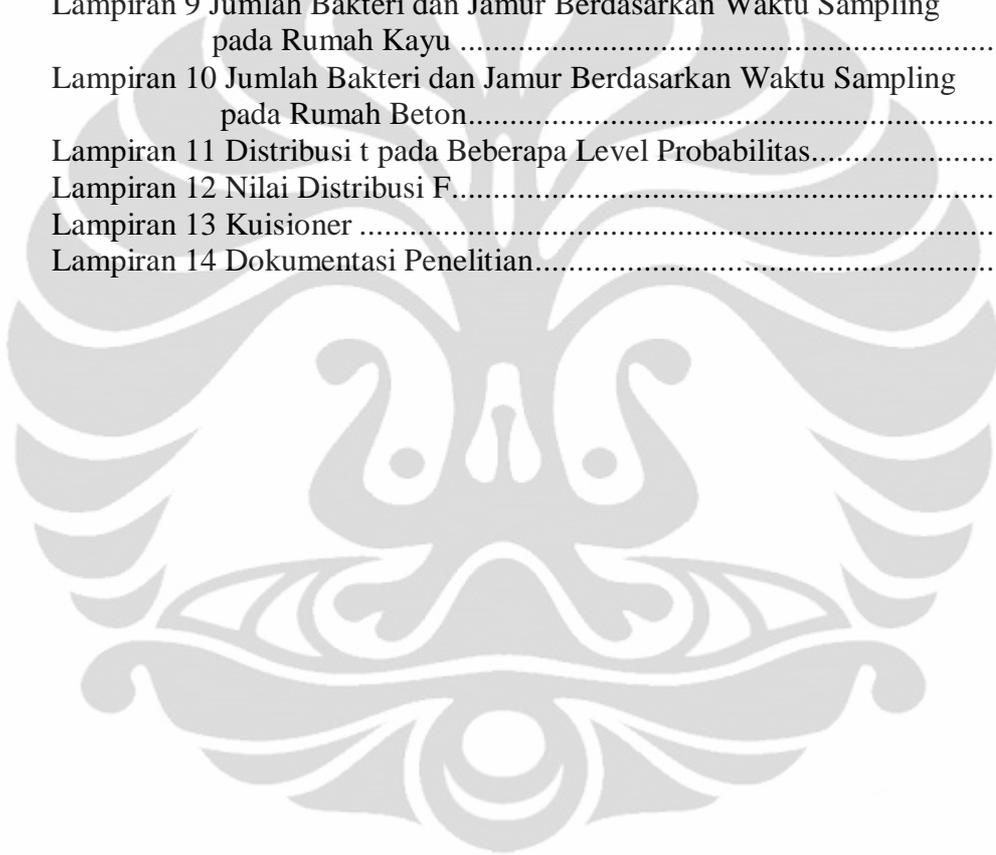
## DAFTAR RUMUS

Rumus 3. 1 Perhitungan Koloni Bakteri .....	28
Rumus 3. 2 <i>Separated Varians</i> .....	30
Rumus 3. 3 <i>Polled Varians</i> .....	30
Rumus 3. 4 Perhitungan F .....	31
Rumus 3. 5 Ketentuan uji t-test (b).....	32
Rumus 3. 6 Ketentuan uji t-test (c).....	32
Rumus 3. 7 Ketentuan uji t-test (d).....	32
Rumus 3. 8 Uji Fisher .....	34



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Suhu dan Kelembaban pada Rumah Kayu .....	77
Lampiran 2 Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Beton.....	78
Lampiran 3 Peraturan Gubernur DKI No 52 Tahun 2006 .....	79
Lampiran 4 Hasil Sampling Bakteri pada Rumah Kayu.....	80
Lampiran 5 Hasil Sampling Jamur pada Rumah Kayu.....	81
Lampiran 6 Hasil Sampling Bakteri pada Rumah Beton.....	82
Lampiran 7 Hasil Sampling Jamur pada Rumah Beton.....	83
Lampiran 8 Hasil Sampling Bakteri dan Jamur Luar Ruangan.....	84
Lampiran 9 Jumlah Bakteri dan Jamur Berdasarkan Waktu Sampling pada Rumah Kayu .....	85
Lampiran 10 Jumlah Bakteri dan Jamur Berdasarkan Waktu Sampling pada Rumah Beton.....	86
Lampiran 11 Distribusi t pada Beberapa Level Probabilitas.....	87
Lampiran 12 Nilai Distribusi F.....	89
Lampiran 13 Kuisisioner .....	93
Lampiran 14 Dokumentasi Penelitian.....	95



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Akhir-akhir ini definisi kota pada kalangan masyarakat mulai bergeser. Kota dianggap sesuatu hal yang penuh dengan kemewahan dan kehidupan yang layak. Oleh karenanya banyak masyarakat yang tinggal di daerah pedesaan tertarik untuk menikmati kehidupan yang lebih layak di kota.

Jakarta merupakan ibu kota negara dimana seiring berjalannya waktu terjadi perkembangan-perkembangan yang ditandai dengan meningkatnya jumlah sarana dan prasarana, infrastruktur dan lain sebagainya yang secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap perubahan penggunaan dan fungsi lahan. Kelengkapan fasilitas yang diberikan Kota Jakarta ini memiliki daya tarik tersendiri bagi masyarakat pedesaan untuk melakukan urbanisasi dimana peningkatan arus urbanisasi tersebut berbanding lurus dengan peningkatan sarana dan prasarana kota. Meningkatnya pertumbuhan penduduk di daerah perkotaan menyebabkan kebutuhan akan tempat tinggal dan sarana rekreasi lainnya ikut meningkat. Akibatnya pemukiman-pemukiman dan sarana prasarana baru di luar konsep awal muncul dan menyebabkan lahan terbuka hijau sebagai tempat penampungan air tanah berkurang. Kondisi ini pada akhirnya menyebabkan beberapa lokasi menjadi rawan banjir.

Bencana banjir dapat mengakibatkan berbagai macam pencemaran terhadap lingkungan sekitarnya termasuk udara. Udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Definisi dari pencemaran lingkungan hidup menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 mengenai perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup adalah “masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan”. Dari definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke udara oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan,

hal ini menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Kualitas udara di dalam rumah pasca terjadinya banjir sering kali tidak menjadi perhatian dan tidak dianggap sebagai suatu masalah yang penting untuk diketahui. Air yang menggenang merupakan tempat yang baik bagi pertumbuhan mikroba, yang dapat menyebabkan pencemaran udara dan mungkin terhirup oleh manusia. Walaupun air terlihat jernih namun masih memungkinkan terdapat mikroba di dalamnya yang dapat menyebabkan alergi pada sebagian orang. Mikroba ini dapat menyebabkan berbagai macam penyakit seperti alergi, asma, kanker paru-paru, dan dapat merusak material. Menurut data dari *National Allergy Bureau* (2008), dari 261 anak yang tinggal di wilayah yang terkena Badai Katrina di New Orleans pada tahun 2005, sebanyak 42 % diantaranya mengalami gangguan pernafasan akibat alergi dan infeksi. Studi yang dilakukan di Canada menyatakan bahwa fluktuasi pada spora jamur di udara secara langsung berhubungan dengan serangan asma pada anak (Dales, *et al.*, 2004). Berdasarkan penelitian yang dilakukan di California Selatan diketahui adanya hubungan antara konsentrasi spora jamur ambien dengan serangan asma pada anak bahkan di daerah dengan konsentrasi spora di udara yang rendah, yaitu rata-rata konsentrasi 4000 spora/m<sup>3</sup> (Delfino, *et al.*, 1997).

Berdasarkan survey dari *The National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) AS (1986), sumber utama kualitas udara dalam ruangan yang buruk adalah gangguan ventilasi (52%), pencemaran dari alat dalam gedung (17%), pencemaran dari luar gedung (11%), pencemaran mikroba (5%), pencemaran bahan bangunan (3%), dan sumber lain (12%).

Faktor lain yang diakibatkan oleh banjir adalah kelembaban. Air yang menggenang dan material-material dalam rumah yang lembab merupakan tempat yang cocok bagi pertumbuhan bakteri, jamur, dan virus. Kelembaban yang tinggi sangat berpengaruh terhadap kualitas udara di dalam rumah melalui berbagai macam cara: kelembaban pada material dapat mempercepat pertumbuhan mikroba yang memang terdapat di dalam rumah yang dapat mengakibatkan alergi pada manusia, sedangkan gejala yang dapat ditimbulkan oleh tingginya kelembaban dalam jangka panjang adalah meningkatnya pertumbuhan jamur. Pelepasan spora

jamur ke udara sangat memungkinkan untuk terhirup oleh manusia dan berpengaruh terhadap kesehatan. Beberapa jamur menghasilkan mycotoxin yang dapat menimbulkan efek bagi beberapa manusia dan vertebrata (Robbins, *et al.*, 2000). Paparan yang terus menerus dari spora jamur ini dapat mengakibatkan iritasi pernafasan dan alergi pada beberapa manusia (Bush, *et al.*, 2006).

Studi mengenai efek kesehatan manusia yang dikarenakan oleh paparan jamur di dalam ruangan telah dipelajari secara efektif (Belanger, *et al.*, 2003; Portnoy, *et al.*, 2005). *Institute of Medicine committee* (IOM, 2004) menyimpulkan bahwa ada bukti yang cukup kuat tentang hubungan sebab akibat antara kelembaban dalam ruangan dan gejala gangguan saluran pernapasan bagian atas, batuk, bersin, gejala asma, dan hipersensitivitas pneumonitis pada orang yang rentan.

Manusia lebih banyak menghabiskan waktunya di dalam rumah oleh sebab itu, mengingat sering terjadinya banjir di Jakarta Utara dan kurangnya perhatian masyarakat mengenai dampak kesehatan yang dapat ditimbulkan dari adanya peristiwa ini, potensi ancaman kesehatan pernapasan akibat buruknya kualitas udara bagi penghuni rumah pasca terjadinya banjir penting untuk diteliti.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Fenomena banjir di Jakarta terjadi hampir di seluruh wilayah kotamadya. Salah satu wilayah yang sering terkena bencana ini adalah wilayah Jakarta Utara dimana penelitian mengenai kualitas udara di dalam rumah yang disebabkan oleh banjir dilakukan.

Bedasarkan Situs Resmi Pemerintahan Kota Administrasi Jakarta Utara, Wilayah kotamadya Jakarta Utara mempunyai luas 7.133,51 km<sup>2</sup>, terdiri dari luas lautan 6.979,4 km<sup>2</sup> dan luas daratan 154,11 km<sup>2</sup>. Daratan Jakarta Utara membentang dari Barat ke Timur sepanjang kurang lebih 35 km, menjorok ke darat antara 4 - 10 km. Ketinggian dari permukaan laut antara 0 - 20 meter, dari tempat tertentu ada yang di bawah permukaan laut yang sebagian besar terdiri dari rawa-rawa atau empang air payau. Wilayah kotamadya Jakarta Utara merupakan pantai beriklim panas, dengan suhu rata-rata 27°C, curah hujan setiap tahun rata-rata 142,54 mm dengan maksimal curah hujan pada bulan September. Kondisi

wilayah yang merupakan daerah pantai dan tempat bermuaranya 13 sungai dan 2 banjir kanal, menyebabkan wilayah ini merupakan daerah rawan banjir, baik kiriman maupun banjir karena air pasang laut (rob).

Berkurangnya daerah resapan air tanah mengakibatkan semakin meningkatnya kejadian banjir di wilayah Jakarta Utara. Menurut data yang diperoleh dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), ketinggian genangan air akibat banjir pada tanggal 14 sampai dengan tanggal 16 Januari tahun 2009 berkisar antara 5 – 147 cm.

Marunda, berada di dalam Wilayah Kota Madya Jakarta Utara. Pada daerah ini terdapat pemukiman pinggir pantai yang minimal sehari dalam satu minggu pasti mengalami banjir rob (akibat pasang laut). Banjir rob adalah banjir yang diakibatkan oleh air laut yang pasang yang menggenangi daratan, merupakan permasalahan yang terjadi di daerah yang lebih rendah dari muka air laut. Permasalah banjir rob sudah menjadi permasalahan sehari-hari di Marunda. Masalah ini bertambah parah sejak adanya bangunan-bangunan rumah susun yang dibangun di kawasan tersebut. Bangunan-bangunan tersebut menyebabkan terhambatnya aliran air sehingga menggenangi daerah sekitar. Selama musim hujan, muka air laut semakin tinggi, sehingga wilayah pemukiman Marunda mengalami banjir hampir setiap harinya. Banjir sering terjadi pada pagi hari dimana air laut mulai pasang, dan berangsur-angsur surut di sore hari pada saat air laut mulai surut. Banjir yang terus-menerus terjadi ini menyebabkan material rumah yang selalu terendam akan menjadi lembab dan tidak dapat kering sepenuhnya karena banjir akibat pasang laut ini akan datang kembali pada pagi hari berikutnya. Kelembaban merupakan salah satu faktor penunjang pertumbuhan bakteri dan jamur yang berpotensi besar menyebabkan terjadinya pencemaran udara. Banjir yang datang secara terus-menerus ini dapat mengakibatkan terakumulasinya mikroba yang terdapat dalam rumah. Adapun rumusan masalah adalah sebagai berikut. :

- a) Bagaimana kualitas udara mikrobiologis dalam rumah yang sering terkena banjir, dilihat dari konsentrasi bakteri dan jamur
- b) Apakah jenis material bangunan berpengaruh terhadap konsentrasi bakteri dan jamur di dalam rumah yang sering terkena banjir

- c) Apakah konsentrasi bakteri dan jamur berpengaruh terhadap kesehatan penghuni rumah

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah

1. Mengetahui kualitas udara dalam rumah yang terkena banjir dilihat dari konsentrasi bakteri dan jamur.
2. Mengetahui apakah jenis material bangunan memiliki keterkaitan dengan konsentrasi bakteri dan jamur di dalam rumah.
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi bakteri dan jamur pada udara dalam rumah terhadap kesehatan penghuni rumah

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan penelitian yang ada, diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan informasi mengenai pengaruh yang ditimbulkan banjir terhadap kualitas udara. Tidak hanya terhadap kesehatan kulit dan pencernaan maupun finansial seperti yang masyarakat luas ketahui selama ini
2. Memberikan pengetahuan akan pentingnya melakukan pemeliharaan rumah pasca banjir sebelum kemudian warga menempati rumahnya kembali.

### **1.5. Metodologi Penelitian**

Metode penulisan yang digunakan dalam kerja praktek ini :

#### **BAB 1 : PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang dilaksanakannya penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, serta batasan penelitian

#### **BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini memberikan penjelasan mengenai tinjauan pustaka yang terkait dengan penelitian yang dilakukan. Pada bab ini akan dibahas mengenai

### BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian. Bab ini berisi tentang pendekatan penelitian, variabel penelitian, populasi dan sampel, data dan analisis data termasuk di dalamnya perhitungan konsentrasi mikroba, keterkaitan konsentrasi mikroba dengan jenis material bangunan, dan analisis kesehatan penghuni rumah. Pada bab ini juga akan dibahas mengenai lokasi dan waktu penelitian.

### BAB 4 : GAMBARAN UMUM LOKASI

Bab ini membahas tentang gambaran umum lokasi yang menjadi objek penelitian. Termasuk di dalamnya kondisi bangunan rumah kayu dan rumah beton.

### BAB 5 : DATA DAN ANALISIS DATA

Pada bab ini akan dibahas mengenai data hasil pengukuran di lapangan serta analisisnya sesuai dengan tujuan penelitian

### BAB 6 : PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran hasil dari penelitian yang dilakukan.

#### **1.6. Batasan Penelitian**

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan pada perumahan yang berada di Kelurahan Marunda Jakarta Utara, RT 03/RW 07.
2. Pengukuran yang dilakukan meliputi konsentrasi bakteri dan jamur di dalam ruangan. Identifikasi jenis/spesies bakteri dan jamur tidak akan dilakukan pada penelitian ini
3. Material bangunan yang akan dibandingkan adalah bangunan rumah yang terbuat dari kayu dan beton saja
4. Rumah yang dijadikan objek penelitian dipilih berdasarkan lamanya terendam banjir.

## **BAB 2**

### **STUDI PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Pencemaran Udara**

Definisi dari pencemaran lingkungan hidup menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 mengenai perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup adalah “masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan”. Dari definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa pencemaran udara adalah “masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke udara oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan”. Hal ini menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Definisi pencemaran udara berdasarkan PP Nomor 41 Tahun 1999 adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dari komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

#### **2.2. Pencemaran Udara dalam Ruangan**

Pengertian *indoor air quality* dari USA *Environmental Protection Agency* (EPA) pada tahun 1991 adalah hasil interaksi antara tempat, suhu, sistem gedung (baik desain asli maupun modifikasi terhadap struktur dan sistem mekanik), teknik konstruksi. Sumber kontaminan (material, peralatan gedung, kelembaban, proses, dan aktivitas di dalam gedung serta sumber dari luar) dan pekerja

Menurut EPA (1991) :

- Sumber : merupakan asal dari kontaminan baik berasal dari dalam, luar, atau dari sistem operasional mesin yang berada di dalam ruangan.
- Heating Ventilation and Air Conditioning System (HVAC)
- Media yaitu berupa udara
- Pekerja yang berada dalam ruangan tersebut apakah mempunyai riwayat penyakit pernafasan atau alergi

Pencemar yang berasal dari benda mati dan dapat membahayakan kesehatan manusia disebut racun (Pudjiastuti, 1998). Konsentrasi racun ini dipengaruhi oleh berbagai macam faktor seperti sifat fisik dan kimia dari pencemar, serta sifat lainnya seperti cara masuk pencemar ke dalam tubuh manusia. Suma'mur (1986), membagi sifat-sifat fisik dari pencemar ke dalam empat bagian sebagai berikut :

- Gas : merupakan zat yang tidak mempunyai bentuk, melainkan akan mengisi seluruh bagian ruang tertutup pada keadaan suhu dan tekanan normal. Wujud dari zat ini dapat berubah bentuk menjadi cair atau padat dengan cara mengombinasikan tekanan dan suhu ruangan.
- Uap : merupakan hasil penguapan gas dari zat padat atau cair dengan cara meninggikan tekanan atau dengan menurunkan suhu.
- Debu : merupakan partikel zat padat yang berasal dari bahan organik maupun inorganik. Debu yang dapat terhisap oleh manusia berukuran sampai dengan 10  $\mu\text{m}$  sedangkan debu yang berukuran lebih besar dari 10  $\mu\text{m}$  tidak dapat terhisap oleh manusia.
- Asap : biasanya dianggap sebagai partikel zat karbon yang memiliki ukuran kurang dari 0,5  $\mu\text{m}$ . Asap muncul sebagai akibat adanya proses pembakaran yang tidak sempurna dari bahan-bahan yang mengandung karbon

### **2.2.1.Sumber Pencemar**

Hasil pemeriksaan *The National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH), menyebutkan ada 5 sumber pencemaran di dalam ruangan yaitu:

1. Pencemaran dari alat-alat di dalam gedung seperti asap rokok, pestisida, bahan-bahan pembersih ruangan.
2. Pencemaran di luar gedung meliputi masuknya gas buangan kendaraan bermotor, gas dari cerobong asap atau dapur yang terletak di dekat gedung, dimana kesemuanya dapat terjadi akibat penempatan lokasi lubang udara yang tidak tepat.
3. Pencemaran akibat bahan bangunan meliputi pencemaran formaldehid, lem, asbes, fibreglass dan bahan-bahan lain yang merupakan komponen pembentuk gedung tersebut.

4. Pencemaran akibat mikroba dapat berupa bakteri, jamur, protozoa dan produk mikroba lainnya yang dapat ditemukan di saluran udara dan alat pendingin ruangan beserta seluruh sistemnya.
5. Gangguan ventilasi udara berupa kurangnya udara segar yang masuk, serta buruknya distribusi udara dan kurangnya perawatan sistem ventilasi udara.

### **2.2.2. Pencemar Mikroba dalam Ruangan**

Udara ambien dapat mengandung beberapa mikroorganisme yang bersifat berbahaya. Kehidupan mikroorganisme sangat dipengaruhi oleh lingkungannya. Perubahan pada lingkungan dapat memberikan pengaruh terhadap morfologi dan karakteristik fisiologi mikroorganisme. Bakteri dapat bertahan hidup apabila terjadi perubahan di lingkungan dan dapat segera beradaptasi terhadap kondisi yang baru (Salle, 1961). Terdapat tiga sumber utama dari pertumbuhan mikroba ini yaitu dari proses dekomposisi mikroba pada berbagai macam substrat, adanya faktor lingkungan yang menunjang pertumbuhan mikroba itu sendiri, dan berasal dari individu yang terinfeksi mikroba yang bersifat pathogen. Konsentrasi spora jamur di udara terbuka atau udara luar ruangan, jarang mencapai angka  $3 \times 10^9$  spora/m<sup>3</sup> (Burrel, 1991). Sebagai perbandingan, kandungan spora jamur di udara dalam ruangan, seperti yang ditemukan di rumah dan kantor, hanya berkisar antara 10% sampai 30% dari konsentrasi di luar ruangan dalam kondisi normal dimana tidak ada sumber pencemar internal tambahan dalam ruang tersebut (Burrel, 1991). Kandungan mikroorganisme pada udara luar ruangan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, kelembaban relatif, musim, dan bahkan faktor seperti keberadaan taman atau hutan pada lokasi pengambilan sampel. Kandungan mikroorganisme pada udara dalam ruang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti uap air, kelembaban relatif, isolasi, dan pemeliharaan saluran dan peralatan sirkulasi udara, dan lain sebagainya. Kandungan bakteri di udara dalam rumah mungkin dapat lebih tinggi dari kandungan bakteri yang ada di luar rumah dimana sinar ultra violet merupakan bakterisida yang dapat membunuh atau menghancurkan mikroorganisme di udara. Selain itu sinar matahari juga dapat menjaga kondisi agar tetap kering (tidak lembab).

Menurut Pudjiastuti (1998), udara di suatu ruangan dalam rumah yang bersih, mungkin saja masih terdapat ratusan partikel-partikel biologi yang beraneka ragam dan teknologi tidak dapat menghitung keberadaan mereka semua. Mikroorganisme yang sering dijumpai di dalam ruangan adalah bakteri, jamur, serangga, atau partikel-partikel biologi lainnya. Konsentrasi bakteri aerobik yang terdapat dalam ruang biasanya berkisar antara 15-500 CFU/m<sup>3</sup> (Cousin and Collet, 1989). Sampai saat ini di Indonesia belum ada peraturan yang menetapkan standar maksimum keberadaan mikroorganisme yang aman bagi manusia, namun umumnya keberadaan 10<sup>3</sup> mikroorganisme/m<sup>3</sup> dianggap sebagai standar keamanan maksimum dari mikroorganisme (Dutkiewicz, *et al.*, 1998). Berikut merupakan baku mutu udara dalam ruang berdasarkan Peraturan Gubernur DKI No. 52 Tahun 2006 :

Tabel 2. 1Baku Mutu Udara Dalam Ruang

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu
1.	Suhu dan Kelembaban - Suhu - Kelembaban		18° – 26°C 40% - 60%
2.	Debu - Debu total - Asbes bebas	8 jam 8 jam	0,15 mg/m <sup>3</sup> 5 serat/ml udara dan panjang serat > 5 µm
3.	Pertukaran udara		0,283 m <sup>3</sup> /menit/aur dengan laju ventilasi : 0,15 – 0,25 m/detik
4.	Bahan Pencemar - Asam Sulfida (H <sub>2</sub> SO) - Amonia (NH <sub>3</sub> ) - Karbon Monoksida (CO) - Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> ) - Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	8 jam 8 jam 8 jam 8 jam 8 jam	1 mg/m <sup>3</sup> 17 mg/m <sup>3</sup> (25 ppm) 29 mg/m <sup>3</sup> (25 ppm) 5,60 mg/m <sup>3</sup> (3,0 ppm) 5,2 mg/m <sup>3</sup> (2 ppm)
5.	Mikrobiologi - Angka kuman - Kuman patogen		< 700 koloni/m <sup>3</sup> udara Tidak ada

Sumber : Peraturan Gubernur DKI No. 52 Tahun 2006

Sedangkan kadar tertinggi yang diperkenankan untuk kelompok pencemar spesifik dan pedoman kenyamanan dalam ruang untuk parameter fisik yang spesifik menurut *Guideline for Good Indoor Air Quality* (1996) adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Konsentrasi Tertinggi yang Diperkenankan Untuk Kelompok Pencemar Spesifik

Parameter	Batasan Untuk Kualitas Udara dalam Ruang yang Dapat Diterima	Satuan
Bahan Partikel Tersuspensi*	150	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Senyawa Organik Volatil (VOC)**	3	ppm
Total Jumlah Bakteri	500	CFU***/ $\text{m}^3$
Total Jumlah Jamur	500	CFU/ $\text{m}^3$

Sumber : National Environmental Agency (NEA) Singapore, 2011

\* RPM (*Respirable Particulate Matter*) dengan diameter  $< 10 \mu\text{m}$

\*\* total photoionisable compounds, berdasarkan toluena

\*\*\* CFU : *Colony Forming Units*

Seperti yang telah dijelaskan pada rumusan masalah bahwa kondisi wilayah di Jakarta Utara merupakan daerah pantai dan tempat bermuaranya 13 sungai dan 2 banjir kanal, hal ini menyebabkan wilayah Jakarta Utara merupakan daerah rawan banjir, baik kiriman maupun banjir karena air pasang laut (rob) yang berimbas terhadap tingkat kelembaban yang tinggi. Air yang menggenang akibat banjir tersebut apabila dibiarkan akan merupakan sarana yang subur bagi pertumbuhan mikro-organisme seperti bakteri, ragi, jamur, lumut, tungau, serangga, dan sejenisnya. Demikian pula dengan sistem ventilasi mekanik dan pendingin udara dalam rumah, kebanyakan merupakan sistem udara tertutup dimana jumlah kontaminasi mikroorganisme akan terus terakumulasi seiring dengan berjalannya waktu. Apabila hal tersebut tidak dirawat dan dijaga kebersihannya maka akan menimbulkan permasalahan kualitas udara dalam ruang.

### 2.2.2.1. Pencemar Mikrobiologis Bakteri

Aktivitas mikroba dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungannya. Perubahan lingkungan dapat mengakibatkan perubahan sifat morfologi dan fisiologi mikroba. Beberapa kelompok mikroba sangat resisten terhadap perubahan faktor lingkungan. Mikroba tersebut dapat dengan cepat menyesuaikan diri dengan kondisi baru tersebut.

Faktor yang paling penting mempengaruhi daya tahan bakteri di udara adalah kelembaban dan suhu udara (Kingsley, 1982). Angka kematian jasad renik

di udara sangat bergantung pada kondisi suhu dan kelembaban udara (Jawezt, 1982). Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi daya tahan pertumbuhan bakteri di udara adalah sebagai berikut :

- **Suhu udara**

Telah diketahui bahwa aktivitas hidup suatu organisme sangat dipengaruhi oleh lingkungannya. Perubahan yang terjadi pada lingkungan turut mempengaruhi perubahan organisme, baik secara morfologi maupun sifat-sifat fisiologisnya. Bakteri memiliki kemampuan yang cukup besar terhadap perubahan lingkungan dan dapat beradaptasi secara cepat terhadap perubahan lingkungan yang baru tersebut. Semua proses pertumbuhan bergantung pada reaksi kimia dan karena laju reaksi-reaksi ini dipengaruhi oleh suhu, maka pola pertumbuhan bakteri dapat sangat dipengaruhi oleh suhu. Suhu juga mempengaruhi laju pertumbuhan dan jumlah total pertumbuhan organisme (Alimuddin, 2008).

Suhu adalah faktor terpenting yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan kelangsungan hidupnya. Suhu yang rendah umumnya memperlambat metabolisme seluler, sedangkan suhu yang lebih tinggi meningkatkan taraf kegiatan sel. Tetapi tiap organisme memiliki batas suhu terendah dan batas suhu tertinggi, serta suhu optimum bagi organisme (Irianto, 1990). Berdasarkan kisaran suhu pertumbuhannya, bakteri dapat dikelompokkan menjadi mikroba psikrofil, mesofil, dan termofil. Psikrofilik adalah kelompok mikroba yang dapat tumbuh pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$ - $30^{\circ}\text{C}$  dengan suhu pertumbuhan optimum sekitar  $15^{\circ}\text{C}$ . Mesofilik adalah kelompok mikroba pada umumnya, mempunyai suhu pertumbuhan minimum  $15^{\circ}\text{C}$ - $25^{\circ}\text{C}$ , suhu pertumbuhan optimum  $18^{\circ}\text{C}$ - $45^{\circ}\text{C}$  dan suhu pertumbuhan maksimum  $30^{\circ}\text{C}$ - $50^{\circ}\text{C}$ . Mikroba yang tahan hidup pada suhu tinggi dikelompokkan dalam mikroba termofilik. Kelompok ini mempunyai suhu minimum  $25^{\circ}\text{C}$ - $45^{\circ}\text{C}$ , optimum pada suhu  $55^{\circ}\text{C}$  dan suhu maksimum untuk pertumbuhannya  $60^{\circ}\text{C}$ - $90^{\circ}\text{C}$ . Adapun kelompok bakteri tersebut terangkum pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. 3 Kelompok Bakteri Berdasarkan Suhu Udara

No	Klasifikasi	Minimum (°C)	Optimum (°C)	Maksimum (°C)
1	Psikrofilik	0	15	30
2	Mesofilik	15-25	18-45	30-50
3	Termofilik	25-45	55	60-90

Sumber : Salle (1961)

Bakteri yang hidup di dalam tanah dan air, umumnya bersifat mesofil, tetapi ada juga yang dapat hidup pada suhu di atas suhu 50<sup>0</sup>C. Contoh bakteri ini adalah *Methylococcus capsulatus*, Sedangkan contoh bakteri termofilik adalah *Bacillus*, *Clostridium*, *Sulfolobus*, dan lain sebagainya. Bakteri yang hidup di laut (fototrof) dan bakteri besi (*Gallionella*) termasuk bakteri psikrofilik.

- **Kelembaban udara**

Mikroba mempunyai nilai kelembaban optimum. Bakteri sebenarnya adalah makhluk yang suka akan keadaan basah, bahkan dapat hidup di air, tanah, dan pada material-material yang basah dimana nantinya akan menyebar ke udara. Tanah yang cukup basah sangat baik untuk kehidupan bakteri. Banyak bakteri mati, jika udara kering. Keadaan kering menyebabkan proses pengeringan protoplasma yang berakibat berhentinya metabolisme.

- **Sistem penghawaan ruangan**

Sistem penghawaan atau ventilasi ruangan adalah suatu proses dimana udara bersih dari luar ruangan dapat mengalir ke dalam ruang dan udara yang buruk dari dalam ruang keluar. Baik buruknya kualitas udara di dalam ruangan sangat bergantung kepada kualitas udara di luar ruangan (Pudjiastuti dkk, 1998)

Ventilasi udara dibagi menjadi dua jenis, yaitu ventilasi alami dan ventilasi buatan. Ventilasi alami sangat dipengaruhi oleh kekuatan angin dan perbedaan temperatur dalam ruang, hal ini dapat menyebabkan kualitas udara dalam ruangan tidak dapat terkontrol. Tidak terkontrolnya kualitas ini disebabkan oleh pertukaran udara dan kecepatan angin yang secara alami tidak konstan. Sedangkan ventilasi udara mekanik didisain untuk dapat mengatur kecepatan angin tetap konstan.

EPA (1990) merekomendasikan desain sistem ventilasi harus berdasarkan standar ASHRAE nomor 62-1989 “*Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*”, dimana sistem ventilasi harus bisa mengalirkan udara luar sebanyak 15 *cubic feet per minute* (cfm) atau 95,569 m<sup>3</sup>/menit untuk tiap orang atau 20 cfm atau 226,535

m<sup>3</sup>/menit tiap orang apabila sedang berada dalam ruang kantor. Penjelasan lebih lanjut mengenai sistem penghawaan menggunakan ventilasi akan dibahas pada sub-bab berikutnya.

- **Aktivitas manusia**

Kandungan mikroba dalam ruangan juga dipengaruhi oleh keberadaan manusia dalam ruangan. Sebagaimana yang dijelaskan Burge pada tahun 2001 dalam bukunya yang berjudul *Indoor Air Quality handbook*, tingkat pencemaran udara oleh mikroba dalam ruangan juga dipengaruhi oleh padatnya orang dan sifat serta taraf/aktivitas orang-orang yang menempati ruang tersebut. Semakin padat dan semakin sibuknya aktivitas seseorang di dalam suatu ruang dapat meningkatkan kandungan mikroba dalam ruang tersebut.

- **Faktor biotik**

Selain dipengaruhi oleh faktor-faktor abiotik sebagaimana yang telah disebutkan di atas pertumbuhan bakteri juga dipengaruhi oleh adanya faktor biotik seperti interaksi dalam satu populasi mikroba dan interaksi antar berbagai macam populasi mikroba.

Interaksi antar jasad dalam satu populasi yang sama ada dua macam, yaitu interaksi positif maupun negatif. Interaksi positif menyebabkan meningkatnya kecepatan pertumbuhan bakteri, sedangkan interaksi negatif menyebabkan turunya kecepatan pertumbuhan bakteri.

Apabila dua populasi yang berbeda berasosiasi, maka akan timbul berbagai macam interaksi. Interaksi ini nantinya akan memberikan pengaruh positif, negatif, ataupun tidak ada pengaruh antar populasi mikroba yang satu dengan yang lain.

#### **2.2.2.2. Bakteri dalam Ruang**

Menurut lembaga konsultan *Indoor Air Quality* di Singapura (IAQ Consultants Pte. Ltd. 1), terdapat tipe dari beberapa bakteri yang banyak ditemukan di dalam ruang, antara lain :

- *Micrococcus sp*

Adalah spesies bakteri yang terdapat pada kulit tubuh manusia.

Bakteri ini ditemukan pada area dengan okupansi tinggi atau pada area

dengan ventilasi yang tidak baik. *Micrococcus* adalah jenis bakteri yang tidak berbahaya. Dalam keadaan normal, bakteri ini dapat dibasmi dengan sistem ventilasi yang baik dan proses pembersihan dengan penyedot debu atau sejenisnya.

- *Bacillus sp*

Bakteri yang tidak berbahaya ini umumnya diasosiasikan dengan tanah dan debu. Keadaan temperatur dan kadar air yang tepat pada permukaan yang berdebu dan keras adalah media yang baik bagi pertumbuhan bakteri ini.

- *Staphylococcus sp*

*Staphylococcus* juga terdapat pada permukaan kulit tubuh manusia. Diantara spesies *Staphylococcus* yang paling umum terdapat di dalam ruang adalah *Staphylococcus aureus*, yaitu patogen yang penting dalam lingkungan rumah sakit, karena mempunyai kemampuan memecah sel darah merah.

- Batang gram-positif (gram-rod)

Merupakan tipe bakteri yang juga diasosiasikan dengan tanah dan debu. Meskipun tergolong jenis patogen yang tidak berbahaya, bakteri ini tumbuh di area yang basah dan lembab seperti pada karpet, dinding, dan perabot. Bakteri ini dapat dihilangkan dengan cara pembersihan dan sistem ventilasi yang memadai

- Batang gram-negatif (gram-cocci)

Organisme ini jarang ditemui di lingkungan dalam ruang. Bila ditemukan dalam konsentrasi yang tinggi, berarti ada keterkaitan dengan bioaerosol dari air yang terkontaminasi atau sumber-sumber kontaminan lainnya, seperti permukaan yang basah dan lembab, tumpahan air pembuangan, banjir, atau dari sistem *Air Handling Unit* (AHU) yang meningkat. Beberapa bakteri gram-negatif dapat menyebabkan demam. Terkadang pertumbuhan bakteri ini pada AHU dapat memicu terjadinya gejala-gejala seperti pneumonia akut. Pembersihan dengan menggunakan desinfektan merupakan cara yang paling mudah untuk membunuh bakteri jenis ini.

Selain berasal dari luar pengguna, polutan juga bisa datang dari pengguna itu sendiri. Perilaku pengguna juga dapat mempengaruhi jumlah polutan, dimana sumber polutannya berasal dari manusia itu sendiri, seperti keringat, urine, air liur, serpihan kulit ari yang terkelupas, dan lain sebagainya. Ditemukannya bakteri di dalam udara pada hasil uji menunjukkan adanya aktivitas manusia selama proses pengambilan sampel berlangsung.

### **2.2.2.3. Pencemar Mikrobiologis Jamur**

Menurut Pustaka Mikologi, jamur adalah fungi yang mempunyai bentuk badan buah seperti payung dan pada bagian bawahnya berbilah merupakan organ reproduksi yang menghasilkan spora. Dalam penggolongannya, jamur termasuk fungi atau cendawan. Jamur juga digolongkan sebagai organisme saprofit yang hidup pada material organik yang telah mati.

Pemicu terjadinya pencemaran jamur adalah terkontaminasinya sistem penghawaan udara, kurang memadainya ventilasi, tingkat kelembaban yang tinggi, serta kurang tepatnya pengaplikasian material pada bangunan.

Jamur sebagai jasad renik merupakan salah satu faktor yang banyak menimbulkan kerusakan pada kayu, dimana bagian vegetatifnya secara individu hanya dapat dilihat dengan jelas dibawah mikroskop karena ukurannya sangat kecil. Berdasarkan medium tempat jasad renik itu berkembang dan sifatnya yang saprofit dan parasit, jasad renik berbeda dengan tanaman hijau. Jasad renik adalah sejenis tumbuhan tingkat rendah yang tidak mengandung klorofil, oleh karena itu mereka mempertahankan hidupnya dengan energi dan bahan organik yang dihasilkan oleh tumbuhan hijau. Dengan demikian kayu sebagai produk terbesar dari tumbuhan hijau merupakan sumber makanan bagi berbagai jenis jamur dan bakteri (Tambunan dan Nandika, 1989).

Jamur merupakan organisme eukariota yang digolongkan kedalam kelompok cendawan sejati. Dinding sel jamur terdiri atas kitin, dan tidak mengandung klorofil. Jamur mendapatkan makanan secara heterotrof dengan mengambil makanan dari bahan organik. Bahan organik di sekitar tempat tumbuhnya diubah menjadi molekul-molekul sederhana dan diserap langsung oleh

hifa. jamur tidak seperti organisme heterotrof lainnya yang menelan makanannya kemudian mencernanya sebelum diserap (Gunawan, 2000).

Menurut Tambunan dan Nandika (1989), terdapat beberapa faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan jamur antara lain:

- Temperatur

Jamur perusak kayu dapat berkembang pada interval suhu yang cukup lebar, tetapi pada kondisi-kondisi alami perkembangan yang paling cepat terjadi selama periode-periode yang lebih panas dan lebih lembab dalam setiap tahun. Suhu optimum jamur berbeda-beda untuk setiap jenis, tetapi pada umumnya berkisar antara 22°C sampai 35°C. Suhu maksimumnya berada pada rentang 27°C sampai 39°C dengan suhu minimum kurang lebih 5°C.

- Oksigen

Oksigen sangat dibutuhkan oleh jamur untuk melakukan respirasi yang menghasilkan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Sebaliknya untuk pertumbuhan yang optimum, oksigen harus diambil secara bebas dari udara. Tanpa adanya oksigen, tidak ada jamur yang dapat hidup.

- Kelembaban

Area yang paling rentan lembab umumnya terdapat pada sistem pengkondisian udara, dimana terjadi kondensasi pada *evaporator coil*, pada genangan air yang terdapat pada *vaporizer* dan *humidifier*, serta pada ducting AC. Area yang lembab dan gedung yang menggunakan *humidifier* memiliki resiko terjadinya masalah yang berhubungan dengan kelembaban seperti pada panel plafon, karpet, dan produk-produk yang terbuat dari kayu

Jamur merupakan salah satu mikroorganisme yang umum ditemui di interior bangunan yang lembab. Spesies jamur yang umum dalam interior antara lain *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, dan *Alternaria*. Berdasarkan *Washington State Departement of Health*, terdapat pula jamur dengan spesies *Stachybotrys chartarum*, yaitu jamur yang berlendir dan berwarna hitam. Jamur ini dapat tumbuh pada kertas, dinding kering, serta material dengan kadar selulosa tinggi. Spora dari jamur yang berjenis jamur basah (*wet mold*) tidak mudah melayang dalam udara. Tetapi pada material

yang terkontaminasi jamur jenis kering (*dry mold*), sporanya sangat mudah melayang di udara yang mengakibatkan gangguan pada pengguna ruangan.

Kebutuhan jamur akan kelembaban berbeda-beda, namun hampir semua jenis jamur dapat hidup pada substrat yang belum jenuh air. Kadar air pada substrat yang rendah sering menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan jamur. Hal ini terutama berlaku bagi jenis jamur yang hidup pada kayu atau tanah. Kayu dengan kadar air kurang dari 20% umumnya tidak terserang jamur perusak, sebaliknya kayu dengan kadar air 35-50% sangat disukai jamur perusak

Jamur pelapuk akan menyerang kayu yang berbeda pada lingkungan yang lembab dalam waktu yang relatif lama. Kayu yang dipasang sebagai komponen bangunan disekitar kamar mandi atau sumur, kayu yang terkena air hujan atau kayu yang terendam air akibat banjir akan mudah sekali terserang jamur pembusuk (Suranto, 2002).

- pH

pada umumnya jamur akan tumbuh dengan baik pada pH kurang dari 7 (dalam suasana asam sampai netral). Pertumbuhan yang optimum akan dicapai pada pH 4,5 sampai 5,5 (Iswanto, 2009)

- Bahan Makanan (Nutrisi)

Material dalam ruang juga dapat dijadikan tempat tumbuh bagi jamur. Misalnya, jamur memerlukan makanan dari zat-zat yang terkandung dalam kayu seperti selulosa, hemiselulosa, lignin, karbon dan zat isi sel lainnya.

#### **2.2.2.4. Penyakit Akibat Jamur**

Jamur dapat membahayakan kesehatan manusia dengan penyebaran spora di udara dan terhirup melalui proses inhalasi. Beberapa jenis jamur dapat bersifat patogen dan menimbulkan efek toksik pada manusia dan vertebrata lainnya (Robbins, *et al.*, 2000). Paparan material berjamur yang berulang sampai kuantitas tertentu dapat menyebabkan iritasi saluran pernafasan atau alergi pada beberapa individu (Bush, *et al.*, 2006).

Bencana banjir dapat mengakibatkan meningkatnya kelembaban udara. Lingkungan yang lembab menjadi tempat yang cocok bagi pertumbuhan jamur. Berdasarkan studi yang dilakukan oleh *Institute of Medicine* (IOM) pada tahun 2004 diketahui bahwa terdapat hubungan sebab akibat antara kelembaban dalam ruangan dengan gejala infeksi saluran pernafasan atas (ISPA), batuk, bersin-bersin, dan asma pada beberapa orang yang memiliki sensitivitas tinggi. Mengacu pada pernyataan di atas para komite yang terkait dalam IOM menyimpulkan bahwa terdapat korelasi antara konsentrasi jamur dengan lingkungan yang lembab dalam ruangan. Beberapa jenis jamur yang biasa ditemui pada udara dalam ruang dan menimbulkan dampak bagi kesehatan manusia adalah *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, dan *Stachybotrys* (Jarvis dan Miller, 2005).

*Alternaria* memiliki ukuran panjang spora antara 20 – 200 mikron ukuran ini memungkinkan spora dari jamur ini dapat masuk ke dalam sistem pernafasan dan menyebabkan asma dan hipersensitivitas pneumonitis. Gejala akut yang ditimbulkan oleh *Alternaria* adalah penyakit pada daerah bronkiulus, sedangkan efek kronik yang ditimbulkan adalah *pulmonary ephysema*.

*Cladosporium* merupakan salah satu jenis jamur yang umum terdapat pada material bangunan yang lembab seperti papan gypsum, kayu, *wallpaper*, karpet, dan lain sebagainya. Jenis yang paling sering ditemui pada udara yang lembab seperti pada papan gypsum, kayu, *wallpaper*, karpet adalah *Cladosporium sphaerosperum*.

*Stachybotrys chartarum* atau yang umum disebut *Stachybotrys atra* dapat menyebabkan masalah kesehatan dari uap atau toksin yang terhirup, atau dari adanya kontak dengan spora yang mengandung toksin. Efek dari toksin yang ditimbulkan dalam dosis rendah antara lain penyakit neurotoksik ringan, seperti pusing, mual, nyeri, dan kelelahan. Selain itu, sistem imun juga dapat terganggu, sehingga ketahanan tubuh untuk melawan infeksi sangat lemah.

Untuk dapat tumbuh di dalam ruang, *Stachybotrys chartarum* membutuhkan kondisi yang mengandung air dalam jumlah banyak. Seperti pada area yang terkena banjir, atap, dinding, atau pada sistem perpipaan yang bocor. Pada tempat yang lembab dan tersembunyi, jamur dapat tumbuh secara ekstensif,

sehingga sangat penting untuk mengetahui cakupan area yang terkontaminasi oleh jamur. Untuk area yang kecil dan dapat dilihat secara kasat mata, maka pembersihan dapat dilakukan sendiri. Akan tetapi bila jamur tumbuh di tempat yang sulit dijangkau, perlu memanggil tenaga ahli untuk membersihkannya.

Menurut EPA (2001) solusi yang perlu diperhatikan agar jamur tidak tumbuh antara lain :

- Pengontrolan akan kadar air dan kelembaban. Atap, dinding, dan sistem perpipaan perlu diperiksa secara berkala untuk menghindari adanya kebocoran dan harus dijaga selalu dalam keadaan kering
- Material yang terkontaminasi harus segera dibersihkan atau dibuang
- Pemeriksaan dan perawatan berkala untuk sistem ventilasi udara
- Upayakan agar pondasi bangunan tidak basah, agar air tidak meresap naik ke dinding
- Bersihkan dan keringkan lokasi yang basah dalam waktu  $\leq 48$  jam
- Atur kelembaban nisbi ruang yang rendah, di bawah 60%

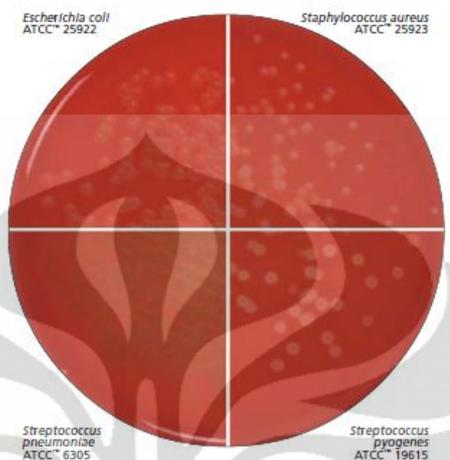
### **2.3. Media Agar**

#### **2.3.1. TSA (Trypticase soy agar)**

*Trypticase soy agar* (TSA) merupakan suatu medium yang kaya akan nutrisi. Medium ini banyak digunakan di laboratorium mikrobiologi untuk pemeliharaan, budi daya, dan isolasi mikroorganisme yang sukar tumbuh di sembarang medium). TSA mendukung pertumbuhan mikroorganisme pemilih seperti *pneumococci*, *streptococci*, *Neisseria* (pada rumah sakit)

TSA Mengandung dua peptones sebagai sumber nitrogen, yang diperoleh dari proses hidrolisis protein kasein dan kedelai secara enzimatik, media ini mendukung pertumbuhan berbagai macam mikroorganisme, termasuk aerob dan anaerob. Pepton pada kedelai juga mengandung gula alami yang mendorong pertumbuhan bakteri. Natrium Klorida menyediakan elektrolit yang penting dalam proses transport dan menjaga keseimbangan osmotik, sedangkan fosfat dipotassium bertindak sebagai buffer untuk mempertahankan pH.

Beberapa mikroorganisme yang dapat tumbuh pada media ini adalah *Streptococcus*, *Neisseria*, *Brucella*, *Corynebacteria*, *Listeria*, *Pasteurella*, *Vibrio*, *Haemophilus vaginalis*, *Candida*, dan lain sebagainya.



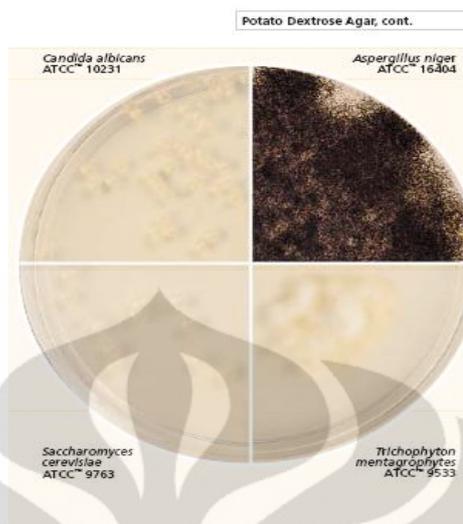
Gambar 2. 1 Trypticase Soy Agar

Sumber : [http://www.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/Tryptic\\_Soy\\_Agar.pdf](http://www.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/Tryptic_Soy_Agar.pdf)

### 2.3.2.PDA (Potato Dextrose Agar)

Potato Dextrose Agar adalah media kaldu yang digunakan untuk budidaya fungi. Potato Dextrose Agar (PDA) adalah medium untuk menunjang pertumbuhan ragi dan jamur yang dilengkapi dengan asam atau antibiotik untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Pada metode *plate count* PDA ini digunakan sebagai sumber nutrisi bagi jamur.

Sari pati kentang dan Dextrose menunjang pertumbuhan jamur yang spesifik, sedangkan penurunan pH medium sampai pH 3,5 dengan bantuan asam tartaric steril dapat menghambat pertumbuhan bakteri pada media tersebut.



Gambar 2. 2 Potato Dextrose Agar

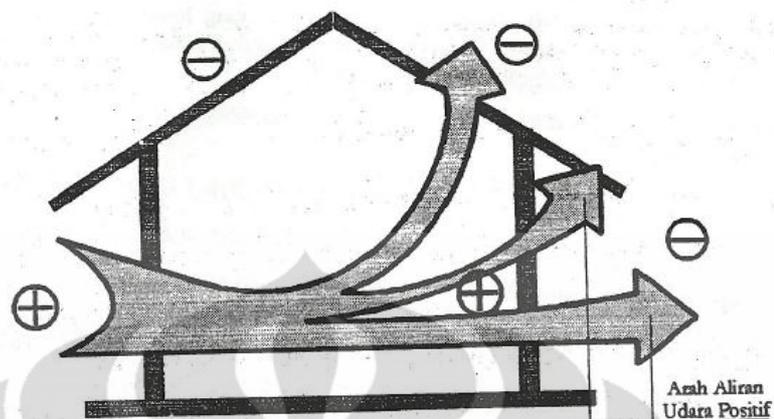
Sumber : [http://www.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/Potato\\_Dextrose\\_Agar.pdf](http://www.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/Potato_Dextrose_Agar.pdf)

## 2.4. Sistem Penghawaan Ruang

Sebagaimana yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, sistem penghawaan atau ventilasi ruangan merupakan suatu proses pertukaran udara dimana udara bersih dari luar ruangan dialirkan ke dalam ruang dan udara yang buruk dari dalam ruang dikeluarkan. Sistem penghawaan ini menentukan baik buruknya kualitas udara di dalam ruangan yang dipengaruhi oleh kualitas udara di luar ruangan. Ventilasi dapat berlangsung secara alami ataupun secara buatan. Adapun kedua sistem tersebut adalah sebagaimana yang dijelaskan pada sub bab berikut ini.

### 2.4.1. Sistem Ventilasi Alami

Pada ventilasi alami diperlukan lubang-lubang ventilasi yang bertujuan untuk memasukkan atau mengeluarkan udara dari dalam dan luar ruang. Dalam membangun atau merancang suatu rumah, gedung, dan lain sebagainya selalu dibutuhkan adanya jendela atau pintu dimana jendela dan pintu dapat berfungsi sebagai ventilasi atau media pertukaran udara. Proses aliran udara pada sistem ventilasi alami bergantung pada kecepatan angin dan temperatur. Agar udara dapat mengalir secara alami maka lubang ventilasi harus dibuat berhadapan atau terletak pada dua buah sisi yang berbeda.



Gambar 2. 3 Sistem Ventilasi Alami

Sumber : Pudjiastuti, 1998

#### 2.4.1.1. Cara Kerja Sistem Ventilasi Alami

Ventilasi alami sangat bergantung pada kekuatan angin dan perbedaan temperatur antara udara di dalam ruangan dengan udara luar ruangan. Untuk menjaga kualitas udara dalam ruang maka dibutuhkan lubang-lubang dimana penempatan lubang tersebut harus dilakukan dengan hati-hati.

Akibat adanya perbedaan tekanan, udara dapat mengalir. Angin yang masuk ke dalam lubang akan memberikan tekanan positif pada bidang yang bersentuhan dan mengakibatkan tekanan negatif pada bidang yang berlawanan. Hal ini menyebabkan angin dapat bergerak dari bagian tekanan positif ke tekanan negatif.

Aliran udara juga dapat terjadi akibat adanya perbedaan suhu antara suhu dalam ruang dengan suhu di luar ruang. Perbedaan suhu ini mengakibatkan perbedaan tekanan secara vertikal. Apabila suhu udara di bagian dalam rumah lebih tinggi dari suhu udara bagian luar, maka udara dari luar akan masuk melalui lubang ventilasi yang berada di bagian bawah ruangan dan keluar melalui lubang ventilasi yang berada di bagian atas ruang. Begitu pun sebaliknya.



Gambar 2. 4 Cara kerja Sistem Ventilasi Alami

Sumber : Pudjiastuti, 1998

#### 2.4.1.2. Keuntungan dan Kerugian Sistem Ventilasi Alami

Sistem ventilasi alami memiliki keuntungan dan kerugian dalam pelaksanaannya.

Adapun keuntungan dan kerugian dari sistem ini adalah sebagai berikut :

- Keuntungan sistem ventilasi alami :
  - Sistem ini merupakan sistem alami yang selalu digunakan oleh masyarakat. Biasanya berupa jendela atau pintu.
  - Sistem ventilasi alami biasanya tidak mahal bila dibandingkan dengan penggunaan sistem ventilasi mekanik.
  - Tidak dibutuhkan ruang untuk peralatan mekanik
  - Mudah dalam pemeliharannya. Pemeliharaan ventilasi alami dapat dikatakan sangat minim atau bahkan tidak memerlukan pemeliharaan sama sekali
- Kerugian sistem ventilasi alami
  - Kurangnya kontrol terhadap pertukaran udara pada ventilasi dapat mempengaruhi kualitas udara dalam ruang. Hal ini biasanya terjadi akibat kecepatan angin yang tidak konstan
  - Sistem ventilasi alami tidak cocok digunakan pada daerah-daerah dengan tingkat kebisingan dan polusi yang tinggi.

- Sistem ini juga tidak cocok digunakan pada daerah-daerah yang beriklim buruk
- Sistem penyaringan bagi udara yang masuk ke dalam ruangan biasanya kurang praktis.
- Udara yang masuk tidak dapat menjangkau seluruh bagian rumah. Terutama bagian yang terletak di bagian belakang dan dalam rumah.
- Sistem ventilasi alami sulit diterapkan pada daerah pemukiman yang padat dengan rumah yang berhimpitan

#### **2.4.2. Sistem Ventilasi Buatan**

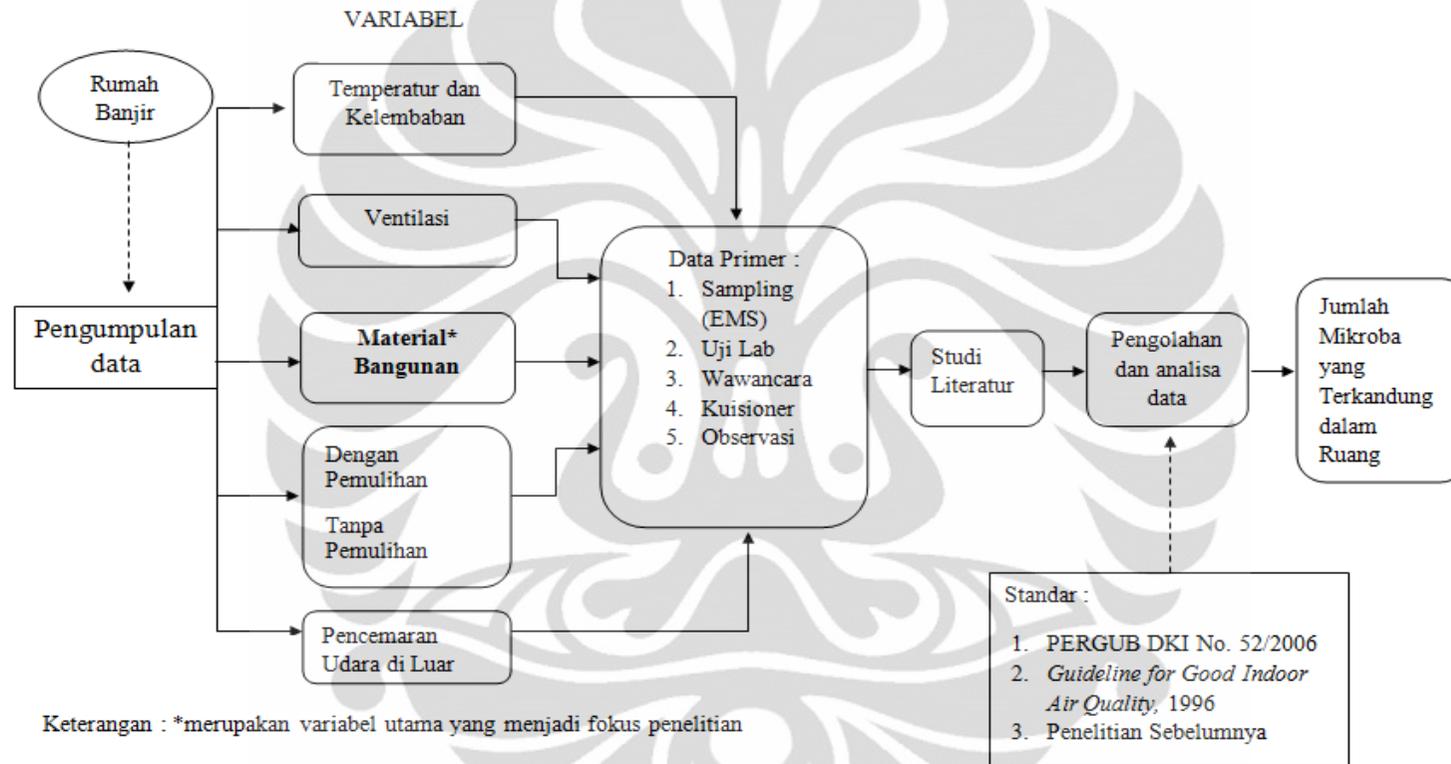
Keterbatasan pada sistem ventilasi alami dapat ditolong dengan ventilasi buatan secara mekanik. Ventilasi secara mekanik dapat membantu mengalirkan udara segar dari luar ruangan ke seluruh bagian rumah, dimana pada sistem ventilasi alami sulit dilakukan. Dengan adanya ventilasi mekanik volume udara yang masuk ke dalam ruangan dapat dikontrol

##### **2.4.2.1. Keuntungan dan Kerugian Sistem Ventilasi Mekanik**

Keuntungan dan kerugian dari penggunaan sistem ventilasi secara mekanik adalah sebagai berikut :

- Keuntungan sistem ventilasi mekanik :
  - Pertukaran udara di dalam ruang dapat terkontrol
  - Penghisapan udara di daerah polusi dapat menghindarkan penyebaran polusi ke ruang lainnya
- Kerugian sistem ventilasi mekanik :
  - Biaya pemasangan ventilasi ini lebih besar dari ventilasi alami
  - Dibutuhkan energi listrik untuk mengoperasikan sistem ventilasi ini
  - Harus dilakukan pembersihan alat secara berkala.
  - Diperlukan ruang untuk peralatan mekanik

## 2.5. Kerangka Konsep



Gambar 2. 5 Kerangka Konsep

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan secara kuantitatif. Pendekatan kuantitatif merupakan teknik pendekatan yang mementingkan adanya variabel-variabel sebagai obyek penelitian dimana variabel-variabel tersebut harus didefinisikan dalam bentuk operasionalisasi variabel masing-masing (Sugiyono, 2009). Hasil yang didapat dari pendekatan ini akan bersifat valid dan sesuai dengan fakta yang ada dimana validitas dan reliabilitas ini nantinya akan dapat menggambarkan kualitas dari penelitian ini. Pendekatan ini lebih memberikan makna dalam hubungannya dengan penafsiran angka statistik bukan makna secara kebahasaan dan kualitatif.

#### 3.2. Variabel Penelitian

Menurut Hatch dan Farhady (1981), variabel didefinisikan sebagai atribut, seseorang, atau objek, yang mempunyai variasi antara satu orang dengan yang lain atau satu obyek dengan obyek yang lain. Adapun variabel pada penelitian kali ini adalah sebagaimana yang tertera pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian

No	Bentuk Data	Satuan	Jenis Data	Metode Pengambilan Data	Sumber Data
1	Konsentrasi bakteri di udara dalam rumah yang sering terendam banjir	CFU/m <sup>3</sup>	Primer	EMS	Hasil pengukuran dan analisis lab
2	Konsentrasi Jamur di udara dalam ruangan yang terendam banjir	CFU/m <sup>3</sup>	Primer	EMS	Hasil pengukuran dan analisis lab
3	Suhu dan kelembaban udara dalam ruang	<sup>0</sup> C, %	Primer	Pengukuran dengan Higrometer	Sampling

Tabel 3. 2 Variabel Penelitian (Lanjutan)

No	Bentuk Data	Satuan	Jenis Data	Metode Pengambilan Data	Sumber Data
4	Jenis Material Bangunan (Kayu dan Beton)	–	Primer	Observasi	Responden
5	Kondisi kesehatan penghuni rumah	–	Primer	Wawancara	Responden
6	Kejadian Banjir pada Waktu Sampling	–	Primer	Wawancara	Responden

### 3.3. Populasi dan Sampel

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya, sedangkan yang dimaksud dengan sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh suatu populasi (Sugiyono, 2009).



Gambar 3. 1 Peta Marunda

Sumber : Google earth

Populasi penelitian ini adalah rumah di kawasan Marunda dengan jumlah rumah kayu sebanyak 50 rumah dan rumah beton sebanyak 35 rumah. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan *purposive sampling* (Teknik Non-Random Sampling) dimana pengambilan sampel tidak didasarkan atas kemungkinan yang dapat diperhitungkan, tetapi semata-mata hanya berdasarkan aspek-aspek kepraktisan saja (Riyanto, 2011). Pengambilan sampel ditentukan

berdasarkan ciri populasi yang sudah diketahui sebelumnya. Teknik ini cocok untuk mengadakan studi kasus.

Berdasarkan pertimbangan kepraktisan, ditetapkan jumlah sampel yang akan diambil adalah 3 sampel rumah beton dan 3 sampel rumah kayu. Selain itu juga dilakukan pengambilan sampel di luar rumah sebagai kontrol pembanding dari konsentrasi bakteri dan jamur. Pemilihan titik pengambilan sampel ditentukan berdasarkan adanya perbedaan jenis material bangunan rumah dan lamanya terendam banjir.

Dalam penelitian ini pengambilan data akan dilakukan secara duplo. Karena terdapat enam titik pengambilan sampel dan dua parameter yang akan diteliti (bakteri dan jamur) maka jumlah sampel yang akan diambil pada penelitian kualitas udara dalam ruang selama kurun waktu empat minggu adalah  $\pm$  96 sampel, sedangkan jumlah sampel yang diambil di luar ruang sebagai kontrol pembanding dalam kurun waktu empat minggu adalah  $\pm$  16 sampel, sehingga total sampel yang akan diambil adalah  $\pm$  112 sampel. Untuk lebih jelasnya, jumlah sampel yang akan diambil terangkum dalam tabel di bawah ini :

Tabel 3. 3 Rangkuman Jumlah Pengambilan Sampel

Keterangan		Pengambilan Sampel	Jamur	Bakteri
Jumlah Rumah Kayu	3 Rumah	4 Kali	24	24
Jumlah Rumah Beton	3 Rumah	4 Kali	24	24
Sampel Pembanding	1 (halaman masjid)	4 Kali	8	8
Total Sampel	-	-	112	

### 3.4. Data dan Analisis Data

Pengambilan data pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu data primer (pengambilan sampel, wawancara, kuisioner, dan observasi lapangan) dan data sekunder (studi literatur) dengan rincian sebagaimana yang tertera di bawah ini :

### 1. Studi literatur

Untuk memperoleh data–data yang mendukung, maka digunakan referensi buku–buku literatur yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi.

### 2. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel akan dilakukan di lapangan dengan titik-titik tertentu yang telah dipertimbangkan sebelumnya. Titik-titik ini nantinya direncanakan akan memiliki perbedaan karakteristik antara lokasi satu dengan lokasi lainnya. Perbedaan ini terletak pada variasi jenis material bangunan rumah ataupun lamanya terendam banjir.

Pengambilan sampel tidak hanya dilakukan pada udara dalam ruangan saja tetapi juga dilakukan pengambilan sampel pada udara yang berada di luar ruangan sebagai pembanding dan variabel kontrol.

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan alat yang dinamakan *Environmental Microbial Sampling* (EMS). Prinsip kerja alat ini seperti vakum udara dalam ruangan, pada alat ini nantinya akan ditaruh media agar sehingga didapatkan jumlah mikroba dalam ruangan tersebut. *Flow rate* yang digunakan adalah 28,3 l/menit yang merupakan standar dari metode Andersen.



Gambar 3. 2 Environmental Microbial Sampler

Sumber : google

### 3. Observasi dan pengamatan

Yaitu pengamatan langsung terhadap proses–proses yang terjadi pada objek pengamatan. Dari hasil observasi dan pengamatan inilah

nantinya akan dibuat suatu analisis yang kemudian akan menjadi suatu kesimpulan

#### 4. Wawancara dan Kuisisioner

Yaitu dengan mengadakan dialog langsung terhadap pihak-pihak yang berkaitan dengan maksud untuk mengetahui hal-hal yang sulit diperoleh melalui metode observasi. Data hasil wawancara ini nantinya akan didukung dengan adanya kuisisioner yang akan diberikan pada masing-masing rumah yang diteliti.

##### 3.4.1. Perhitungan Jumlah Mikroba

Setelah dilakukan sampling mikroba, media agar akan diinkubasi dalam suhu yang berbeda sesuai dengan suhu dimana mikroorganisme tersebut dapat tumbuh. Suhu inkubasi jamur dapat tumbuh sama dengan suhu ruang yaitu  $\pm 25^{\circ}\text{C}$ , sedangkan bakteri nantinya akan diinkubasikan pada suhu  $\pm 37^{\circ}\text{C}$ . Media yang digunakan untuk membiakkan mikroba ini juga berbeda yaitu PDA (*Potato dextrose agar*) untuk jamur dan TSA (*Trypticase soy agar*) untuk bakteri

Setelah diinkubasi selama  $\pm 24$  sampai 48 jam dilakukan penghitungan jumlah koloni yang tumbuh pada masing-masing media agar. Selanjutnya akan dihitung besarnya konsentrasi bakteri dan jamur yang berada di dalam rumah responden.

Perhitungan konsentrasi bakteri dan jamur akan dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\text{sampel 1} + \text{sampel 2}}{2} \times \frac{1}{0,0283 \text{ L/m}} \times \text{lama pengambilan (menit)} = \dots \text{CFU/m}^3 \quad (3.1)$$

##### 3.4.2. Keterkaitan Konsentrasi Bakteri dan Jamur dengan Jenis Material Bangunan

Penelitian ini dilakukan pada dua tipe rumah yang berbeda jenis materialnya, untuk mengidentifikasi apakah ada perbedaan konsentrasi bakteri dan jamur yang signifikan pada kedua jenis material bangunan rumah tersebut. Untuk mengetahui perbedaan tersebut dilakukan pengujian hipotesis secara statistik

dengan metode t-test. Adapun persamaan yang digunakan untuk uji t-test adalah sebagai berikut : (Sugiyono, 2009)

$$\textit{Separated Varians} : t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (3.2)$$

$$\textit{Polled Varians} : t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - n_2)s_1^2 + (n_2 - n_1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \quad (3.3)$$

Dimana :

- $\bar{X}_1$  : Rata-rata sampel 1
- $\bar{X}_2$  : Rata-rata sampel 2
- $s_1$  ; Simpangan baku sampel 1
- $s_2$  : simpangan baku sampel 2
- t : Varians sampel 1

Terdapat dua buah persamaan t yang dapat digunakan dalam pengujian ini. Untuk memilih persamaan t-test mana yang akan digunakan, perlu dilihat beberapa ketentuan sebagai berikut :

- a. Bila jumlah anggota sampel  $n_1 = n_2$  dan varians homogen ( $s_1^2 = s_2^2$ ), maka dapat menggunakan kedua rumus t-test;
- b. Bila  $n_1 \neq n_2$ , varians homogen ( $s_1^2 = s_2^2$ ), dapat digunakan t-test dengan *polled varians*, besarnya  $dk = n_1 + n_2 - 2$ ; (3.4)

- c. Bila  $n_1 = n_2$ , varians tidak homogen ( $s_1^2 \neq s_2^2$ ), dapat digunakan kedua rumus t-test, dengan  $dk = n_1 - 1$  atau  $dk = n_2 - 1$ ; (3.5)

- d. Bila  $n_1 \neq n_2$ , varians tidak homogen ( $s_1^2 \neq s_2^2$ ), dapat digunakan t-test dengan *separated varians*. Harga t sebagai pengganti harga t tabel, dihitung dari selisih harga t tabel dengan  $dk = n_1 - 1$  dan  $dk = n_2 - 1$  dibagi dua dan kemudian ditambah dengan harga t terkecil (3.6)

Dari ketentuan-ketentuan di atas terlihat bahwa salah satu penentu untuk memilih persamaan mana yang dipakai adalah homogen atau tidaknya data hasil sampling yang akan diuji. Oleh sebab itu diperlukan suatu uji F untuk mengetahui

homogenitas dari sampel yang diambil. Adapun rumus uji F adalah sebagai berikut :

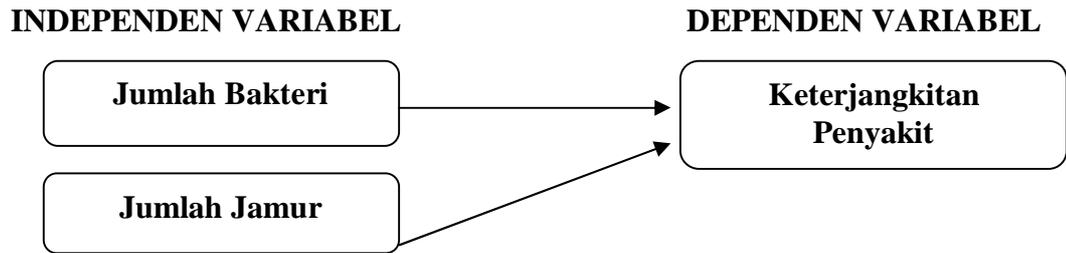
$$F_{hitung} = \frac{\text{Varians terbesar}}{\text{variens terkecil}} \quad (3.7)$$

Dari hasil perhitungan ini nantinya akan dibuat suatu perbandingan. Apabila  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$  maka varians homogen. Sebagai contoh, apabila didapat hasil yang homogen dengan  $n_1 = n_2$  maka ketentuan yang diambil adalah ketentuan a. Sedangkan dari ketentuan a dapat diketahui bahwa rumus 't' yang digunakan untuk penghitungan nantinya adalah dengan *separated varians* atau *polled varians*. Setelah diketahui nilai 't' dari pengujian tersebut kemudian dilakukan perbandingan antara 't' hitung dengan 't' tabel. Dimana uji 't' yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah uji dua sisi (*two tail*). Uji dua sisi ini merupakan sebuah hipotesa alternatif yang hanya menyatakan perbedaan tanpa melihat apakah hasil yang satu lebih tinggi atau lebih rendah dari hasil yang lain.

### 3.4.3. Analisis Kesehatan Penghuni Rumah

Untuk mengetahui keterkaitan antara jumlah mikroba yang terkandung dalam rumah pasca banjir dengan kondisi kesehatan penghuni rumah maka dilakukan survei dengan menggunakan kuisisioner sebagai sumber data primer. Kuisisioner ini nantinya akan diberikan kepada tiap rumah yang diambil sampelnya. Sehingga dengan adanya kombinasi antara data jumlah mikroba dan data hasil pengisian kuisisioner nantinya akan diketahui keterkaitan antara kedua hal tersebut. Dari data hasil penelitian ini akan diketahui bagaimana pengaruh kondisi jenis material rumah terhadap pertumbuhan mikroba akibat banjir rob.

Data yang diperoleh melalui penelitian ini, selanjutnya akan dianalisis dalam analisis bivariat yaitu analisa yang dilakukan untuk melihat hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen serta mengetahui apakah variabel tersebut mempunyai hubungan yang signifikan atau hanya hubungan secara kebetulan (Riyanto, 2010).



Jumlah responden yang diteliti dalam analisis keterjangkitan penyakit ini adalah 6 orang. Dalam analisis ini uji statistik yang digunakan adalah uji eksak *fisher* yang merupakan uji komparasi proporsi dari dua kelompok sampel. Uji ini dilakukan dengan menggunakan tabel 2 x 2 yang pada umumnya digunakan untuk sampel dalam jumlah kecil ( < 20 sampel ). Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

$H_0$  = tidak terdapat hubungan yang signifikan antara jumlah bakteri dalam rumah dengan keterjangkitan penyakit pada penghuni rumah.

$H_1$  = terdapat hubungan yang signifikan antara jumlah bakteri dalam rumah dengan keterjangkitan penyakit pada penghuni rumah.

Sedangkan kriteria pengujian yang digunakan adalah tolak  $H_0$  apabila nilai uji statistik  $p < \alpha$ , dimana rumus p adalah sebagai berikut :

$$p = \frac{(A+B)!(C+D)!(A+C)!(B+D)!}{N!A!B!C!D!} \quad (3.8)$$

Tabel 3. 4 Contoh Tabel Analisis Fisher

Jenis Penyakit		Kayu		Beton		p
		n	%	n	%	
Mata	Ya					
	Tidak					
Pernafasan	Ya					
	Tidak					
Tenggorokan	Ya					
	Tidak					
Kulit	Ya					
	Tidak					
Perut	Ya					
	Tidak					

### 3.5. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Daerah Marunda, Jakarta Utara. Pada daerah ini terdapat pemukiman yang terletak di pinggir pantai, dimana minimal seminggu sekali pemukiman terkena banjir pasang laut. Pada musim hujan, ketinggian air laut semakin meningkat yang mengakibatkan pemukiman yang terletak di pesisir pantai mengalami banjir pasang laut hampir setiap hari. Banjir terjadi pada pagi hari dan surut pada sore hari ketika air laut mulai surut.

Penelitian dilakukan dalam jangka waktu empat minggu dengan rincian kegiatan empat minggunya adalah sebagai mana yang tertera pada tabel di bawah ini.

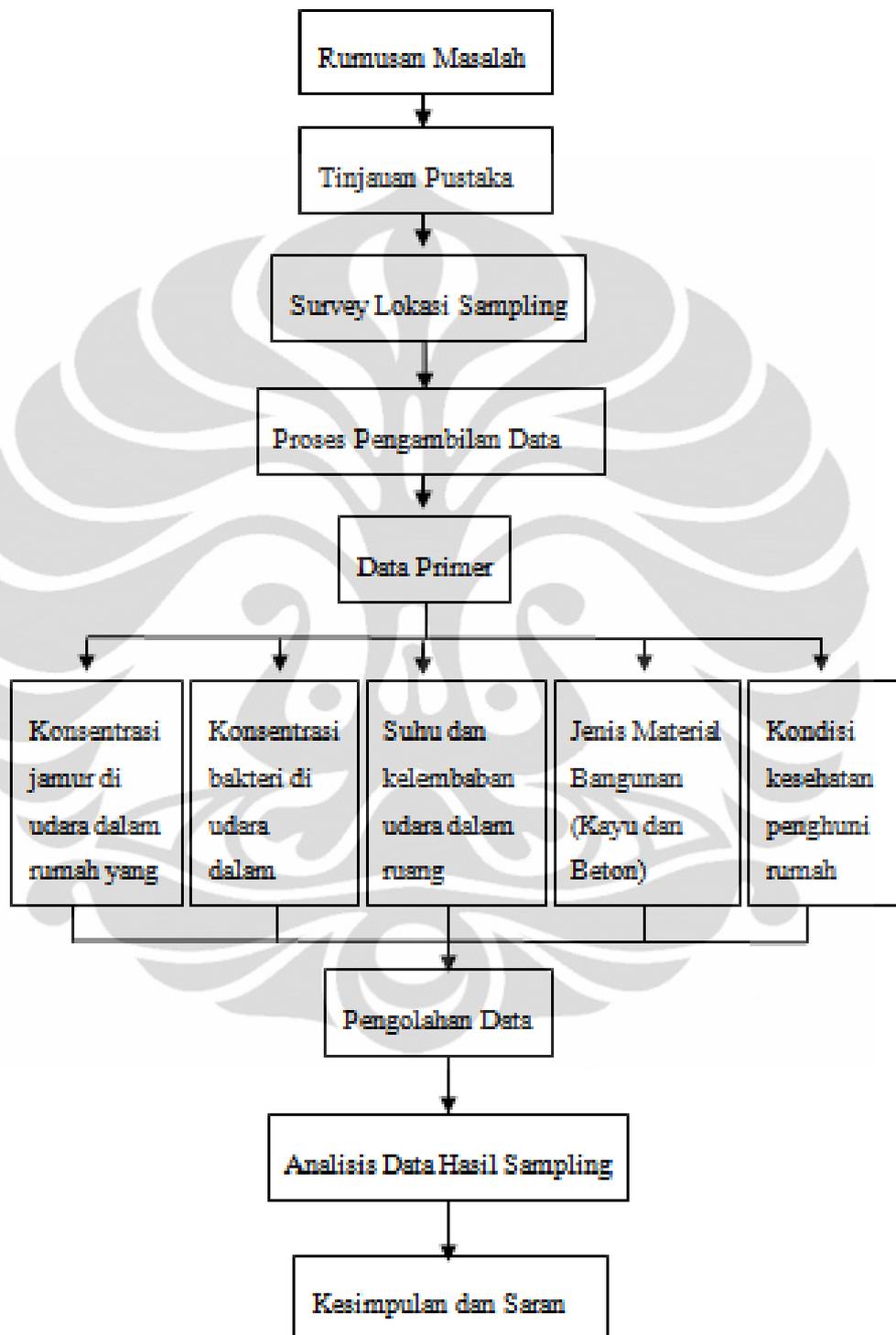
Tabel 3. 5 Jadwal Penelitian

Kegiatan	Februari						Maret						April			
	4	7	8	9	25	28	1	2	4	7	8	9	26	27	28	29
A	■				■				■				■			
B		■				■			■					■		
C		■				■			■					■		
D		■				■			■					■		
E		■				■			■					■		
F			■				■			■					■	
G				■				■				■				■

Keterangan :

- A = Kegiatan persiapan pengukuran meliputi pembuatan media agar dan persiapan peralatan
- B = Kegiatan sampling bakteri dan jamur pada rumah kayu (di dalam dan luar ruangan)
- C = Kegiatan sampling bakteri dan jamur pada rumah beton (di dalam dan luar ruangan)
- D = Kegiatan pengukuran suhu pada saat sampling (di dalam dan luar ruangan)
- E = Kegiatan pengukuran kelembaban pada saat sampling (di dalam dan luar ruangan)
- F = Kegiatan pembacaan koloni bakteri setelah diinkubasi pada suhu 37°C
- G = Kegiatan pembacaan koloni Jamur setelah diinkubasi pada suhu 25°C

### 3.6. Kerangka Penelitian



Gambar 3. 3 Kerangka Penelitian

## **BAB 4**

### **GAMBARAN UMUM LOKASI**

#### **4.1 Gambaran Umum Lokasi**

Penelitian dilakukan di Kawasan Marunda yang merupakan salah satu kelurahan di wilayah Administratif Jakarta Utara. Kelurahan Marunda terletak dalam wilayah Kecamatan Cilincing Kota Madya Jakarta Utara. Luas wilayah dari Kelurahan Marunda  $\pm 7,9169 \text{ km}^2$  dengan jumlah penduduk sebesar 18.042 jiwa yang terdiri dari 9.244 penduduk laki-laki, dan penduduk wanita sebesar 8.798 jiwa. Kelurahan Marunda memiliki kepala keluarga sebanyak 5.293.

Sebagian besar wilayah ini mempunyai ketinggian rata-rata 0 sampai 1 meter di atas permukaan laut. Bahkan terdapat beberapa kawasan tertentu yang berada di bawah permukaan laut yang sebagian besar terdiri dari rawa-rawa/empang air payau. Hal ini yang menyebabkan Wilayah Marunda sering terjadi banjir rob.

Wilayah yang dijadikan sebagai lokasi pengambilan sampel pada penelitian kali ini adalah pada RT-03 RW 07 yang lebih dikenal dengan nama Marunda Besar. RT 03 terdiri atas 120 KK atau  $\pm 600$  jiwa dengan luas  $\pm 7$  Ha.

Pemukiman Marunda Besar ini telah berdiri sejak tahun 1980. Terdapat dua tipe material bangunan yang dipakai oleh masyarakat Marunda Besar yaitu kayu dan beton, dimana nantinya dalam penelitian ini akan dibandingkan apakah terdapat hubungan yang kuat antara tipe bangunan tersebut dengan jumlah mikroba yang terkandung dalam rumah akibat banjir rob.

##### **4.1.1 Kondisi Bangunan Rumah Kayu**

Penelitian dilakukan pada 3 rumah kayu yang lokasinya berada di dekat muara laut sehingga rumah ini merupakan rumah yang paling pertama terendam banjir rob, dan rumah yang mengalami surut paling lama jika dibandingkan dengan rumah lainnya. Seluruh rumah kayu tidak memiliki fasilitas kamar mandi di dalam rumah. Kegiatan mandi dan cuci dilakukan di MCK umum. Adapun kondisi eksisting dari masing-masing rumah adalah sebagai berikut :

- Rumah Kayu 1 : Rumah ini memiliki luas bangunan  $\pm 72 \text{ m}^2$ , dengan rincian panjang 9 m dan lebar 8 m. Lantai rumah ini terbuat dari kayu dan menyerupai bentuk rumah panggung hal inilah yang menyebabkan penghuni rumah ini tidak melakukan upaya remediasi pasca terjadinya banjir. Air dibiarkan meresap secara alami melalui sela-sela kayu tersebut. Terdapat 2 buah ventilasi udara yang selalu dalam keadaan tertutup. Pertukaran udara berlangsung melewati pintu yang terbuka lebar. Jumlah penghuni pada rumah ini sebanyak 5 orang.
- Rumah Kayu 2 : luas bangunan rumah adalah  $\pm 60 \text{ m}^2$  dengan panjang 10 m dan lebar 6 m. Material bangunan rumah terbuat dari kayu, namun lantai rumah sudah diberi perkerasan berupa beton, sehingga penghuni rumah dapat melakukan remediasi pasca terjadinya banjir. Remediasi yang biasa dilakukan adalah dengan mengepel lantai dan mengeringkannya dengan menggunakan bantuan kipas angin. Rumah ini memiliki 3 buah ventilasi dalam keadaan tertutup. Pertukaran udara hanya berlangsung melewati pintu yang terbuka lebar. Jumlah penghuni rumah ini ada 8 orang.
- Rumah Kayu 3 : luas bangunan rumah adalah  $\pm 60 \text{ m}^2$  dengan panjang 12 m dan lebar 5 m. Lantai dari rumah ini hanya terdiri dari pasir dan kerang yang berasal dari pantai, sehingga penghuni rumah tidak melakukan remediasi pasca terjadinya banjir. Air yang masuk ke rumah nantinya akan meresap secara alami melalui pori-pori dari pasir tersebut. Rumah kayu 3 ini tidak memiliki ventilasi dan keadaan rumah selalu dalam keadaan pintu yang tertutup. Jumlah penghuni yang berada di rumah ini ada 2 orang.



Gambar 4. 1 (Ki-ka) : Rumah Kayu 1, Rumah Kayu 2, Rumah Kayu 3

Sumber : Dokumentasi Penelitian, 2011

Dari ketiga rumah kayu ini, rumah kayu 3 merupakan rumah yang lokasinya paling dekat dengan muara laut, sedangkan rumah yang letaknya paling jauh dari muara laut adalah rumah kayu 2. Posisi rumah 1 sedikit lebih tinggi dari permukaan jalan, sedangkan untuk rumah kayu 2 dan 3 memiliki ketinggian yang sama rata dengan permukaan jalan.

#### 4.1.2 Kondisi Bangunan Rumah Beton

Sama halnya dengan pemilihan objek penelitian yang dilakukan pada rumah kayu, pemilihan rumah beton juga mempertimbangkan dua hal yaitu rumah yang paling pertama terkena banjir dan rumah yang mengalami surut paling lama dibandingkan dengan rumah lainnya. Pertimbangan tersebut dilakukan untuk mengetahui kondisi terburuk yang mungkin terjadi pada rumah-rumah yang terkena banjir. Seluruh rumah beton juga tidak memiliki fasilitas kamar mandi di dalam rumah. Kegiatan mandi dan cuci dilakukan di MCK umum. Adapun rincian dari masing-masing rumah adalah sebagai berikut :

- Rumah Beton 1 : luas bangunan rumah ini  $\pm 70 \text{ m}^2$  dengan panjang 10 m dan lebar 7 m. Lantai rumah sudah menggunakan keramik tetapi tidak memiliki ventilasi. Penghuni rumah melakukan remediasi pasca terjadinya banjir. Jumlah penghuni rumah yang tinggal di rumah ini ada 4 orang.
- Rumah Beton 2 : memiliki luas bangunan  $\pm 24 \text{ m}^2$  dengan panjang 8 m dan lebar 3 m. Material lantai dari rumah terbuat dari beton. Penghuni melakukan remediasi dengan mengepel lantai rumah pasca banjir. Rumah ini memiliki 2 buah ventilasi yang tertutup. Pertukaran udara berlangsung melalui bukaan pintu yang terletak di bagian depan dan belakang rumah. Jumlah penghuni rumah sebanyak 7 orang.
- Rumah Beton 3 : memiliki luas bangunan  $120 \text{ m}^2$  dengan panjang 12 m dan lebar 10 m. Lantai rumah terdiri dari setengah keramik dan setengah beton. Remediasi pasca banjir dilakukan hanya untuk bagian rumah yang berlantai keramik, bangunan rumah yang berlantai dari beton tidak dilakukan remediasi. Sedangkan pertukaran udara pada rumah ini hanya

terjadi melalui 2 buah ventilasi kecil yang berada di atas jendela tertutup. Jumlah penghuni rumah sebanyak 9 orang.



Gambar 4. 2 (Ki-ka) Rumah Beton 1, Rumah Beton 2, Rumah Beton 3

Sumber : Dokumentasi Penelitian, 2011

Dari ketiga rumah beton ini, rumah 3 merupakan rumah yang lokasinya paling dekat dengan muara laut, dengan posisi rumah yang lebih rendah dari jalan. Sedangkan rumah yang letaknya paling jauh dari muara laut adalah rumah beton 2. Posisi permukaan lantai dari rumah beton1 dan rumah beton 2 setara dengan tinggi permukaan jalan.

Keenam rumah yang dipilih sebagai objek penelitian memiliki kesamaan, yaitu tidak memiliki ventilasi yang terbuka karena sebagian rumah yang memiliki ventilasi pun tidak difungsikan (ventilasi tertutup). Pergantian udara hanya terjadi melalui pintu rumah yang memang dibiarkan terbuka lebar. Pengecualian terjadi pada rumah kayu 3 dimana keadaan rumah tersebut baik ventilasi maupun pintu hampir selalu berada dalam keadaan tertutup.

## BAB 5

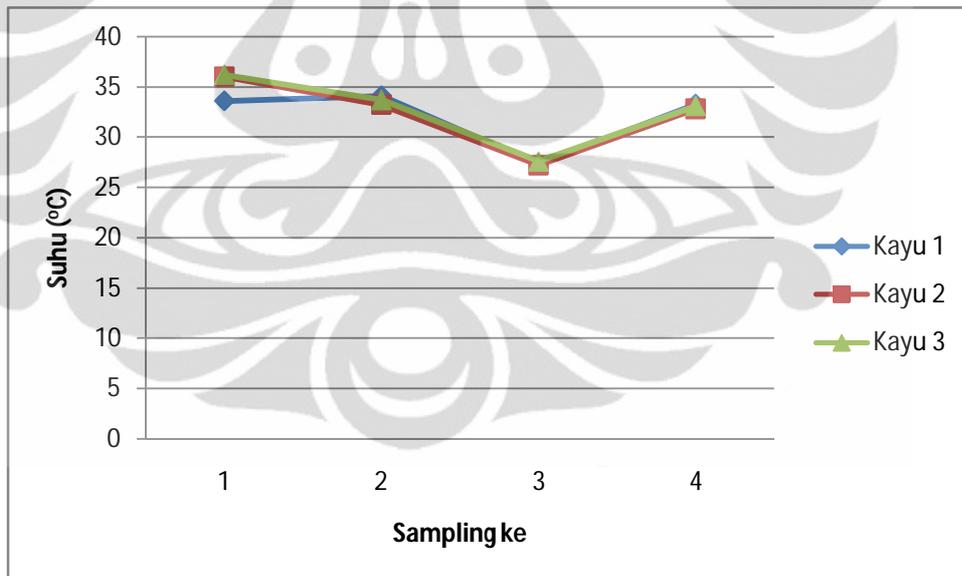
### DATA DAN ANALISIS DATA

#### 5.1 Data Hasil Pengukuran

Setelah dilakukan pengukuran konsentrasi bakteri dan jamur di lapangan selama kurang lebih  $\pm$  4 minggu didapat hasil sebagaimana yang tertera pada sub bab berikut ini.

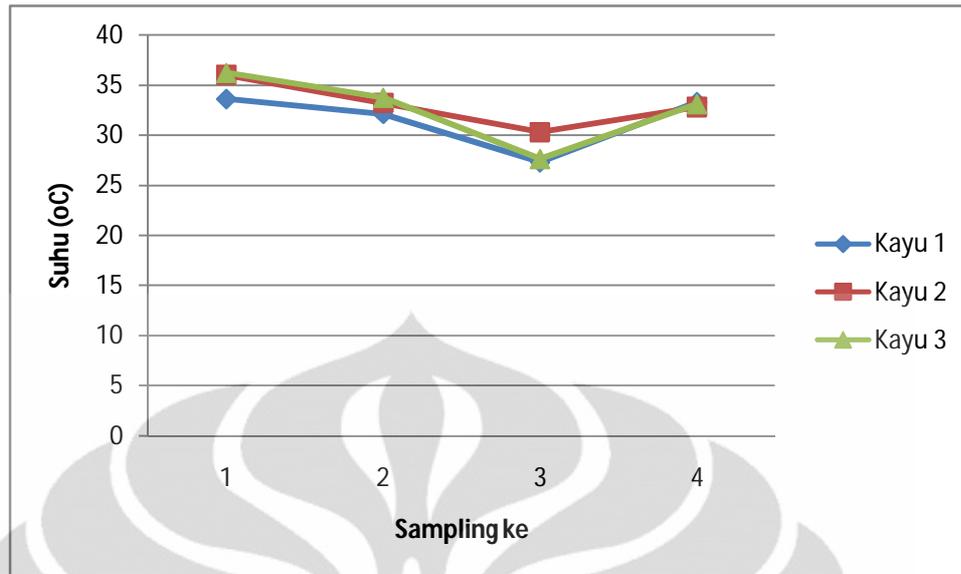
##### 5.1.1 Variasi Suhu Ruangan pada Saat Pengukuran

Data suhu ruangan yang diambil adalah suhu ruangan pada waktu siang hari yang akan dikaitkan dengan potensi pertumbuhan jamur dan bakteri pada udara dalam ruangan. Dari hasil penelitian didapat data sebagai berikut :



Gambar 5. 1 Suhu Ruangan pada saat Sampling Bakteri pada Rumah Kayu

Sumber : Lampiran 1

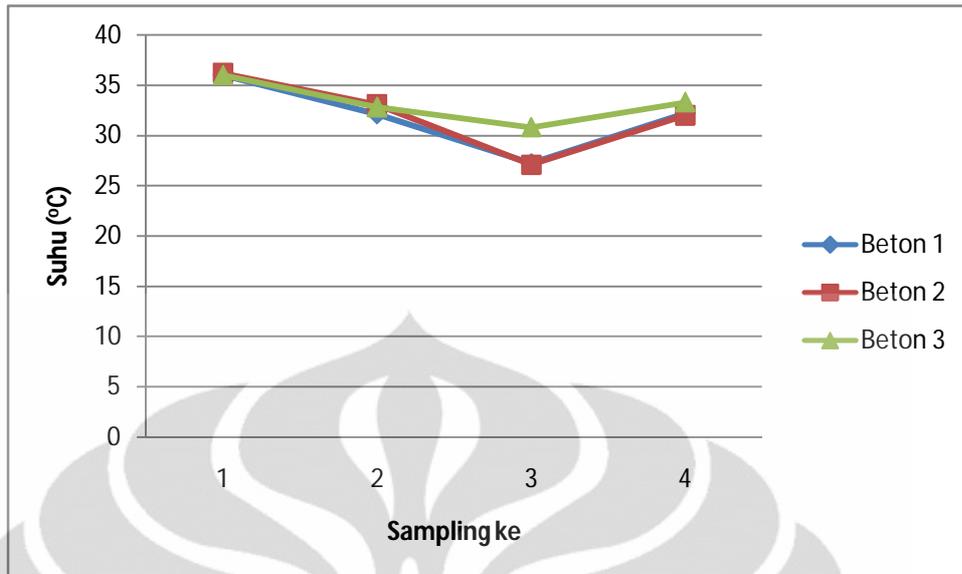


Gambar 5. 2 Suhu Ruangan pada saat Sampling Jamur pada Rumah Kayu

Sumber : Lampiran 1

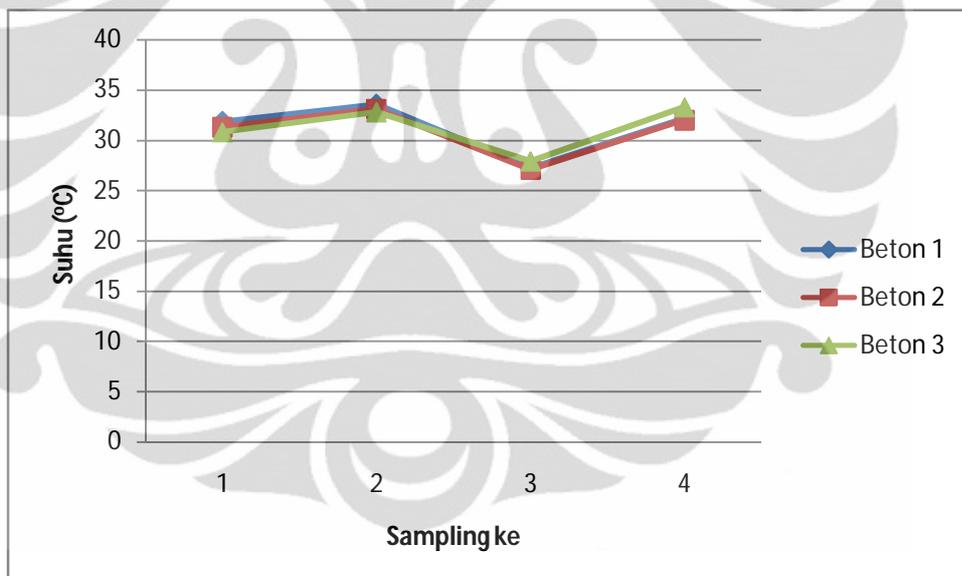
Gambar 5.1 di atas menunjukkan data suhu pada rumah kayu saat sampling dilakukan pada setiap minggunya. Suhu yang tercatat pada saat pengambilan sampel bakteri berkisar antara  $27,2^{\circ}\text{C}$  hingga  $36,2^{\circ}\text{C}$ . Rentang suhu ini hampir sama dengan rentang suhu pada saat pengambilan sampel jamur (gambar 5.2), yaitu berkisar antara  $27,3^{\circ}\text{C}$  hingga  $36,2^{\circ}\text{C}$ . Suhu yang rendah terjadi pada minggu ketiga, karena adanya hujan yang disertai banjir rob pada saat sampling dilakukan. Suhu udara rata-rata di lokasi pengambilan sampling ini berada di atas  $30^{\circ}\text{C}$ .

Data suhu yang diperoleh pada rumah beton ketika proses sampling dilakukan memiliki tipikal yang sama dengan data suhu pada rumah kayu, yaitu rata-rata di atas  $30^{\circ}\text{C}$ . Hal ini disebabkan sampling dilakukan pada hari yang sama antara kedua tipe rumah tersebut dan penurunan suhu terjadi pada minggu ketiga karena adanya hujan yang disertai banjir rob pada saat sampling dilakukan. Data suhu yang diambil pada rumah beton disajikan dalam gambar 5.3 dan 5.4 berikut :



Gambar 5. 3 Suhu Ruangan pada saat Sampling Bakteri pada Rumah Beton

Sumber : Lampiran 1



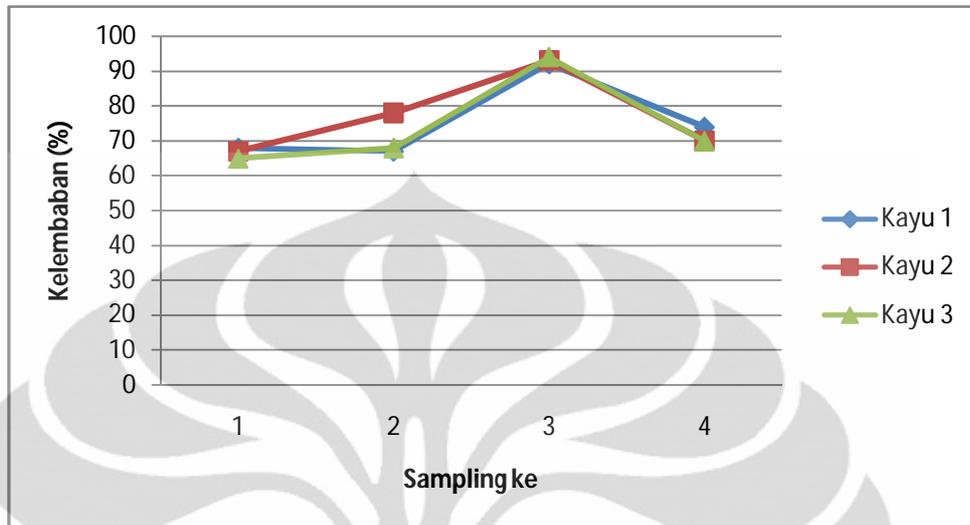
Gambar 5. 4 Suhu Ruangan pada saat Sampling Jamur pada Rumah Beton

Sumber : Lampiran 1

### 5.1.2 Variasi Kelembaban Ruangan pada Saat Pengukuran

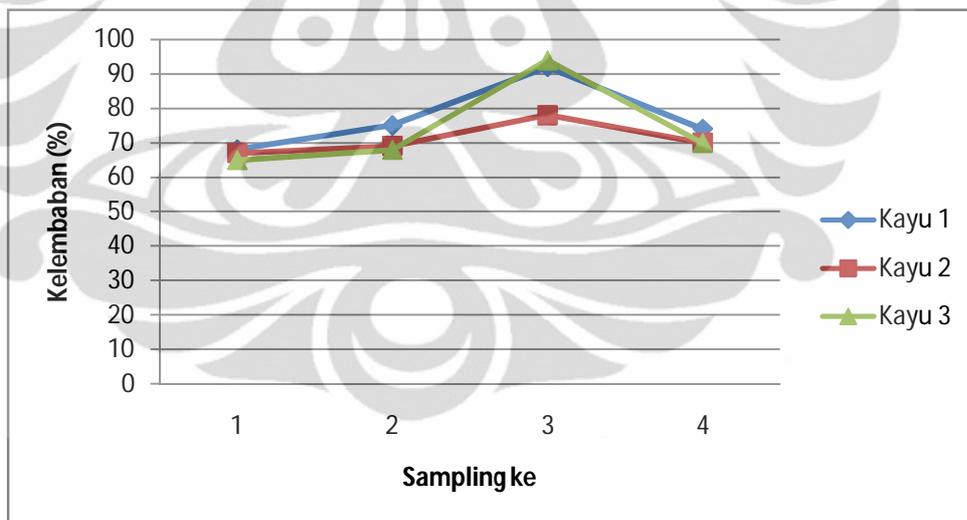
Faktor penting yang mempengaruhi daya tahan bakteri dan jamur di udara selain suhu adalah kelembaban udara. Sebagaimana yang dijelaskan oleh *World Health Organization* (WHO) dalam bukunya *Guidelines for Indoor Air Quality* (2009) diketahui bahwa konsentrasi bakteri dan jamur akan meningkat seiring

dengan tingginya kelembaban udara. Data pengukuran kelembaban udara yang diambil dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5. 5 Kelembaban Ruangan pada saat Sampling Bakteri pada Rumah Kayu

Sumber : Lampiran 1



Gambar 5. 6 Kelembaban Ruangan pada saat Sampling Jamur pada Rumah Kayu

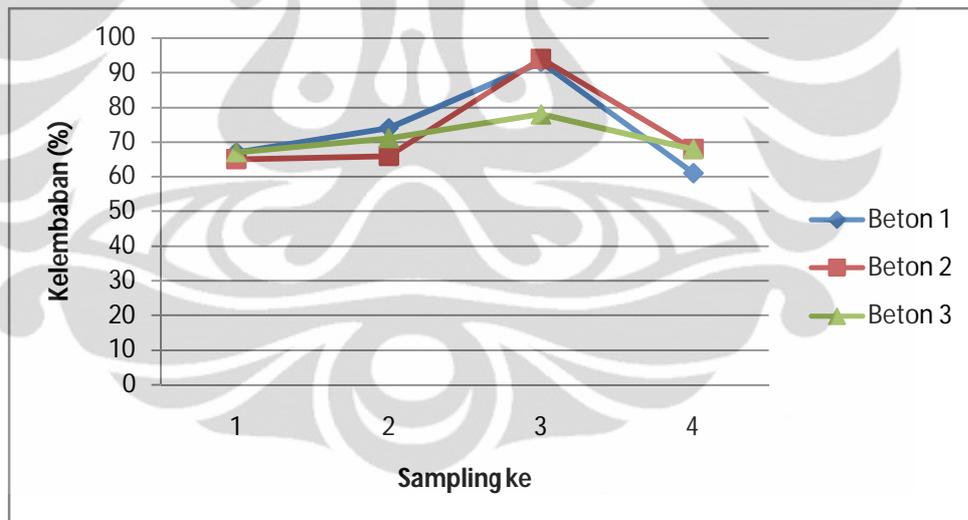
Sumber : Lampiran 1

Gambar 5.5 dan 5.6 di atas menunjukkan data kelembaban pada rumah kayu saat sampling dilakukan di tiap minggunya. Kelembaban udara yang tercatat pada saat pengambilan sampel bakteri dan jamur berkisar antara 65% hingga 94%. Kelembaban yang tinggi terjadi pada minggu ketiga disebabkan turunnya hujan

disertai banjir rob pada saat sampling dilakukan, sedangkan kelembaban rata-rata pada saat pengambilan sampling ini berada di atas 60%.

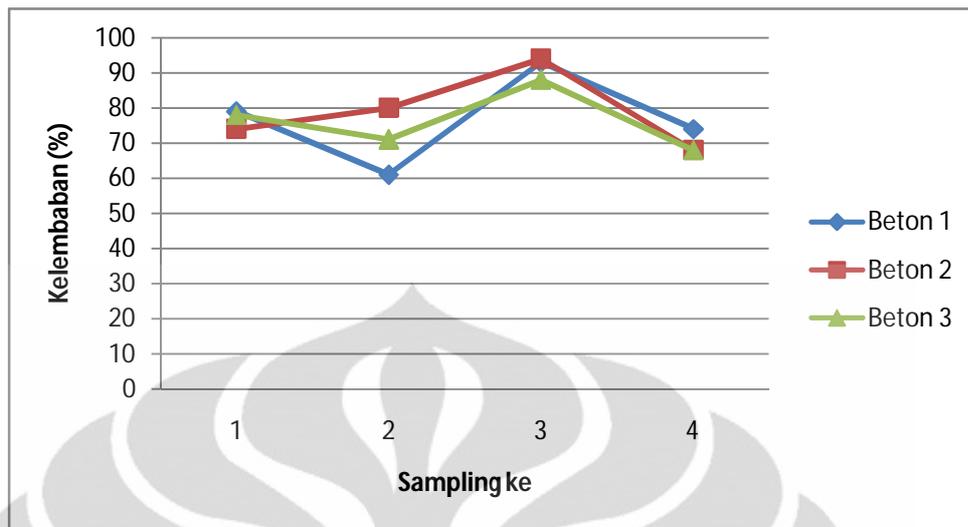
Menurut EPA pada tahun 2003, kelembaban udara di dalam ruang dipengaruhi oleh kondisi di luar ruang, hujan yang terjadi di luar ruangan dapat masuk ke dalam ruang dalam bentuk air hujan maupun dalam bentuk gas (uap air). Air hujan dapat merembes masuk ke dalam rumah melalui celah-celah pada pintu, dan retakan-retakan pada dinding rumah sedangkan uap air dapat masuk melalui ventilasi, dan sambungan-sambungan dalam rumah seperti sambungan jendela dengan dinding dan lain sebagainya.

Kelembaban udara pada rumah beton memiliki pola yang sama dengan kelembaban udara pada rumah kayu, yaitu dengan kelembaban udara berkisar antara 61-94% dan kelembaban tertinggi terjadi pada minggu ketiga karena adanya hujan disertai banjir rob pada saat sampling. Data kelembaban udara dalam ruangan pada rumah beton dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5. 7 Kelembaban Ruangan pada saat Sampling Bakteri pada Rumah Beton

Sumber : Lampiran 1



Gambar 5. 8 Kelembaban Ruangan pada saat Sampling Jamur pada Rumah Beton

Sumber : Lampiran 1

### 5.1.3 Perbandingan Suhu dan Kelembaban Ruangan dengan Standar KUDR

Berdasarkan data suhu dan kelembaban udara dalam ruangan yang telah dibahas pada sub-bab di atas, berikut adalah perbandingan antara suhu dan kelembaban udara eksisting dari lokasi pengambilan sampel dengan standar yang tertera dalam Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta No. 52 tahun 2006 tentang Pedoman Pengendalian Kualitas Udara Dalam Ruang (KUDR) :

Tabel 5. 1 Perbandingan Suhu dan Kelembaban Udara Dalam Ruang dengan Standar Baku Mutu

Parameter	Baku Mutu	Hasil Pengukuran					
		Kayu 1	Kayu 2	Kayu 3	Beton 1	Beton 2	Beton 3
Suhu	18-26 <sup>0</sup> C	32, <sup>0</sup> C	32,7 <sup>0</sup> C	31,9 <sup>0</sup> C	32,3 <sup>0</sup> C	31,9 <sup>0</sup> C	32,2 <sup>0</sup> C
Kelembaban	40%-60%	75,2%	74,25%	75,4%	74,8%	74,5%	74,4%

Sumber : Peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 52 tahun 2006 (Lampiran 3)

Dilihat dari baku mutu di atas diketahui bahwa suhu dan kelembaban udara pada lokasi pengambilan sampel melebihi Standar Baku Mutu, hal ini disebabkan suhu udara rata-rata di atas 30<sup>0</sup> C dengan kelembaban mayoritas di atas 60%.

Lokasi Kawasan Marunda yang berada di daerah pantai menyebabkan tingginya suhu udara di wilayah tersebut. Adapun kelembaban yang tinggi pada daerah penelitian disebabkan seringnya mengalami banjir rob. Keberadaan rumah-rumah yang menjadi objek studi ini telah berdiri sejak 1980, sehingga rumah tersebut sudah beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang lembab.

#### 5.1.4 Konsentrasi Bakteri dan Jamur pada Rumah Kayu

Pengambilan sampel untuk rumah kayu dilakukan sebanyak empat kali yaitu pada tanggal 7 Februari 2011, 28 Februari 2011, 7 Maret 2011, dan 27 April 2011. Konsentrasi mikroba yang didapat dari pengukuran ini merupakan jumlah rata-rata dari dua kali pengambilan sampel (duplo) yang dinyatakan dalam satuan CFU/m<sup>3</sup>, berikut merupakan data hasil pengukuran bakteri pada rumah kayu :

Tabel 5. 2 Konsentrasi Bakteri dan Jamur pada Bangunan Rumah Kayu

<b>Lokasi</b>	<b>Kayu 1</b>	<b>Kayu 2</b>	<b>Kayu 3</b>
<b>Bakteri</b> (CFU/m <sup>3</sup> )	636,04	229,68	1166,08
	318,02	141,34	2385,16
	229,68	494,7	3321,55
	335,69	636,04	742,05
<b>Rata-Rata</b>	379,858	375,44	1903,71
<b>Jamur</b> (CFU/m <sup>3</sup> )	335,69	2314,49	1501,77
	494,7	2826,86	3727,92
	812,72	1466,43	5671,38
	477,03	1766,78	2508,83
<b>Rata-Rata</b>	530,04	2093,64	3352,48

Sumber : Lampiran 4 dan 5

Pada tabel konsentrasi mikroba di atas diketahui bahwa rata-rata konsentrasi bakteri pada masing-masing rumah adalah rumah kayu 1 sebesar 379,86 CFU/m<sup>3</sup>, rumah kayu 2 sebesar 375,44 CFU/m<sup>3</sup>, dan rumah kayu 3 sebesar 1903,71 CFU/m<sup>3</sup>. Dari nilai tersebut terlihat bahwa rumah kayu 3 memiliki konsentrasi bakteri yang tertinggi. Untuk konsentrasi rata-rata jamur, rumah kayu 1 sebesar 530,04 CFU/m<sup>3</sup>, rumah kayu 2 sebesar 2093,64 CFU/m<sup>3</sup>, dan rumah kayu 3 sebesar 3352,48 CFU/m<sup>3</sup>, nilai tertinggi konsentrasi rata-rata jamur terdapat pada rumah kayu 3.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri dan jamur di dalam ruang adalah suhu udara, kelembaban udara, sistem penghawaan ruangan (ventilasi), aktivitas manusia, dan keberadaan bahan makanan (nutrisi).

*World Health Organization (WHO)* dalam bukunya *Guidelines for Indoor Air Quality* (2009) menyatakan bahwa konsentrasi bakteri dan jamur akan meningkat seiring dengan tingginya kelembaban udara. Pernyataan tersebut tidak sesuai dengan hasil pengukuran konsentrasi bakteri dan jamur pada rumah kayu. Pada tabel 5.2 diketahui bahwa konsentrasi bakteri dan jamur pada sampling ke 3, yang dilakukan tepat setelah banjir rob surut, tidak menunjukkan nilai konsentrasi yang tertinggi. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kelembaban memiliki pengaruh terhadap konsentrasi bakteri dan jamur dalam ruang, namun bukan merupakan faktor utama yang berpengaruh terhadap tinggi atau rendahnya konsentrasi bakteri dan jamur pada udara dalam rumah. Faktor lainnya seperti waktu pengambilan sampel sangat berpengaruh terhadap konsentrasi bakteri dan jamur yang didapat. Bakteri dan jamur membutuhkan waktu untuk dapat tumbuh dan berkembang biak dalam kondisi yang lembab tersebut. Selain itu perlakuan penghuni rumah pasca terjadinya banjir juga memberi pengaruh terhadap tinggi-rendahnya konsentrasi bakteri dan jamur dalam rumah.

Ditinjau dari sistem penghawaan ruangan, rumah kayu 3 ini tidak memiliki ventilasi terbuka dan pintu rumah selalu dalam keadaan tertutup. Sistem penghawaan atau ventilasi ruangan merupakan suatu sarana dimana udara bersih dari luar ruangan dapat mengalir ke dalam ruangan dan udara buruk dapat mengalir ke luar ruangan. Pudjiastuti (1998), menjelaskan bahwa baik buruknya kualitas udara di dalam ruangan sangat bergantung pada kualitas udara di luar ruangan. Apabila dilihat dari kondisi rumah kayu 3 ini, kondisi udara dalam ruangan yang buruk pasca terjadinya banjir akan terus terperangkap di dalam rumah dan udara bersih yang berada di luar rumah tidak dapat masuk ke dalam, hal inilah yang dapat memberikan kontribusi terhadap tingginya konsentrasi bakteri dan jamur pada rumah ini.

### 5.1.5 Konsentrasi Bakteri dan Jamur pada Rumah Beton

Pengambilan sampel untuk rumah Beton dilakukan sebanyak empat kali yaitu pada tanggal 7 Februari 2011, 28 Februari 2011, 7 Maret 2011, dan 27 April 2011. Sama halnya dengan perhitungan konsentrasi bakteri dan jamur pada rumah kayu, konsentrasi bakteri dan jamur yang didapat pada rumah beton merupakan hasil rata-rata dari pengambilan sampel secara duplo yang dinyatakan dalam satuan CFU/m<sup>3</sup> :

Tabel 5. 3 Konsentrasi Bakteri dan Jamur pada Bangunan Rumah Beton

Lokasi	Beton 1	Beton 2	Beton 3
<b>Bakteri</b> (CFU/m <sup>3</sup> )	424,03	388,69	1643,11
	194,35	406,36	1201,41
	371,02	883,39	830,39
	459,36	441,7	706,71
<b>Rata-Rata</b>	362,19	530,035	1095,41
<b>Jamur</b> (CFU/m <sup>3</sup> )	1855,12	1643,11	2279,15
	2508,83	2049,47	1342,76
	1643,11	1236,75	3551,24
	1766,78	1431,1	1448,76
<b>Rata-Rata</b>	1581,27	1590,11	2155,48

Sumber : Lampiran 6 dan 7

Berdasarkan tabel 5.3 terlihat bahwa terjadi kasus serupa, dimana kelembaban ruangan yang tinggi pada sampling ke 3 tidak diikuti dengan tingginya nilai konsentrasi bakteri dan jamur pada udara dalam rumah. Dari kedua hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kelembaban udara pada objek penelitian ini bukan merupakan faktor utama yang mempengaruhi tingginya konsentrasi bakteri dan jamur pada udara dalam rumah.

Sistem penghawaan ruangan untuk ketiga rumah ini sama, yaitu memiliki ventilasi yang berada dalam kondisi tertutup, dan pertukaran udara berlangsung melalui pintu rumah yang terbuka lebar. Oleh karena itu sistem penghawaan ruangan bukan merupakan faktor yang menentukan perbedaan terhadap konsentrasi bakteri dan jamur dalam rumah.

Ditinjau dari aktivitas manusia dalam ruang, dapat diketahui bahwa rumah beton 3 memiliki jumlah penghuni rumah tertinggi yaitu 9 orang dengan jumlah rata-rata bakteri  $1095,41 \text{ CFU/m}^3$ , diikuti oleh rumah beton 2 sebanyak 7 orang dengan jumlah rata-rata bakteri  $530,04 \text{ CFU/m}^3$  dan rumah beton 1 sebanyak 4 orang dengan jumlah bakteri rata-rata sebesar  $362,19 \text{ CFU/m}^3$ . Peleazar dan Chan (1998) menyatakan bahwa selain faktor laju ventilasi, tingkat pencemaran udara oleh mikroba dalam ruangan juga dipengaruhi oleh padatnya manusia dan sifat serta taraf manusia yang menempati ruang tersebut. Semakin padat dan semakin sibuknya aktivitas seseorang di dalam suatu ruang dapat meningkatkan konsentrasi bakteri dan jamur dalam ruang.

Untuk nilai rata-rata dari konsentrasi jamur, diketahui bahwa konsentrasi jamur tertinggi terdapat pada rumah beton 3 yaitu sebesar  $2155,48 \text{ CFU/m}^3$ . Jika ditinjau dari lantai bangunan ini, lantai rumah beton 3 ini terbagi 2 yaitu setengah terbuat dari keramik dan setengahnya lagi terbuat dari perkerasan beton. Pada bagian lantai beton ini tidak dilakukan remediasi pasca terjadinya banjir.

Konsentrasi jamur tertinggi pada rumah beton terjadi pada saat sampling ke 3 dimana rumah baru saja mengalami surut pasca banjir. Kondisi ini ditandai dengan tingginya kelembaban ruangan dan rendahnya suhu ruangan saat sampling. Hal ini disebabkan penghuni rumah hanya melakukan remediasi pada bagian lantai yang terbuat dari keramik, pada lantai yang terbuat dari beton masih terdapat genangan air karena permukaan lantai beton yang lebih rendah dari lantai keramik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Colorado pada tahun 2005 diketahui dari 8 rumah sampel yang telah dilakukan remediasi pasca banjir, dalam waktu 2-3 bulan setelah proses remediasi ini ternyata 7 dari 8 rumah tersebut masih memiliki konsentrasi mikroba yang tinggi. Berdasarkan kondisi tersebut diketahui bahwa konsentrasi bakteri dan jamur sulit untuk hilang (*persistent*) di lingkungan bahkan setelah dilakukan remediasi sekalipun.

#### **5.1.6 Perbandingan Konsentrasi Bakteri pada Rumah Kayu dan Rumah Beton**

Berdasarkan hasil pengukuran di atas, dilakukan perbandingan antara konsentrasi rata-rata dari rumah kayu dan rumah beton. Nilai rata-rata dari kedua jenis material rumah ini kemudian dibandingkan dengan rata-rata konsentrasi dari

pengukuran bakteri dan jamur di luar ruangan yang berfungsi sebagai kontrol pembanding. Adapun tabel perbandingan tersebut terangkum di bawah ini :

Tabel 5. 4 Perbandingan Konsentrasi Bakteri dan Jamur pada Rumah Kayu dan Rumah Beton

Lokasi	Kayu 1	Kayu 2	Kayu 3	Beton 1	Beton 2	Beton 3	Hal. Masjid
<b>Bakteri (CFU/m<sup>3</sup>)</b>	335,69	636,04	742,05	459,36	441,7	706,71	371,02
	636,04	229,68	1166,08	424,03	388,69	1643,11	318,02
	318,02	141,34	2385,16	194,35	406,36	1201,41	318,02
	229,68	494,7	3321,55	371,02	883,39	830,39	353,36
<b>Rata-Rata</b>	<b>886,336</b>			<b>662,545</b>			<b>340,11</b>
<b>Jamur (CFU/m<sup>3</sup>)</b>	477,03	1766,78	2508,83	1855,12	1643,11	2279,15	194,35
	335,69	2314,49	1501,77	1060,07	2049,47	1342,76	247,35
	494,7	2826,86	3727,92	1643,11	1236,75	3551,24	547,70
	812,72	1466,43	5671,38	1766,78	1431,1	1448,76	653,71
<b>Rata-Rata</b>	<b>1992,05</b>			<b>1775,62</b>			<b>410,78</b>

Sumber : Lampiran 8

Pada gambar, diketahui bahwa rata-rata konsentrasi bakteri pada rumah kayu adalah 886,34 CFU/m<sup>3</sup>. Untuk konsentrasi rata-rata jamur sebesar 1.992,05 CFU/m<sup>3</sup>. Berdasarkan tabel 5.3 dapat diketahui bahwa nilai rata-rata dari konsentrasi bakteri untuk rumah beton 662,55 CFU/m<sup>3</sup>, sedangkan untuk jumlah rata-rata jamur sebesar 1.775,62 CFU/m<sup>3</sup>.

Pada gambar di atas diketahui bahwa konsentrasi rata-rata bakteri dan jamur pada rumah kayu lebih tinggi dari rumah beton. Hal ini menunjukkan bahwa material rumah merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya konsentrasi mikroba dalam ruang. Material kayu membutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses pengeringannya, sulit dibersihkan dan memiliki porositas yang lebih tinggi dibandingkan rumah beton. Kayu juga menjadi sumber nutrisi yang baik bagi jamur. Iswanto (2009) menyatakan bahwa jamur memerlukan makanan dari zat-zat yang terkandung dalam kayu seperti selulosa, hemiselulosa, lignin, karbon, dan zat isi sel lainnya. Jamur pelapuk akan menyerang kayu yang berbeda pada lingkungan lembab dalam waktu yang relatif lama. Hal ini sesuai dengan pernyataan Iswanto (2009) bahwa kayu yang dipasang sebagai bangunan sekitar kamar mandi atau sumur, kayu yang terkena air hujan, atau kayu yang terendam air akibat banjir akan mudah terserang jamur pembusuk.

Pada gambar, terlihat bahwa konsentrasi jamur yang tinggi berpengaruh terhadap konsentrasi bakteri. Semakin tinggi konsentrasi jamur maka semakin tinggi konsentrasi bakteri. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nevalainen, *et al.*, (1991) diketahui bahwa terdapat peningkatan konsentrasi bakteri pada rumah yang berjamur, pernyataan ini didukung oleh Pastuzka, *et al.*, (2000) kondisi rumah yang berjamur memberikan lingkungan yang baik bagi bakteri untuk tumbuh dan berkembang biak.

Konsentrasi rata-rata Bakteri dan Jamur di luar ruangan memiliki nilai yang jauh lebih rendah dari konsentrasi bakteri dan jamur di dalam ruang, yaitu 340,11 CFU/m<sup>3</sup> untuk bakteri dan 410,78 CFU/m<sup>3</sup> untuk jamur. Rendahnya konsentrasi bakteri dan jamur di luar ruangan disebabkan lokasi tempat pengambilan sampel ini memiliki kontur yang lebih tinggi dibandingkan rumah-rumah yang menjadi objek penelitian. Tingginya kontur mengakibatkan daerah luar ruangan yang dijadikan sebagai lokasi kontrol ini tidak terkena banjir rob pada saat laut pasang. Berdasarkan kondisi tersebut, dapat ditarik kesimpulan terdapat keterkaitan antara banjir rob di Kawasan Marunda dengan Konsentrasi Bakteri dan Jamur.

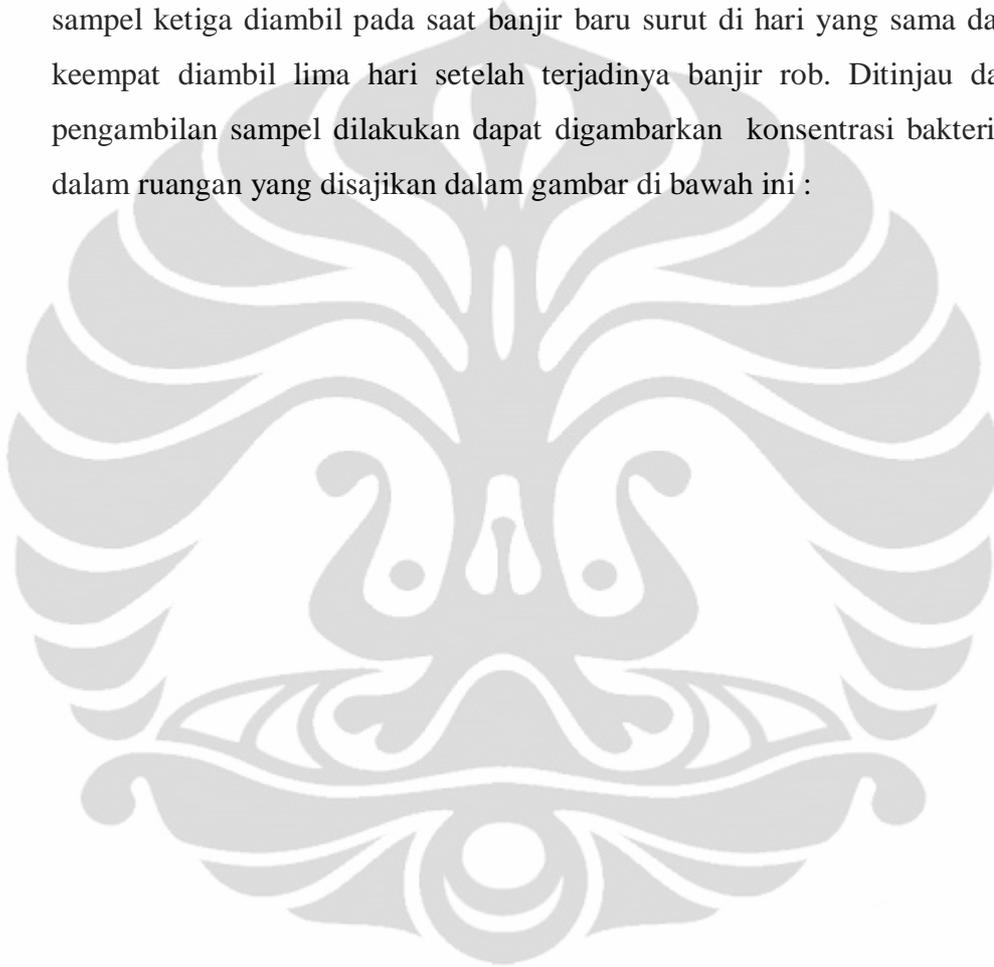
Faktor lain yang berpengaruh terhadap rendahnya konsentrasi rata-rata bakteri dan jamur di luar ruang (kontrol) adalah adanya aliran udara yang cukup. Selain itu jika turun hujan proses pengeringan di daerah kontrol lebih cepat. Hal ini sangat berbeda dibandingkan dengan kondisi rumah yang diteliti. Kondisi aliran udara yang ada di dalam rumah dengan ventilasi tertutup menyebabkan udara terperangkap di dalam sehingga membutuhkan waktu yang lama dalam proses pengeringannya.

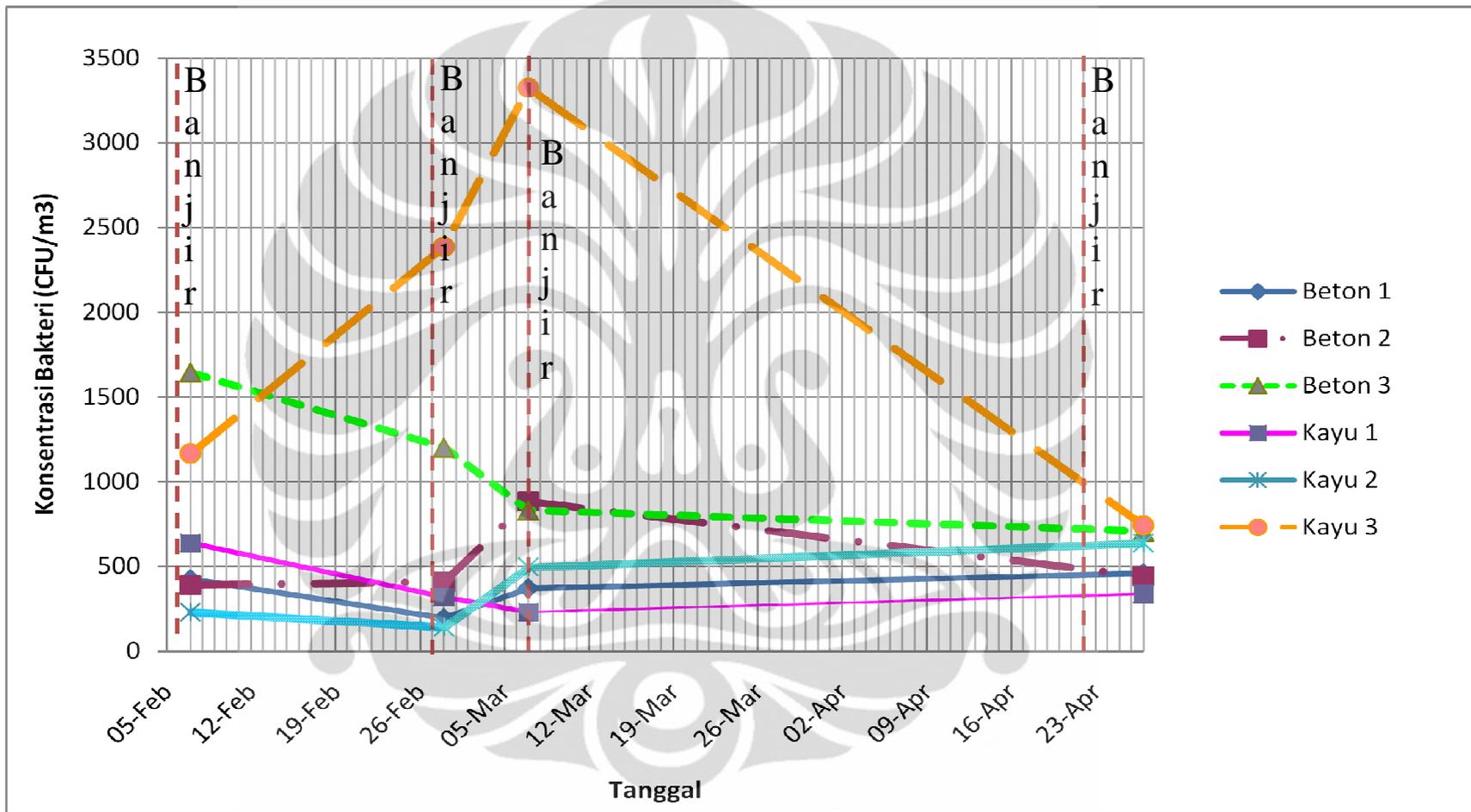
## **5.2 Analisis Kualitas Mikrobiologis Udara dalam Rumah yang Sering Terkena Banjir**

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai perbandingan konsentrasi bakteri dan jamur pada masing-masing rumah berdasarkan variasi waktu kejadian banjir.

### 5.2.1 Perbandingan Konsentrasi Bakteri dan Jamur dengan Waktu Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan 4 kali pada saat yang berbeda, baik untuk rumah kayu maupun rumah beton. Sampel pertama diambil dua hari setelah terjadinya banjir rob, sampel kedua diambil satu hari setelah terjadinya banjir rob, sampel ketiga diambil pada saat banjir baru surut di hari yang sama dan sampel keempat diambil lima hari setelah terjadinya banjir rob. Ditinjau dari waktu pengambilan sampel dilakukan dapat digambarkan konsentrasi bakteri di udara dalam ruangan yang disajikan dalam gambar di bawah ini :





Gambar 5. 9 Konsentrasi Bakteri pada Rumah Beton dan Rumah Kayu Pasca Banjir

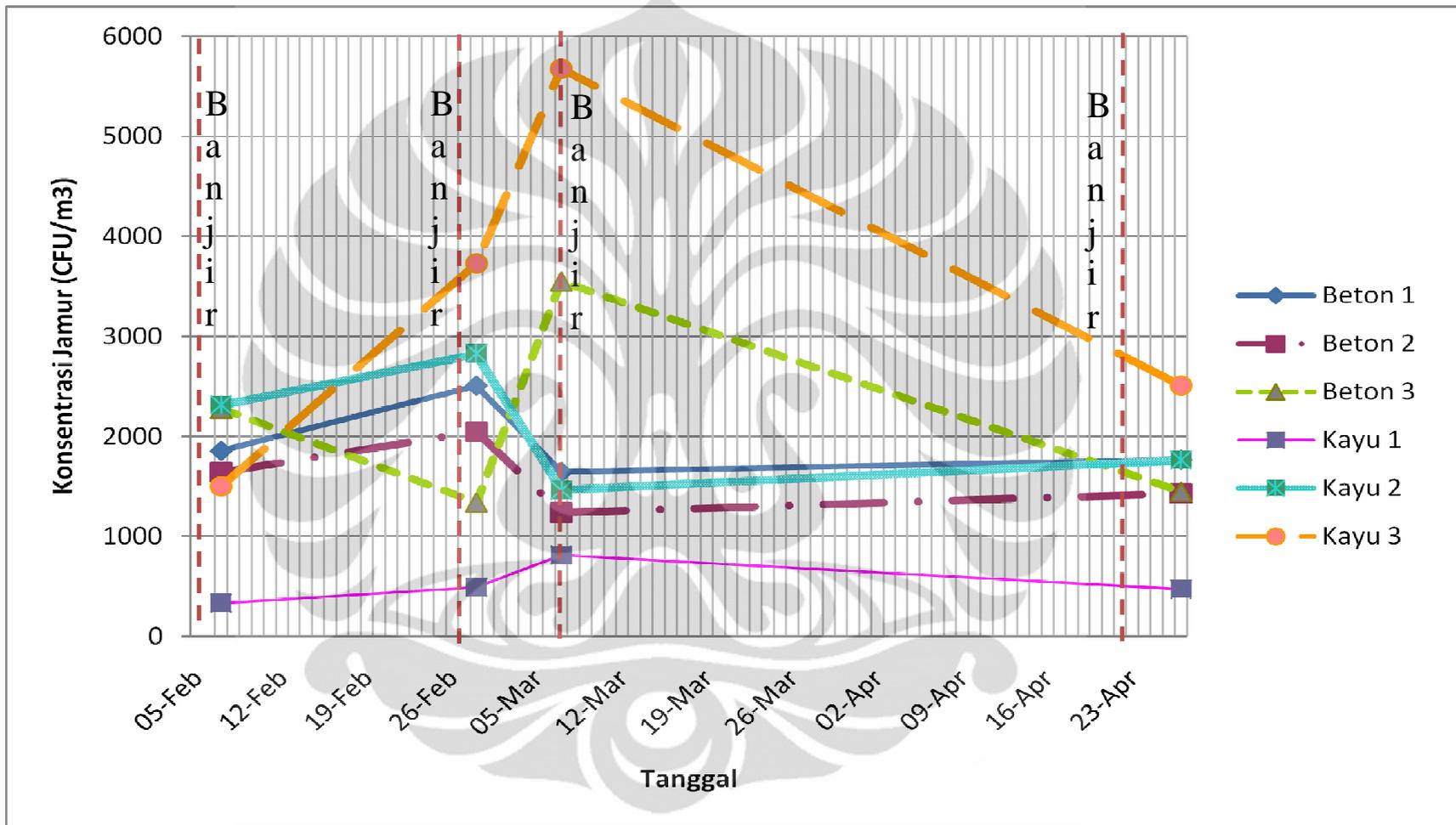
Sumber : Lampiran 9 dan 10

Pada gambar 5.9 Terlihat bahwa konsentrasi bakteri meningkat pada sampling ke 3 dimana banjir baru surut pada saat sampling. Perbedaan terjadi pada rumah beton 3. Konsentrasi bakteri pada rumah ini menurun dibandingkan dengan konsentrasi pada sampling sebelumnya yang dilakukan 2 hari dan 1 hari setelah terjadinya banjir. Penurunan nilai konsentrasi ini timbul karena rumah beton 3 sudah melakukan remediasi dengan cara mengepel lantai dan mengeringkannya dengan bantuan kipas angin.

Berdasarkan grafik di atas diketahui bahwa konsentrasi tertinggi terdapat pada rumah kayu 3. Kondisi rumah yang selalu dalam keadaan tertutup baik pintu maupun ventilasinya menyebabkan kualitas udara yang buruk dalam rumah tetap terperangkap di dalam dan tidak dapat mengalir ke luar rumah. Kondisi rumah yang tertutup ini juga mengakibatkan proses pengeringan pasca terjadinya banjir lebih lama dibanding rumah lainnya. Faktor lain yang berpengaruh terhadap tingginya konsentrasi bakteri ini adalah lantai rumah yang terdiri dari pasir dan kerang. Lantai rumah kayu 3 ini menyebabkan upaya remediasi pasca terjadinya banjir tidak dapat dilakukan.

Berdasarkan gambar 5.10 terlihat bahwa konsentrasi jamur di rumah kayu 3 pada sampling 2 dan 3 yang dilakukan 1 hari setelah banjir dan tepat pada saat banjir surut menunjukkan adanya kenaikan. Sama halnya dengan konsentrasi bakteri yang telah dijelaskan sebelumnya, tingginya konsentrasi jamur juga disebabkan oleh kondisi rumah yang selalu tertutup.

Rumah beton 2, rumah beton 3, dan rumah kayu 2 memiliki pola konsentrasi yang sama. Pada saat sampling ke 3 (banjir rob baru saja surut) terjadi penurunan konsentrasi jamur. Jamur yang berada pada kelembaban tinggi dapat mengakibatkan sel menjadi basah dan tidak dapat menyebarkan spora ke udara.



Gambar 5. 10 Konsentrasi Jamur pada Rumah Beton dan Rumah Kayu Pasca Banjir

Sumber : Lampiran 9 dan 10

Pada rumah beton 3 terlihat nilai konsentrasi jamur yang tinggi. Hal ini terjadi karena masih terdapat genangan air yang terjebak di bagian dalam rumah. Genangan tersebut terjadi karena adanya perbedaan level lantai (Gambar 5.11). Tempat-tempat yang hangat, dan memiliki kelembaban yang tinggi merupakan tempat yang cocok bagi pertumbuhan jamur (Steven, 2004).



Gambar 5. 11 Potensi genangan air akibat Perbedaan Level Lantai

Sumber : Dokumentasi, 2011

### **5.2.2 Perbandingan Konsentrasi Bakteri dan Jamur dengan Standar Baku Mutu**

Berdasarkan gambar perbandingan konsentrasi bakteri dan jamur dengan waktu pengambilan sampel di atas dilakukan perbandingan nilai konsentrasi tersebut dengan standar baku mutu. Standar baku mutu yang akan digunakan adalah Peraturan Gubernur DKI No. 52 Tahun 2006, pada peraturan ini besarnya konsentrasi mikroba adalah  $700 \text{ CFU/m}^3$ . Adapun perbandingan tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 5. 5 Konsentrasi Rata-Rata Bakteri dan Jamur pada Rumah Kayu dengan Standar Baku Mutu

		Konsentrasi (CFU/m <sup>3</sup> )	Konsentrasi Total (CFU/m <sup>3</sup> )	Standar Baku Mutu	Keterangan
<b>Kayu 1</b>	Bakteri	379,858	909,893	700 CFU/m <sup>3</sup>	√
	Jamur	530,035			
<b>Kayu 2</b>	Bakteri	375,44	2469,08		√
	Jamur	2093,64			
<b>Kayu 3</b>	Bakteri	1903,71	5256,19		√
	Jamur	3352,48			
<b>Beton 1</b>	Bakteri	362,19	1943,46		√
	Jamur	1581,27			
<b>Beton 2</b>	Bakteri	530,035	2120,145		√
	Jamur	1590,11			
<b>Beton 3</b>	Bakteri	1095,41	3250,89	√	
	Jamur	2155,48			

√ = melebihi standar baku mutu

Dari Tabel 5.5 diketahui bahwa konsentrasi rata-rata bakteri di bawah standar. Kecilnya konsentrasi bakteri disebabkan tidak terdapat aktivitas mandi, cuci, kakus di dalam rumah. Aktivitas tersebut dilakukan di MCK Umum. Untuk konsentrasi jamur mayoritas berada di atas standar baku mutu dengan hanya rumah kayu 1 yang berada di bawah standar.

Baxter, *et al* (2005) menyatakan dalam penelitiannya bahwa konsentrasi jamur pada bangunan-bangunan yang mengalami kerusakan akibat banjir berkisar antara 20-200.000 CFU/m<sup>3</sup>. Melihat kondisi dari tingkat konsentrasi jamur ini dapat disimpulkan bahwa rumah yang menjadi lokasi pengambilan sampel sebagian besar dikatakan berjamur (*moldy*).

Apabila dilihat secara keseluruhan total konsentrasi bakteri dan jamur, terlihat pada tabel 5.5 bahwa seluruh rumah memiliki konsentrasi mikroba (total bakteri dan jamur) di atas standar baku mutu yang berlaku, yaitu 700 CFU/m<sup>3</sup>.

### **5.3 Analisis Keterkaitan Jenis Material terhadap Konsentrasi Bakteri dan Jamur**

Uji hipotesa ini dilakukan untuk mengetahui keterkaitan antara konsentrasi bakteri dan jamur yang diakibatkan oleh banjir rob dikaitkan dengan kondisi fisik bangunan. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara pertumbuhan bakteri dan jamur pada rumah yang bermaterial kayu dengan rumah yang bermaterial beton. Uji statistik akan dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menghitung konsentrasi bakteri dan jamur pada rumah kayu dan beton dari keseluruhan hasil pengukuran selama empat minggu, dan dengan cara menghitung konsentrasi bakteri dan jamur pada rumah kayu dan beton secara terpisah dari hasil pengukuran di lapangan per minggunya.

Langkah awal yang dilakukan adalah dengan menentukan variabel penelitian, dimana variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumah kayu ( $X_1$ ) dan rumah beton ( $X_2$ ). Kemudian dari seluruh variabel ini nantinya akan dicari nilai rata-rata, simpangan baku, dan variansnya.

#### **5.3.1 Keterkaitan Jenis Material terhadap Konsentrasi Bakteri**

Pada sub bab ini akan dilakukan uji statistik untuk mengetahui apakah terdapat hubungan yang cukup berarti antara jenis material bangunan dengan nilai konsentrasi bakteri. Nilai konsentrasi bakteri pada material kayu dan beton hasil pengukuran di lapangan tertera pada tabel 5.6.

Uji hipotesa yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

- $H_0$  : tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap pertumbuhan bakteri pada jenis material kayu dan beton
- $H_a$  : terdapat perbedaan yang signifikan terhadap pertumbuhan bakteri pada jenis material kayu dan beton.

Tabel 5. 6 Konsentrasi Bakteri pada Rumah Kayu dan Rumah Beton

	Kayu (X <sub>1</sub> )	Beton(X <sub>2</sub> )
	335,69	459,36
	636,04	424,03
	318,02	194,35
	229,68	371,02
	636,04	441,7
	229,68	388,69
	141,34	406,36
	494,7	883,39
	742,05	706,71
	1166,08	1643,11
	2385,16	1201,41
	3321,55	830,39
<b>Total</b>	10.636,03	7950,52
<b>x</b>	886,3358333	662,5433333
<b>s</b>	2.814,494276	2.103,857645
<b>s<sup>2</sup></b>	7.921.378,029	4.426.216,991

Untuk menentukan hipotesa mana yang akan diambil maka harus dilakukan uji t (*t-test*). Sedangkan untuk menentukan uji t (*t-test*) mana yang akan digunakan maka perlu diuji terlebih dahulu varians kedua sampel tersebut homogen atau tidak. Homogenitas varians diuji dengan menggunakan uji F sesuai dengan rumus (3.7) didapat nilai F hitung sebesar 1,79

Dari hasil  $F_{hitung}$  ini perlu dibandingkan dengan  $F_{tabel}$ , dengan dk pembilang = 12-1 dan dk penyebut = 12-1. Berdasarkan dk pembilang = 11 dan dk penyebut = 11, dan taraf kesalahan ditetapkan = 5%, maka didapat harga  $F_{tabel} = 2,82$ .

Dalam hal ini berlaku ketentuan sebagai berikut : apabila harga  $F_{hitung}$  lebih kecil atau sama dengan  $F_{tabel}$  ( $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ ) maka varians dikatakan homogen dengan jumlah sampel yang sama  $n_1=n_2$  . Dengan diketahuinya hasil ini maka ditentukan bahwa rumus t-test yang akan digunakan pada uji ini adalah *separated varians* (rumus 3.2). Nilai t hitung yang diperoleh dari hasil uji tes tersebut adalah 0,23

Harga  $t_{hitung}$  yang telah di dapat kemudian dibandingkan dengan  $t_{tabel}$ . Nilai  $t_{tabel}$  ini dihitung dengan menggunakan nilai dk =  $n_1+n_2-2$ , yaitu dk =  $12+12-2 = 22$  sehingga didapat  $t_{tabel} = 2,074$ .

Berdasarkan kedua hasil tersebut diketahui bahwa  $t_{hitung} < t_{tabel}$ . Dengan demikian  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak. Kesimpulan yang dapat ditarik pada uji hipotesa ini adalah tidak ada hubungan yang erat antara nilai konsentrasi bakteri dengan jenis material kayu dan beton.

Berikut ini merupakan hasil uji statistik yang dilakukan dengan cara menghitung konsentrasi bakteri dan jamur pada rumah kayu dan beton secara terpisah dari hasil pengukuran di lapangan per minggunya. Perhitungan dilakukan dengan langkah-langkah yang sama dengan uji *t-test* untuk keseluruhan konsentrasi di atas. Adapun hasil uji statistik dengan metode *t-test* tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan *t-test* Bakteri pada tiap Sampling

Bakteri	$t_{tabel}$	$t_{hitung}$	Keterangan
Sampling 1	2,776	-0,8	Tidak terdapat keterkaitan
Sampling 2	2,776	1,9	Tidak terdapat keterkaitan
Sampling 3	2,776	2,69	Tidak terdapat keterkaitan
Sampling 4	2,776	0,28	Tidak terdapat keterkaitan

Sumber : Pengolahan Data, 2011

Dari data pada tabel 5.7 dapat dilihat bahwa kedua uji yang dilakukan, baik secara keseluruhan maupun terpisah, tidak terdapat keterkaitan antara konsentrasi bakteri pada udara dalam ruang dengan jenis material bangunan.

Dalam kondisi rumah yang terkena banjir, ketinggian permukaan lantai rumah dari jalan sekitar juga berpengaruh terhadap jumlah mikroba yang terkandung dalam rumah. Sebagai contoh kasus adalah jumlah bakteri pada rumah beton 3 yang memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan rumah lainnya. Ditinjau dari kondisinya, rumah beton 3 ini memiliki lantai yang terbuat dari setengah keramik dan setengah beton dengan posisi bangunan yang lebih rendah dari jalan. Posisi rumah beton 3 ini mengakibatkan rumah lebih lama terendam banjir dibandingkan dengan rumah lainnya yang memiliki ketinggian setara atau lebih tinggi dari jalan. Kondisi ini juga didukung oleh jenis lantai rumah yang sebagian keramik dan sebagian beton. Pada lantai yang terbuat dari keramik, penghuni rumah melakukan remediasi pasca terjadinya banjir dengan cara mengepel lantai dan mengeringkannya, namun pada bagian lantai beton tidak

dilakukan remediasi. Kondisi ini disebabkan permukaan dari lantai beton yang lebih rendah dari permukaan lantai keramik membuat air yang terperangkap pada lantai beton tidak dapat dialirkan ke luar rumah, sehingga rumah tersebut berada dalam keadaan basah dan lembab dalam waktu yang cukup lama dan memberikan waktu bagi mikroba untuk tumbuh.

Sebagaimana yang dijelaskan Burge pada tahun 2001 dalam bukunya yang berjudul *Indoor Air Quality handbook*, diketahui bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba dalam suatu bangunan adalah perilaku manusia, desain dari bangunan tersebut, dan kondisi aliran udara yang ditandai dengan keberadaan ventilasi.

Penghuni rumah yang berprofesi sebagai nelayan lebih banyak beraktivitas di luar ruangan yang cenderung kotor dan berdebu serta kebiasaan rata-rata penghuni di lingkungan tersebut yang belum mengutamakan higienitas tubuh dan pakaian sehingga dapat membawa dampak pada udara dalam rumah ketika penghuni tersebut masuk ke dalam rumah

### **5.3.2 Keterkaitan Jenis Material terhadap Konsentrasi Jamur**

Pada sub bab ini akan dilakukan uji statistik untuk mengetahui apakah terdapat hubungan yang cukup berarti antara jenis material bangunan dengan nilai konsentrasi jamur. Nilai konsentrasi jamur pada material kayu dan beton hasil pengukuran di lapangan tertera pada tabel 5.8.

Uji hipotesa yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

- $H_0$  : tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap pertumbuhan jamur pada jenis material kayu dan beton
- $H_a$  : terdapat perbedaan yang signifikan terhadap pertumbuhan jamur pada Jenis material kayu dan beton.

Tabel 5. 8 Konsentrasi Jamur pada Rumah Kayu dan Rumah Beton

	<b>Kayu (X<sub>1</sub>)</b>	<b>Beton(X<sub>2</sub>)</b>
	477,03	1855,12
	335,69	2508,83
	494,7	1643,11
	812,72	1766,78
	1766,78	1643,11
	2314,49	2049,47
	2826,86	1236,75
	1466,43	1431,1
	2508,83	2279,15
	1501,77	1342,76
	3727,92	3551,24
	5671,38	1448,76
<b>Total</b>	23.904,6	22.756,18
<b>x</b>	1.992,05	1.896,348333
<b>s</b>	6.325,608321	6.021,714714
<b>s<sup>2</sup></b>	40.013.320,63	36.261.048,1

Seperti yang telah dilakukan pada konsentrasi bakteri, maka dilakukan pula Uji t (*t-test*) pada konsentrasi jamur. Hal ini harus dilakukan untuk menentukan hipotesa mana yang akan diambil. Sedangkan untuk menentukan uji t (*t-test*) mana yang akan digunakan maka perlu diuji terlebih dahulu varians kedua sampel tersebut homogen atau tidak. Adapun homogenitas varians diuji dengan menggunakan uji F sesuai dengan rumus (3.7) didapat nilai F hitung sebesar 1,26

Dari hasil  $F_{hitung}$  ini perlu dibandingkan dengan  $F_{tabel}$ , dengan dk pembilang = 12-1 dan dk penyebut = 12-1. Berdasarkan dk pembilang = 11 dan dk penyebut = 11, dan taraf kesalahan ditetapkan = 5%, maka didapat harga  $F_{tabel} = 2,82$ .

Dalam hal ini berlaku ketentuan sebagai berikut: apabila harga  $F_{hitung}$  lebih kecil atau sama dengan  $F_{tabel}$  ( $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ ) maka varians dikatakan homogen dengan jumlah sampel yang sama  $n_1=n_2$ . Berdasarkan hasil ini maka ditentukan bahwa rumus t-test yang akan digunakan pada uji ini adalah *separated varians* (rumus 3.2). Nilai t hitung yang diperoleh dari hasil uji tes tersebut adalah 1,06.

Harga  $t_{hitung}$  yang telah di dapat kemudian dibandingkan dengan  $t_{tabel}$ . Nilai  $t_{tabel}$  ini dihitung dengan menggunakan nilai  $dk = n_1+n_2-2$ , yaitu  $dk = 12+12-2 = 22$  sehingga didapat  $t_{tabel} = 2,074$ .

Berdasarkan kedua hasil tersebut diketahui bahwa  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ . Dengan demikian  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak. Kesimpulan yang dapat ditarik pada uji hipotesa ini adalah tidak ada hubungan yang erat antara konsentrasi jamur terhadap material kayu dan beton.

Berikut ini merupakan hasil uji statistik yang dilakukan dengan cara menghitung konsentrasi bakteri dan jamur pada rumah kayu dan beton secara terpisah dari hasil pengukuran di lapangan per minggunya. Perhitungan dilakukan dengan langkah-langkah yang sama dengan uji *t-test* untuk keseluruhan konsentrasi di atas. Adapun hasil uji statistik dengan metode *t-test* tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 5. 9 Hasil Perhitungan *t-test* Jamur pada tiap Sampling

Jamur	$t_{tabel}$	$t_{hitung}$	Keterangan
Sampling 1	2,776	-0,4	Tidak terdapat keterkaitan
Sampling 2	2,776	0,58	Tidak terdapat keterkaitan
Sampling 3	2,776	3,22	Terdapat keterkaitan
Sampling 4	2,776	-1,23	Tidak terdapat keterkaitan

Sumber : Pengolahan Data, 2011

Dari data pada tabel 5.9 dapat dilihat bahwa kedua uji yang dilakukan, baik secara keseluruhan maupun terpisah, tidak terdapat keterkaitan antara konsentrasi bakteri pada udara dalam ruang dengan jenis material bangunan. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa jenis material bangunan rumah bukan merupakan faktor utama yang berpengaruh terhadap konsentrasi jamur di udara dalam ruang.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba dalam suatu bangunan adalah perilaku manusia, desain dari bangunan tersebut, dan kondisi aliran udara yang ditandai dengan keberadaan ventilasi (Burge, 2001). berdasarkan literatur tersebut diketahui bahwa desain rumah merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap jumlah mikroba dalam rumah. Kasus nyata yang terdapat pada penelitian ini adalah jumlah jamur pada rumah kayu,

berdasarkan data hasil penelitian dapat terlihat bahwa rumah kayu 1 memiliki jumlah mikroba yang relatif sedikit dan berada di bawah standar dengan nilai rata-rata 530,04 CFU/m<sup>3</sup>, sedangkan untuk rumah kayu 2 dan rumah kayu 3 memiliki jumlah jamur di atas standar. Untuk rumah beton, seluruhnya memiliki konsentrasi jamur di atas standar. Kondisi inilah yang membuat pengujian dengan uji t (t-test) di atas menunjukkan bahwa jenis material bangunan tidak memiliki keterkaitan dengan jumlah mikroba.

Jika ditelaah dari segi desain bangunannya, rumah kayu satu memiliki bentuk bangunan yang menyerupai rumah panggung dengan lantai terbuat dari kayu sehingga rumah ini akan lebih cepat kering pasca terjadinya banjir rob dibandingkan dengan rumah lainnya. Banjir yang masuk ke dalam rumah akan langsung merembes melalui sela-sela kayu, hal inilah yang mengakibatkan kecilnya nilai konsentrasi jamur (di bawah standar baku mutu). Berdasarkan kondisi ini dapat disimpulkan bahwa rumah panggung merupakan salah satu solusi yang dapat diterapkan pada lingkungan rumah yang sering terkena banjir.

#### **5.4 Analisis Keterkaitan Konsentrasi Bakteri dan Jamur terhadap Kesehatan Penghuni Rumah**

Analisis mengenai hubungan konsentrasi mikroba dalam rumah dengan keterjangkitan penyakit dilakukan dengan menggunakan Uji Fisher (rumus 3.8). Untuk lebih jelasnya berikut ini akan ditampilkan data berupa tabel-tabel silang yang akan memperlihatkan hubungan antara jumlah mikroba terhadap keterjangkitan penyakit dalam bentuk tabel 2 x 2 seperti yang tertera pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. 10 Analisis Keterjangkitan Penyakit dengan Metode Fisher

Jenis Penyakit		Kayu		Beton		P
		n	%	n	%	
Mata	Ya	1	0,33	2	0,67	0,45
	Tidak	2	0,67	1	0,33	
Pernafasan	Ya	2	0,67	2	0,67	0,6
	Tidak	1	0,33	1	0,33	
Tenggorokan	Ya	2	0,67	1	0,33	0,45
	Tidak	1	0,33	2	0,67	
Kulit	Ya	2	0,67	2	0,67	0,6
	Tidak	1	0,33	1	0,33	
Perut	Ya	1	0,33	2	0,67	0,45
	Tidak	2	0,67	1	0,33	

Sumber : Data Kuisisioner

Dari hasil di atas diketahui bahwa tidak terdapat keterkaitan antara jumlah mikroba dengan keterjangkitan penyakit pada penghuni rumah dimana nilai p yang didapat pada masing-masing jenis penyakit lebih besar dari 5%. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Simoni *et al.*, (2004) yang menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara jamur dan kelembaban dengan kesehatan pada anak-anak dan orang tua, dimana hubungan ini lebih tinggi terjadi pada anak-anak daripada orang tua.

Pada penelitian ini data yang didapat hanyalah sebatas konsentrasi mikrobiologis dari bakteri dan jamur tanpa adanya identifikasi lebih lanjut mengenai jenis dan spesies bakteri dan jamur itu sendiri. Berdasarkan hasil penelitian Simoni *et al.*, (2004) dapat disimpulkan bahwa untuk mengetahui keterkaitan antara jumlah mikroba dengan keterjangkitan penyakit dibutuhkan studi lebih lanjut sampai ke taraf identifikasi spesies dari bakteri dan jamur tersebut. Identifikasi spesies dari bakteri dan jamur penting untuk mengetahui apakah bakteri dan jamur tersebut patogen atau tidak. Penelitian hanya pada konsentrasi mikroba saja tidak dapat mempresentasikan tingkat toksisitas dari mikroba tersebut.

Selain identifikasi bakteri dan jamur patogen, salah satu penyebab tidak ditemukannya keterkaitan antara jumlah mikroba dengan keterjangkitan penyakit pada penghuni rumah adalah karena tubuh dan kondisi dari penghuni rumah sudah

beradaptasi dengan lingkungan sekitar yang memiliki jumlah mikroba yang tinggi. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa perumahan yang berada di Kawasan Marunda ini sudah berdiri sejak tahun 1980. Sehingga penghuni yang sekarang berada di lingkungan tersebut sudah dapat beradaptasi dengan kondisi yang ada.



## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

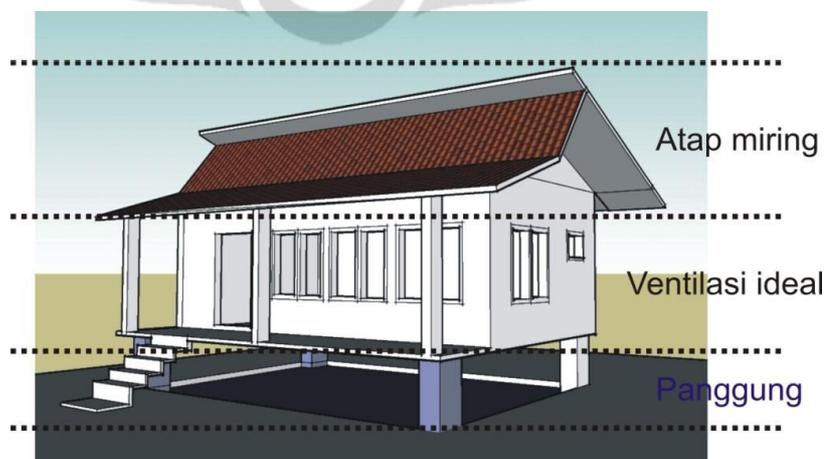
Setelah diadakan penelitian selama  $\pm 2$  bulan dan dilakukan pengolahan data hasil penelitian tersebut, didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Mayoritas kandungan mikroba dalam rumah berada di atas standar baku mutu ( $> 700 \text{ CFU/m}^3$ ). Konsentrasi rata-rata bakteri pada rumah kayu sebesar  $886,36 \text{ CFU/m}^3$ , dan pada rumah beton sebesar  $662,545 \text{ CFU/m}^3$ . Konsentrasi rata-rata jamur kayu sebesar  $1922,05 \text{ CFU/m}^3$ , dan pada rumah beton sebesar  $1775,62 \text{ CFU/m}^3$ .
- Uji statistik dengan *t-test* menunjukkan tidak terdapat keterkaitan yang signifikan antara jumlah mikroba dalam rumah dengan jenis material bangunan rumah, namun terdapat kecenderungan bahwa konsentrasi bakteri dan jamur lebih tinggi pada rumah kayu dibandingkan dengan rumah beton. Material bangunan bukan merupakan faktor dominan yang mempengaruhi konsentrasi bakteri dan jamur dalam ruang, tetapi faktor utama yang mempengaruhi adalah disain rumah, lokasi rumah, kepadatan penghuni dalam rumah dan perilaku penghuni rumah itu sendiri.
- Uji statistik dengan metode fisher menunjukkan tidak terdapat keterkaitan antara konsentrasi bakteri dan jamur dalam rumah dengan keterjangkitan penyakit pada masing-masing penghuni rumah. Data konsentrasi bakteri dan jamur tidak dapat merepresentasikan tingkat toksisitas dari mikroba tersebut.

#### **6.2 Saran**

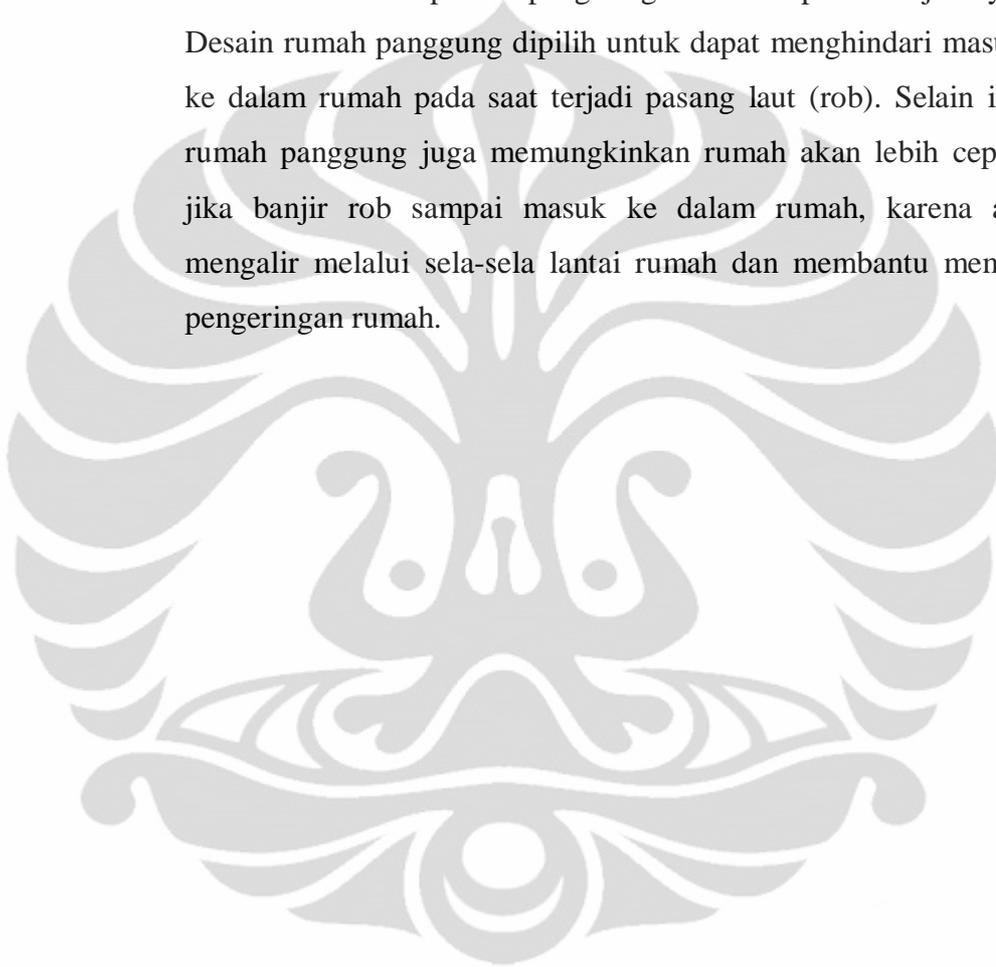
Berdasarkan kesimpulan dan hasil yang didapat pada penelitian kali ini, berikut merupakan saran dan rekomendasi yang dapat diterapkan untuk dapat menjaga kualitas udara mikrobiologis dalam rumah yang terkena banjir :

- Melakukan remediasi pada rumah pasca terjadinya banjir dengan cara mengepel lantai dengan menggunakan air atau apabila bisa menggunakan desinfektan akan lebih baik.
- Memastikan rumah benar-benar kering setelah terendam banjir sehingga tidak memberikan kesempatan bagi bakteri dan jamur untuk berkembang biak dalam lingkungan yang lembab. Langkah-langkah yang dapat dilakukan adalah dengan membuka ventilasi rumah dan pintu selebar-lebarnya dan menyalakan kipas angin sampai rumah benar-benar kering.
- Butuh penelitian lebih lanjut untuk mengetahui keterkaitan antara jumlah mikroba dengan keterjangkitan penyakit sampai ke taraf identifikasi spesies dari bakteri dan jamur tersebut. Identifikasi spesies dari bakteri dan jamur penting untuk mengetahui apakah bakteri dan jamur tersebut patogen atau tidak
- Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, diketahui bahwa rumah yang berbentuk rumah panggung merupakan solusi yang baik dalam mengatasi kondisi permukiman di Kawasan Marunda Besar dimana kawasan ini sering terkena banjir yang diakibatkan oleh pasang laut. Adapun disain yang direkomendasikan adalah seperti gambar dibawah ini :



Gambar 6. 1 Contoh Rumah Panggung  
 Sumber : [www.beterworld.wordpress.com](http://www.beterworld.wordpress.com)

Disain atap rumah dibuat miring dengan tujuan agar tidak ada genangan air bila turun hujan, mengingat curah hujan di Indonesia yang relatif tinggi. Ventilasi bangunan dibuat semaksimal mungkin pada semua sisi bangunan (depan, belakang dan samping) sehingga udara dan sinar matahari dapat masuk ke semua bagian dalam rumah. Hal ini sangat membantu dalam proses pengeringan rumah pasca terjadinya banjir. Desain rumah panggung dipilih untuk dapat menghindari masuknya air ke dalam rumah pada saat terjadi pasang laut (rob). Selain itu desain rumah panggung juga memungkinkan rumah akan lebih cepat kering jika banjir rob sampai masuk ke dalam rumah, karena air dapat mengalir melalui sela-sela lantai rumah dan membantu mempercepat pengeringan rumah.



## DAFTAR PUSTAKA

Alimuddin, A. 2008. Mikrobiologi Dasar I. Makassar : FMIPA UNM.

Anonim. 2007. *Alternaria sp.*

[http://www.caltexmoldservices.com/section/mold\\_library/alternaria/alternaria\\_sp/](http://www.caltexmoldservices.com/section/mold_library/alternaria/alternaria_sp/)

diunduh pada tanggal 7 Juni 2011 pukul 14.11 WIB

Anonim. 1996. *Guidelines for Good Indoor Air Quality in Office Premises*. IEE and WHO. Singapore

Anonim. 2006. *The Significance of Airborne Cladosporium in Indoor Air Quality*.

<http://www.moldbacteria.com/newsletters/2006/jan2006.html> diunduh pada tanggal 7

Juni 2011 pukul 14.12 WIB

ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerator, and Air Conditioning Engineers*). 1989. ANSI/ASHRAE Standard 62-1989. *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. Atlanta: *American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc.*

Baker, M.C. 1969. CBD-111. Decay of Wood. <http://irc.nrc-nrc.gc.ca/cbd/cbd111e.html> diunduh pada 6 desember 2010 pukul 07.35 WIB

Baxter, D.M., Perkins, J.L., McGhee, C.R., Shelter, J.M. 2005. *A Regional Comparison of Mold Spore Concentration Outdoors and Inside "Clean" and "Mold Contaminated"*. *Southern California Buildings. Journal Occupation Environ Hygene*. P.8-18

Burge, H.A. 2001. *Indoor Air Quality Handbook*. New York : *McGraw-Hill Book Company*

Burrell, R. 1991. *Microbiological Agents As Health Risks in Indoor Air*. *Environmental Health Perspectives* vol. 95: 29-34.

Bush, R. K., Portnoy, J. M., Saxon, A., Terr, Al., Wood, R. A. 2006. *The Medical effects of mold exposure*. *J Allergy Clin Immunol* 117(2): 326-333

- Cousin, D. M., and Collet, C. W. *Indoor air quality in 12 schools: a case study. The Human Equation: health and Comfort. American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers.* Atlanta, GA, 1989, pp. 104-113
- Dales, R. E., Cakmak, S., Judek, S., Dann, T., Coates, F., Brook, J. R., et al. 2004. *Influence of outdoor aeroallergens on hospitalization for asthma in Canada. J Allergy Clin Immunol* 113(2) : 303-306
- Delfino, R. J., Zeiger, R. S., Seltzer, J. M., Street, D. H., Matteucci, R. M., Anderson. P. R., et al. 1997. *The Effect of Outdoor Fungal Spores Concentrations on Daily asthma Severity. Environ Health Perspect* 105 : 622-635
- Dutkiewicz, J., Jablonkski, L., Olenchock, S. A. 1998. *Occupational Biohazards: a Review. Am. J. Ind. Med.* p : 605-603
- EPA (Environmental Protection Agency). 1991. EPA publication number 400/1-91/003). <http://www.cdc.gov/niosh/baqtoc.html> diunduh pada tanggal 27 desember 2010 pukul 21.33 WIB
- EPA (Environmental Protection Agency). 2001. *Building Air Quality A Guide for Building Owners and Facility Managers.* <http://www.epa.gov/iaq/pubs/ventilat.html>. diunduh pada tanggal 22 Mei 2011 pukul 21.11 WIB.
- EPA (Environmental Protection Agency). 2003. *Moisture, Mold and Mildew.* [http://www.epa.gov/iaq/largebldgs/pdf\\_files/appenc.pdf](http://www.epa.gov/iaq/largebldgs/pdf_files/appenc.pdf). diunduh pada tanggal 22 Mei 2011 pukul 21.26 WIB.
- Fajar, I., et al. 2009. *Statistika Untuk Praktisi Kesehatan.* Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Gotz, D.E., Layton, N.J., Pirages, S.W. 2003. *Indoor Health: Background Level of Fungi.* AIHA. P.427-438
- Hatch, E., & Farhady, H. 1981. *Research Design & Statistics for Applied Linguistic.* Tehran : Rahnama Publication.

<http://digilib.petra.ac.id/viewer.php?page=1&submit.x=15&submit.y=11&submit=next&qual=high&submitval=next&fname=%2Fjunker%2Fs1%2Fdesi%2F2009%2Fjunker-ns-s1-2009-41406151-12836-pramita-chapter2.pdf> diunduh pada tanggal 27 november pukul 15.26 WIB.

[http://www.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/Potato\\_Dextrose\\_Agar.pdf](http://www.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/Potato_Dextrose_Agar.pdf) diunduh pada tanggal 27 november 2010 pukul 15.33 WIB

[http://www.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/Tryptic\\_Soy\\_Agar.pdf](http://www.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/Tryptic_Soy_Agar.pdf) diunduh pada tanggal 27 november 2010 pukul 15.40 WIB

IAQ (Indoor Air Quality). *Bacteria in Indoor Environment*. Singapore. <http://www.iaqsg.com/bacteria-in-indoor-environment.html> diunduh pada 27 november 2010 pukul 15.20 WIB

IOM (Institute of Medicine). 2004. *Damp Indoor spaces and Health*. Washington DC : National Academis Press.

Iswanto, A.H. 2009. Identifikasi jamur perusak kayu. Sumatera : USU.

Jarvis, B.B., Miller, J.D. 2005. Mycotoxin as Harmfull Indoor Air Contaminants. *Appl Microbial Biotechnol.* p : 367-372

Lebowitz, M. 1991. *Biological Responses in Indoor Air Contaminants*. USA

NIOSH (National Institute of Safety and Health)/EPA (Environmental Protection Agency). *Factor Affecting Indoor Air Quality*. diunduh pada tanggal 27 desember 2010 pukul 21.33 WIB (NIOSH publication number 91-114 atau EPA publication number 400/1-91/003).

[http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/sec\\_2.pdf](http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/sec_2.pdf)

NIOSH (National Institute of Safety and Health)/EPA (Environmental Protection Agency). *Moisture, Mold, and Mildew*. diunduh pada tanggal 27 desember 2010

- pukul 21.36 (NIOSH publication number 91-114 atau EPA publication number 400/1-91/003). <http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/appenc.pdf>
- N.B.,Marbun.2010.<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/905/1/08E00913.pdf>  
diunduh pada 27 November 2010 pukul 09:43
- Nevalainen, A.,Pasanen, A.L., Niininen, M., *et al.* 1991. *The Indoor Air Quality in Finish Homes with Mold Problem. Environment International* 17, p.299-301
- Nevers, N. (2000). *Air pollution control engineering*. New York : McGraw\_Hill
- Pastuzka, *et al.* 2000. *Bacterial and Fungal Aerosol in Indoor Environment in Upper Silesia, Poland. Atmospheric Environment*. p.3833-3842
- Pelezar, M.J., Chan. 1998. *Microbiology*, Mc. Graw ppl Book Co. Inc.
- Pemerintah Jakarta Utara. Profil Wilayah Jakarta Utara. <http://utara.jakarta.go.id/>  
dunduh pada 22 November 2010 pukul 20.15
- Portnoy, J. M., Kwak, K., Dowling, P., Vandosdol, T., Barnes, C. 2005. *Health Effect of Indoor Fungi. Ann Allergy Asthma Immunol* 94(3) : 313-319
- Pudjiastuti, L. 1998. *Kualitas udara dalam ruang*. Depok : FKM UI.
- Riyanto, A. 2010. *Aplikasi Metodologi Penelitian Kesehatan*. Bandung : Nuha Medika.
- Robbins, C. A., Swenson, L. J., Nealley, M. L., Gots, R. E., Kelman, B. J. 2000. *Health Effects of Micotoxins in Indoor Air : A Critical Review. Appl Occup Environ Hyg*. p. 773-784
- Salle, A.J. 1961. *Fundamental Principles of Bacteriology*. New York : McGraw-Hill Book Company  
<http://www.archive.org/stream/fundamentalprinc029784mbp#page/n29/mode/2up>  
diunduh pada tanggal 28 November 2010

- Simoni, M., Lombardi, E., Berti, G., Rusconi, F. *Et al.* 2004. *Mould/Dampness Exposure at Home is associated with respiratory Disorder in Italian Children and Adolescents : the SIDRIA-2 Study.* *Occup Environ Med* p: 616-622
- Solomon, Gina M., Koski, Mervi H., Ellman, Miriam R., Hammond, S. Katharine. *Airborne mold and endotoxin concentrations in new orleans, louisiana, after flooding, october through november 2005.* *Environ Health Perspect* 114, 2006, p.1883-1889.
- Spengler, J. 2001. *Indoor Air Quality Handbook.* New York : McGraw-Hill.
- Stevens, J.D. 2004. *Fungi in the Domestic Environment and Community Settings- Association with Health Problems. The International Scientific Forum on Home Hygiene (IFH).*
- Sugiyono. 2009. *Statistika Untuk Penelitian.* Bandung : Alfabeta.
- Suma'mur, P. K. 1986. *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja.* Jakarta : PT. Gunung Agung
- Tambunan, B. dan Dodi, Nandika. 1989. *Deteriorasi Kayu oleh Faktor Biologis.* IPB-Press. Bogor
- Trisna, Priadi. 2005. *Pelapukan Kayu Oleh Jamur dan Strategi Pengendaliannya.* Institut Pertanian Bogor. [http://www.rudycr.com/PPS702-ipb/09145/tisna\\_priadi.pdf](http://www.rudycr.com/PPS702-ipb/09145/tisna_priadi.pdf) diunduh pada tanggal 28 November 2010
- WHO (World Health Organization). 2009. *Guidelines for Indoor Air Quality : Dampness and Mould.*  
[http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0017/43325/E92645.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0017/43325/E92645.pdf) diunduh pada tanggal 7 Juni 2011 pukul 14.56 WIB.

## Lampiran 1

### Suhu dan Kelembaban pada Rumah Kayu

	Kayu 1		Kayu 2		Kayu 3	
	Suhu ( <sup>0</sup> C)	Kelembaban (%)	Suhu ( <sup>0</sup> C)	Kelembaban (%)	Suhu ( <sup>0</sup> C)	Kelembaban (%)
<b>Bakteri</b>	33,6	68	36	67	36,2	65
	34,1	67	33,2	69	33,7	68
	27,3	92	27,2	93	27,6	94
	33,3	74	32,8	70	33,1	70
<b>Jamur</b>	33,6	68	36	67	36,2	65
	32,1	75	33,2	69	33,7	68
	27,3	92	30,3	78	27,6	94
	33,3	74	32,8	70	33,1	70

## Lampiran 2

### Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Beton

	Beton 1		Beton 2		Beton 3	
	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Kelembaban (%)	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Kelembaban (%)	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Kelembaban (%)
<b>Bakteri</b>	36	67	36,2	65	36	67
	32,1	74	33,1	66	32,8	71
	27,2	93	27,1	94	30,8	78
	32,2	61	32	68	33,3	68
<b>Jamur</b>	31,9	79	31,3	74	30,8	78
	33,6	61	33,1	80	32,8	71
	27,2	93	27,1	94	27,9	88
	32,2	74	32	68	33,3	68

### Lampiran 3

#### PERATURAN GUBERNUR DKI NOMOR 52 TAHUN 2006 BAKU MUTU UDARA DALAM RUANG

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu
1	Suhu dan Kelembaban - Suhu - Kelembaban		18 – 26 <sup>0</sup> C 40% - 60%
2	Debu - Debu total - Asbes bebas	8 jam 8 jam	0,15 mg/m <sup>3</sup> 5 serat/ml udara dan panjang serat > 5 μm
3	Pertukaran udara		0,283 m <sup>3</sup> /menit/aur dengan laju ventilasi : 0,15-0,25 m/detik
4	Bahan Pencemar - Asam Sulfida (H <sub>2</sub> S) - Amonia (NH) - Karbon Monoksida (CO) - Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> ) - Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	8 jam 8 jam 8 jam 8 jam 8 jam	1 mg/m <sup>3</sup> 17 mg/m <sup>3</sup> (25 ppm) 29 mg/m <sup>3</sup> (25 ppm) 5,60 mg/m <sup>3</sup> (3,0 ppm) 5,2 mg/m <sup>3</sup> (2 ppm)
5	Mikrobiologi - Angka kuman - Kuman patogen		< 700 koloni/m <sup>3</sup> udara Tidak ada

## Lampiran 4

## Hasil Sampling Bakteri pada Rumah Kayu

BAKTERI	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
	Kayu 1	27/04/11	12	7	424,03	247,35	335,69
Kayu 2	27/04/11	12	24	424,03	848,06	636,04	
Kayu 3	27/04/11	30	12	1060,07	424,03	742,05	

BAKTERI	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
	Kayu 1	07/02/2011	18	18	636,04	636,04	636
Kayu 2	07/02/2011	6	7	212,01	247,35	229,68	
Kayu 3	07/02/2011	27	39	954,06	1378,09	1166	

BAKTERI	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
	Kayu 1	28/02/2011	7	11	247	389	318
Kayu 2	28/02/2011	6	2	212	71	141	
Kayu 3	28/02/2011	52	83	1837	2933	2385	

BAKTERI	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
	Kayu 1	07/03/2011	7	6	247	212	229,68
Kayu 2	07/03/2011	10	18	353	636	494,70	
Kayu 3	07/03/2011	90	98	3180	3463	3321,55	

## Lampiran 5

## Hasil Sampling Jamur pada Rumah Kayu

JAMUR	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
	Kayu 1	27/04/11	15	12	530,0353	424,0283	477,03
Kayu 2	27/04/11	55	45	1943,463	1590,106	1766,78	
Kayu 3	27/04/11	76	66	2685,512	2332,155	2508,83	

JAMUR	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
	Kayu 1	07/02/2011	12	7	424,03	247,35	335,69
Kayu 2	07/02/2011	47	84	1660,78	2968,20	2314,49	
Kayu 3	07/02/2011	42	43	1484,10	1519,43	1501,77	

JAMUR	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
	Kayu 1	28/02/2011	17	11	600,71	388,69	494,70
Kayu 2	28/02/2011	87	73	3074,20	2579,51	2826,86	
Kayu 3	28/02/2011	113	98	3992,93	3462,90	3727,92	

JAMUR	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
	Kayu 1	07/03/2011	20	26	706,7	918,7	812,72
Kayu 2	07/03/2011	33	50	1166,1	1766,8	1466,43	
Kayu 3	07/03/2011	141	180	4982,33	6360,42	5671,38	

## Lampiran 6

### Hasil Sampling Bakteri pada Rumah Beton

BAKTERI	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
	Beton 1	27/04/11	12	14	424,0283	494,6996	459,36
	Beton 2	27/04/11	9	16	318,0212	565,371	441,70
	Beton 3	27/04/11	27	13	954,0636	459,364	706,71

BAKTERI	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
	Beton 1	07/02/2011	9	15	318,02	530,04	424,03
	Beton 2	07/02/2011	12	10	424,03	353,36	388,69
	Beton 3	07/02/2011	35	58	1236,75	2049,47	1643,11

BAKTERI	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
	Beton 1	28/02/2011	8	3	282,69	106,01	194,35
	Beton 2	28/02/2011	9	14	318,02	494,70	406,36
	Beton 3	28/02/2011	22	46	777,39	1625,44	1201,41

BAKTERI	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
	Beton 1	07/03/2011	21	-	742,05	0,00	371,02
	Beton 2	07/03/2011	26	24	918,73	848,06	883,39
	Beton 3	07/03/2011	36	11	1272,08	388,69	830,39

## Lampiran 7

## Hasil Sampling Jamur pada Rumah Beton

JAMUR	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m3		CFU/m3 rata-rata
	Beton 1	27/04/11	37	68	1307,42	2402,83	1855,12
	Beton 2	27/04/11	46	47	1625,44	1660,78	1643,11
	Beton 3	27/04/11	129		4558,30	0,00	2279,15

JAMUR	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m3		CFU/m3 rata-rata
	Beton 1	07/02/2011	32	28	1130,74	989,40	1060,07
	Beton 2	07/02/2011	33	83	1166,08	2932,86	2049,47
	Beton 3	07/02/2011	38	38	1342,76	1342,76	1342,76

JAMUR	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m3		CFU/m3 rata-rata
	Beton 1	28/02/2011	43	50	1519,43	1766,78	1643,11
	Beton 2	28/02/2011	31	39	1095,41	1378,09	1236,75
	Beton 3	28/02/2011	100	101	3533,57	3568,90	3551,24

JAMUR	Lokasi	Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m3		CFU/m3 rata-rata
	Beton 1	07/03/2011	100		3533,57	0,00	1766,78
	Beton 2	07/03/2011	81		2862,19	0,00	1431,10
	Beton 3	07/03/2011	28	54	989,40	1908,13	1448,76

## Lampiran 8

### Hasil Sampling Bakteri dan Jamur Luar Ruangan

Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
27/04/11	9	12	318,02	424,03	371,02
27/04/11	10	1	353,36	35,34	194,35

Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
07/02/2011	9	9	318,02	318,02	318,02
07/02/2011	14	-	494,70	0,00	247,35

Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
28/02/2011	9	9	318,02	318,02	318,02
28/02/2011	17	14	600,71	494,70	547,70

Tanggal Pengambilan	CFU		CFU/m <sup>3</sup>		CFU/m <sup>3</sup> rata-rata
07/03/2011	12	8	424,03	282,69	353,36
07/03/2011	17	20	600,71	706,71	653,71

### Lampiran 9

#### Jumlah Bakteri dan Jamur Berdasarkan Waktu Sampling pada Rumah Kayu

Tanggal Sampling	Konsentrasi Bakteri			Keterangan
	Kayu 1	Kayu 2	Kayu 3	
07/02/2011	636,04	229,68	1166,08	2 Hari Pasca Banjir
28/02/2011	318,02	141,34	2385,16	1 Hari Pasca Banjir
07/03/2011	229,68	494,7	3321,55	Baru Surut
27/04/2011	335,69	636,04	742,05	5 Hari Pasca Banjir

Tanggal Sampling	Konsentrasi Jamur			Keterangan
	Kayu 1	Kayu 2	Kayu 3	
07/02/2011	335,69	2314,49	1501,77	2 Hari Pasca Banjir
28/02/2011	494,7	2826,86	3727,92	1 Hari Pasca Banjir
07/03/2011	812,72	1466,43	5671,38	Baru Surut
27/04/2011	477,03	1766,78	2508,83	5 Hari Pasca Banjir

### Lampiran 10

#### Jumlah Bakteri dan Jamur Berdasarkan Waktu Sampling pada Rumah Beton

Tanggal Sampling	Konsentrasi Bakteri			Keterangan
	Beton 1	Beton 2	Beton 3	
07/02/2011	424,03	388,69	1643,11	2 Hari Pasca Banjir
28/02/2011	194,35	406,36	1201,41	1 Hari Pasca Banjir
07/03/2011	371,02	883,39	830,39	Baru Surut
27/04/2011	459,36	441,7	706,71	5 Hari Pasca Banjir

Tanggal Sampling	Konsentrasi Bakteri			Keterangan
	Beton 1	Beton 2	Beton 3	
07/02/2011	1855,12	1643,11	2279,15	2 Hari Pasca Banjir
28/02/2011	2508,83	2049,47	1342,76	1 Hari Pasca Banjir
07/03/2011	1643,11	1236,75	3551,24	Baru Surut
27/04/2011	1766,78	1431,1	1448,76	5 Hari Pasca Banjir

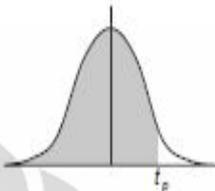
## Lampiran 11

## Distribusi t pada Beberapa Level Probabilitas

Distribusi t-student

Sebaran t-Student

Nilai persentil untuk distribusi t  
 $v = dk$   
 (Bilangan dalam badan tabel menyatakan  $t_p$ )



v	t												
	0.9995	0.995	0.99	0.975	0.95	0.9	0.8	0.75	0.7	0.6	0.55	0.5	
1	638.819	63.657	31.821	12.708	6.314	3.078	1.378	1.000	0.727	1.000	0.325	0.158	0.000
2	31.599	9.925	6.965	4.303	2.920	1.888	1.061	0.816	0.617	0.816	0.289	0.142	0.000
3	12.924	5.841	4.541	3.182	2.353	1.638	0.978	0.765	0.584	0.765	0.277	0.137	0.000
4	8.610	4.604	3.747	2.776	2.132	1.533	0.941	0.741	0.589	0.741	0.271	0.134	0.000
5	6.869	4.032	3.365	2.571	2.015	1.476	0.920	0.727	0.559	0.727	0.267	0.132	0.000
6	5.959	3.707	3.143	2.447	1.943	1.440	0.906	0.718	0.553	0.718	0.265	0.131	0.000
7	5.408	3.499	2.998	2.365	1.895	1.415	0.896	0.711	0.549	0.711	0.263	0.130	0.000
8	5.041	3.355	2.896	2.306	1.860	1.397	0.889	0.706	0.546	0.706	0.262	0.130	0.000
9	4.781	3.250	2.821	2.262	1.833	1.383	0.883	0.703	0.543	0.703	0.261	0.129	0.000
10	4.587	3.169	2.764	2.228	1.812	1.372	0.879	0.700	0.542	0.700	0.260	0.129	0.000
11	4.437	3.106	2.718	2.201	1.796	1.363	0.876	0.697	0.540	0.697	0.260	0.129	0.000
12	4.318	3.055	2.681	2.179	1.782	1.356	0.873	0.695	0.539	0.695	0.259	0.128	0.000
13	4.221	3.012	2.650	2.160	1.771	1.350	0.870	0.694	0.538	0.694	0.259	0.128	0.000
14	4.140	2.977	2.624	2.145	1.761	1.345	0.868	0.692	0.537	0.692	0.258	0.128	0.000
15	4.073	2.947	2.602	2.131	1.753	1.341	0.866	0.691	0.536	0.691	0.258	0.128	0.000
16	4.015	2.921	2.583	2.120	1.746	1.337	0.865	0.690	0.535	0.690	0.258	0.128	0.000
17	3.965	2.898	2.567	2.110	1.740	1.333	0.863	0.689	0.534	0.689	0.257	0.128	0.000
18	3.922	2.878	2.552	2.101	1.734	1.330	0.862	0.688	0.534	0.688	0.257	0.127	0.000
19	3.883	2.861	2.539	2.093	1.729	1.328	0.861	0.688	0.533	0.688	0.257	0.127	0.000
20	3.850	2.845	2.528	2.086	1.725	1.325	0.860	0.687	0.533	0.687	0.257	0.127	0.000
21	3.819	2.831	2.518	2.080	1.721	1.323	0.859	0.686	0.532	0.686	0.257	0.127	0.000
22	3.792	2.819	2.508	2.074	1.717	1.321	0.858	0.686	0.532	0.686	0.256	0.127	0.000
23	3.768	2.807	2.500	2.069	1.714	1.319	0.858	0.685	0.532	0.685	0.256	0.127	0.000
24	3.745	2.797	2.492	2.064	1.711	1.318	0.857	0.685	0.531	0.685	0.256	0.127	0.000
25	3.725	2.787	2.485	2.060	1.708	1.316	0.856	0.684	0.531	0.684	0.256	0.127	0.000
26	3.707	2.779	2.479	2.056	1.706	1.315	0.856	0.684	0.531	0.684	0.256	0.127	0.000
27	3.690	2.771	2.473	2.052	1.703	1.314	0.855	0.684	0.531	0.684	0.256	0.127	0.000
28	3.674	2.763	2.467	2.048	1.701	1.313	0.855	0.683	0.530	0.683	0.256	0.127	0.000
29	3.659	2.756	2.462	2.045	1.699	1.311	0.854	0.683	0.530	0.683	0.256	0.127	0.000
30	3.646	2.750	2.457	2.042	1.697	1.310	0.854	0.683	0.530	0.683	0.256	0.127	0.000
40	3.551	2.704	2.423	2.021	1.684	1.303	0.851	0.681	0.529	0.681	0.255	0.126	0.000
60	3.480	2.680	2.390	2.000	1.671	1.296	0.848	0.679	0.527	0.679	0.254	0.126	0.000
120	3.373	2.617	2.358	1.980	1.658	1.289	0.845	0.677	0.526	0.677	0.254	0.126	0.000
∞	2.581	2.330	1.962	1.646	1.282	1.282	1.282	1.282	0.842	0.675	0.525	0.253	0.126

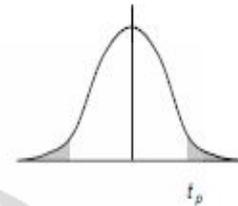
Lampiran 11

Distribusi t pada Beberapa Level Probabilitas (Lanjut)

Distribusi t-student

Sebaran t-Student

Nilai persentil untuk distribusi t (dua arah)  
 $v = dk$   
 Bilangan dalam badan tabel menyatakan nilai  $t_p$  pada nilai  $\alpha/2$



v	t												
	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.158	0.325	0.510	0.727	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	0.142	0.289	0.445	0.617	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.599
3	0.137	0.277	0.424	0.584	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924
4	0.134	0.271	0.414	0.569	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	0.132	0.267	0.408	0.559	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869
6	0.131	0.265	0.404	0.553	0.718	0.908	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	0.130	0.263	0.402	0.549	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408
8	0.130	0.262	0.399	0.546	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	0.129	0.261	0.398	0.543	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.282	2.821	3.250	4.781
10	0.129	0.260	0.397	0.542	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	0.129	0.260	0.396	0.540	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	0.128	0.259	0.395	0.539	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	0.128	0.259	0.394	0.538	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	0.128	0.258	0.393	0.537	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	0.128	0.258	0.393	0.536	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	0.128	0.258	0.392	0.535	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	0.128	0.257	0.392	0.534	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	0.127	0.257	0.392	0.534	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	0.127	0.257	0.391	0.533	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	0.127	0.257	0.391	0.533	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	0.127	0.257	0.391	0.532	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	0.127	0.256	0.390	0.532	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	0.127	0.256	0.390	0.532	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.768
24	0.127	0.256	0.390	0.531	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	0.127	0.256	0.390	0.531	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	0.127	0.256	0.390	0.531	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	0.127	0.256	0.389	0.531	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	0.127	0.256	0.389	0.530	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	0.127	0.256	0.389	0.530	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	0.127	0.256	0.389	0.530	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
40	0.126	0.255	0.388	0.529	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551
60	0.126	0.254	0.387	0.527	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.460
120	0.126	0.254	0.386	0.526	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.373
∞	2.581	2.330	1.962	1.646	1.282	1.282	1.282	1.282	0.842	0.675	0.525	0.253	0.126

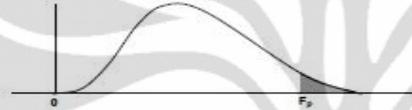
## Lampiran 12

### Nilai Distribusi F

Distribusi F

#### Sebaran Fisher

Nilai persentil untuk distribusi F  
 $v = dk$   
 (Bilangan dalam daftar tabel menyatakan  $F_p$ )



v2 = dk penyebut	v1 = dk pembilang																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞			
1	0.100	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44	59.86	60.19	60.47	60.71	61.07	61.35	61.74	62.00	62.26	62.53	62.69	62.90	63.01	63.17	63.26	63.32		
0.050	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.0	243.9	245.4	246.5	248.0	249.1	250.1	251.1	251.8	252.6	253.0	253.7	254.1	254.3	254.3		
0.025	647.8	799.5	864.2	899.6	921.8	937.1	948.2	956.7	963.3	968.6	973.0	976.7	982.5	986.9	993.1	997.2	1001	1006	1008	1011	1013	1016	1017	1018	1018		
0.010	4052	4999	5403	5625	5764	5859	5928	5981	6022	6056	6083	6106	6143	6170	6209	6235	6261	6287	6303	6324	6334	6350	6360	6366	6366		
0.005	16211	19999	21615	22500	23056	23437	23715	23925	24091	24224	24334	24426	24572	24681	24836	24940	25044	25148	25211	25295	25337	25401	25439	25463	25463		
2	0.100	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39	9.40	9.41	9.42	9.43	9.44	9.45	9.46	9.47	9.47	9.48	9.48	9.49	9.49	9.49		
0.050	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.48	19.49	19.49	19.49	19.49	19.50		
0.025	38.51	39.00	39.17	39.25	39.30	39.33	39.36	39.37	39.39	39.40	39.41	39.41	39.43	39.44	39.46	39.46	39.46	39.47	39.48	39.48	39.49	39.49	39.49	39.50	39.50		
0.010	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40	99.41	99.42	99.43	99.44	99.45	99.46	99.47	99.47	99.48	99.49	99.49	99.49	99.50	99.50	99.50		
0.005	198.50	199.00	199.17	199.25	199.30	199.33	199.36	199.37	199.39	199.40	199.41	199.42	199.43	199.44	199.45	199.46	199.47	199.47	199.48	199.49	199.49	199.49	199.50	199.50	199.50		
3	0.100	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23	5.22	5.22	5.20	5.18	5.18	5.17	5.16	5.15	5.15	5.14	5.14	5.14	5.13	5.13		
0.050	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.71	8.69	8.66	8.64	8.62	8.59	8.58	8.56	8.55	8.54	8.54	8.53	8.53		
0.025	17.44	16.04	15.44	15.10	14.88	14.73	14.62	14.54	14.47	14.42	14.37	14.34	14.28	14.23	14.17	14.12	14.08	14.04	14.01	13.97	13.96	13.93	13.91	13.90			
0.010	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35	27.23	27.13	27.05	26.92	26.83	26.69	26.60	26.50	26.41	26.35	26.28	26.24	26.18	26.15	26.13			
0.005	55.55	49.80	47.47	46.19	45.39	44.84	44.43	44.13	43.88	43.69	43.52	43.39	43.17	43.01	42.78	42.62	42.47	42.31	42.21	42.09	42.02	41.93	41.87	41.83			
4	0.100	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92	3.91	3.90	3.88	3.86	3.84	3.83	3.82	3.80	3.80	3.78	3.78	3.77	3.76	3.76		
0.050	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.87	5.84	5.80	5.77	5.75	5.72	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64	5.63			
0.025	12.22	10.65	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90	8.84	8.79	8.75	8.68	8.63	8.56	8.51	8.46	8.41	8.38	8.34	8.32	8.29	8.27	8.26			
0.010	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.45	14.37	14.25	14.15	14.02	13.93	13.84	13.75	13.69	13.61	13.58	13.52	13.49	13.46			
0.005	31.33	26.28	24.26	23.15	22.46	21.97	21.62	21.35	21.14	20.97	20.82	20.70	20.51	20.37	20.17	20.03	19.89	19.75	19.67	19.55	19.50	19.41	19.36	19.33			
5	0.100	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.30	3.28	3.27	3.25	3.23	3.21	3.19	3.17	3.16	3.15	3.13	3.13	3.12	3.11	3.11		
0.050	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.64	4.60	4.56	4.53	4.50	4.46	4.44	4.42	4.41	4.39	4.37	4.37			
0.025	10.01	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68	6.62	6.57	6.52	6.46	6.40	6.33	6.28	6.23	6.18	6.14	6.10	6.08	6.05	6.03	6.02			
0.010	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.96	9.89	9.77	9.68	9.55	9.47	9.38	9.29	9.24	9.17	9.13	9.08	9.04	9.02			
0.005	22.78	18.31	16.53	15.56	14.94	14.51	14.20	13.96	13.77	13.62	13.49	13.38	13.21	13.08	12.90	12.78	12.66	12.53	12.45	12.35	12.30	12.22	12.17	12.15			
6	0.100	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94	2.92	2.90	2.88	2.86	2.84	2.82	2.80	2.78	2.77	2.75	2.75	2.73	2.72	2.72		
0.050	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.96	3.92	3.87	3.84	3.81	3.77	3.75	3.73	3.71	3.69	3.68	3.67			
0.025	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52	5.46	5.41	5.37	5.30	5.24	5.17	5.12	5.07	5.01	4.98	4.94	4.92	4.88	4.86	4.85			
0.010	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.79	7.72	7.60	7.52	7.40	7.31	7.23	7.14	7.09	7.02	6.99	6.93	6.90	6.88			
0.005	18.63	14.54	12.92	12.03	11.46	11.07	10.79	10.57	10.39	10.25	10.13	10.03	9.88	9.76	9.59	9.47	9.36	9.24	9.17	9.07	9.03	8.95	8.91	8.88			
7	0.100	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70	2.68	2.67	2.64	2.62	2.59	2.58	2.56	2.54	2.52	2.51	2.50	2.48	2.47	2.47		
0.050	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.53	3.49	3.44	3.41	3.38	3.34	3.32	3.29	3.27	3.25	3.24	3.23			
0.025	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82	4.76	4.71	4.67	4.60	4.54	4.47	4.41	4.36	4.31	4.28	4.23	4.21	4.18	4.16	4.14			
0.010	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.54	6.47	6.36	6.28	6.16	6.07	5.99	5.91	5.86	5.79	5.75	5.70	5.67	5.65			
0.005	16.24	12.40	10.88	10.05	9.52	9.16	8.89	8.68	8.51	8.38	8.27	8.18	8.03	7.91	7.75	7.64	7.53	7.42	7.35	7.26	7.22	7.15	7.10	7.08			
8	0.100	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54	2.52	2.50	2.48	2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.35	2.33	2.32	2.31	2.30	2.29		
0.050	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.24	3.20	3.15	3.12	3.08	3.04	3.02	2.99	2.97	2.95	2.94	2.93			
0.025	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36	4.30	4.24	4.20	4.13	4.08	4.00	3.95	3.89	3.84	3.81	3.76	3.74	3.70	3.68	3.67			
0.010	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.73	5.67	5.56	5.48	5.36	5.28	5.20	5.12	5.07	5.00	4.96	4.91	4.88	4.86			
0.005	14.69	11.04	9.60	8.81	8.30	7.95	7.69	7.50	7.34	7.21	7.10	7.01	6.87	6.76	6.61	6.50	6.40	6.29	6.22	6.13	6.09	6.02	5.98	5.95			

Lampiran 12

Nilai Distribusi F (Lanjutan)

Distribusi F

v2 = dk penyebut		v1 = dk pembilang																											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞				
9	0.100	3.36	3.01	2.81	2.66	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42	2.40	2.38	2.35	2.33	2.30	2.28	2.25	2.23	2.22	2.20	2.19	2.17	2.17	2.16				
	0.050	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.03	2.99	2.94	2.90	2.86	2.83	2.80	2.77	2.76	2.73	2.72	2.71				
	0.025	7.21	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.10	4.03	3.96	3.91	3.87	3.80	3.74	3.67	3.61	3.56	3.51	3.47	3.43	3.40	3.37	3.35	3.33				
	0.010	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	5.18	5.11	5.01	4.92	4.81	4.73	4.65	4.57	4.52	4.45	4.41	4.36	4.33	4.31				
	0.005	13.61	10.11	8.72	7.95	7.47	7.13	6.88	6.69	6.54	6.42	6.31	6.23	6.09	5.98	5.83	5.73	5.62	5.52	5.45	5.37	5.32	5.26	5.21	5.19				
10	0.100	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32	2.30	2.28	2.26	2.23	2.20	2.18	2.16	2.13	2.12	2.10	2.09	2.07	2.06	2.06				
	0.050	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.86	2.83	2.77	2.74	2.70	2.66	2.64	2.60	2.59	2.56	2.55	2.54				
	0.025	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78	3.72	3.66	3.62	3.55	3.50	3.42	3.37	3.31	3.26	3.22	3.18	3.15	3.12	3.09	3.08				
	0.010	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.77	4.71	4.60	4.52	4.41	4.33	4.25	4.17	4.12	4.05	4.01	3.96	3.93	3.91				
	0.005	12.83	9.43	8.08	7.34	6.87	6.54	6.30	6.12	5.97	5.85	5.75	5.66	5.53	5.42	5.27	5.17	5.07	4.97	4.90	4.82	4.77	4.71	4.67	4.64				
11	0.100	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27	2.25	2.23	2.21	2.18	2.16	2.12	2.10	2.08	2.05	2.04	2.02	2.01	1.99	1.98	1.97				
	0.050	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.74	2.70	2.65	2.61	2.57	2.53	2.51	2.47	2.46	2.43	2.42	2.41				
	0.025	6.72	5.26	4.63	4.28	4.04	3.88	3.76	3.66	3.59	3.53	3.47	3.43	3.36	3.30	3.23	3.17	3.12	3.06	3.03	2.98	2.96	2.92	2.90	2.88				
	0.010	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.46	4.40	4.29	4.21	4.10	4.02	3.94	3.86	3.81	3.74	3.71	3.66	3.62	3.60				
	0.005	12.23	8.91	7.60	6.88	6.42	6.10	5.86	5.68	5.54	5.42	5.32	5.24	5.10	5.00	4.86	4.76	4.65	4.55	4.49	4.40	4.36	4.29	4.25	4.23				
12	0.100	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19	2.17	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04	2.01	1.99	1.97	1.95	1.94	1.92	1.91	1.90				
	0.050	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.64	2.60	2.54	2.51	2.47	2.43	2.40	2.37	2.35	2.32	2.31	2.30				
	0.025	6.55	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.44	3.37	3.32	3.28	3.21	3.15	3.07	3.02	2.96	2.91	2.87	2.82	2.80	2.76	2.74	2.73				
	0.010	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.22	4.16	4.05	3.97	3.86	3.78	3.70	3.62	3.57	3.50	3.47	3.41	3.38	3.36				
	0.005	11.75	8.51	7.23	6.52	6.07	5.76	5.52	5.35	5.20	5.09	4.99	4.91	4.77	4.67	4.53	4.43	4.33	4.23	4.17	4.08	4.04	3.97	3.93	3.91				
13	0.100	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16	2.14	2.12	2.10	2.07	2.04	2.01	1.98	1.96	1.93	1.92	1.89	1.88	1.86	1.85	1.85				
	0.050	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.55	2.51	2.46	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23	2.22	2.21				
	0.025	6.41	4.97	4.35	4.00	3.77	3.60	3.48	3.39	3.31	3.25	3.20	3.15	3.08	3.03	2.95	2.89	2.84	2.78	2.74	2.70	2.67	2.63	2.61	2.60				
	0.010	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	4.02	3.96	3.86	3.78	3.66	3.59	3.51	3.43	3.38	3.31	3.27	3.22	3.19	3.17				
	0.005	11.37	8.19	6.93	6.23	5.79	5.48	5.25	5.08	4.94	4.82	4.72	4.64	4.51	4.41	4.27	4.17	4.07	3.97	3.91	3.82	3.78	3.71	3.67	3.65				
14	0.100	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12	2.10	2.07	2.05	2.02	2.00	1.96	1.94	1.91	1.89	1.87	1.85	1.83	1.82	1.80	1.80				
	0.050	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.48	2.44	2.39	2.35	2.31	2.27	2.24	2.21	2.19	2.16	2.14	2.13				
	0.025	6.30	4.86	4.24	3.89	3.66	3.50	3.38	3.29	3.21	3.15	3.09	3.05	2.98	2.92	2.84	2.79	2.73	2.67	2.64	2.59	2.56	2.53	2.50	2.49				
	0.010	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86	3.80	3.70	3.62	3.51	3.43	3.35	3.27	3.22	3.15	3.11	3.06	3.03	3.01				
	0.005	11.06	7.92	6.68	6.00	5.56	5.26	5.03	4.86	4.72	4.60	4.51	4.43	4.30	4.20	4.06	3.96	3.86	3.76	3.70	3.61	3.57	3.50	3.46	3.44				
15	0.100	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06	2.04	2.02	1.99	1.96	1.92	1.90	1.87	1.85	1.83	1.80	1.79	1.77	1.76	1.76				
	0.050	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.42	2.38	2.33	2.29	2.25	2.20	2.18	2.14	2.12	2.10	2.08	2.07				
	0.025	6.20	4.77	4.15	3.80	3.58	3.41	3.29	3.20	3.12	3.06	3.01	2.96	2.89	2.84	2.76	2.70	2.64	2.59	2.55	2.50	2.47	2.44	2.41	2.40				
	0.010	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73	3.67	3.56	3.49	3.37	3.29	3.21	3.13	3.08	3.01	2.98	2.92	2.89	2.87				
	0.005	10.80	7.70	6.48	5.80	5.37	5.07	4.85	4.67	4.54	4.42	4.33	4.25	4.12	4.02	3.88	3.79	3.69	3.58	3.52	3.44	3.39	3.33	3.29	3.26				
16	0.100	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.01	1.99	1.95	1.93	1.89	1.87	1.84	1.81	1.79	1.77	1.76	1.74	1.73	1.72				
	0.050	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.37	2.33	2.28	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.07	2.04	2.02	2.01				
	0.025	6.12	4.69	4.08	3.73	3.50	3.34	3.22	3.12	3.05	2.99	2.93	2.89	2.82	2.76	2.68	2.63	2.57	2.51	2.47	2.42	2.40	2.36	2.33	2.32				
	0.010	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.62	3.55	3.45	3.37	3.26	3.18	3.10	3.02	2.97	2.90	2.86	2.81	2.78	2.75				
	0.005	10.58	7.51	6.30	5.64	5.21	4.91	4.69	4.52	4.38	4.27	4.18	4.10	3.97	3.87	3.73	3.64	3.54	3.44	3.37	3.29	3.25	3.18	3.14	3.11				
17	0.100	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03	2.00	1.98	1.96	1.93	1.90	1.86	1.84	1.81	1.78	1.76	1.74	1.73	1.71	1.69	1.69				
	0.050	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.33	2.29	2.23	2.19	2.15	2.10	2.08	2.04	2.02	1.99	1.97	1.96				
	0.025	6.04	4.62	4.01	3.66	3.44	3.28	3.16	3.06	2.98	2.92	2.87	2.82	2.75	2.70	2.62	2.56	2.50	2.44	2.41	2.35	2.33	2.29	2.26	2.25				
	0.010	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.52	3.46	3.35	3.27	3.16	3.08	3.00	2.92	2.87	2.80	2.76	2.71	2.68	2.65				
	0.005	10.38	7.35	6.16	5.50	5.07	4.78	4.56	4.39	4.25	4.14	4.05	3.97	3.84	3.75	3.61	3.51	3.41	3.31	3.25	3.16	3.12	3.05	3.01	2.99				

Lampiran 12

Nilai Distribusi F (Lanjutan)

Distribusi F

v2 = dk penyebut		v1 = dk pembilang																											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞				
18	0.100	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.98	1.95	1.93	1.90	1.87	1.84	1.81	1.78	1.75	1.74	1.71	1.70	1.68	1.67	1.66				
	0.050	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.29	2.25	2.19	2.15	2.11	2.06	2.04	2.00	1.98	1.95	1.93	1.92				
	0.025	5.98	4.56	3.95	3.61	3.38	3.22	3.10	3.01	2.93	2.87	2.81	2.77	2.70	2.64	2.56	2.50	2.44	2.38	2.35	2.30	2.27	2.23	2.20	2.19				
	0.010	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.43	3.37	3.27	3.19	3.08	3.00	2.92	2.84	2.78	2.71	2.68	2.62	2.59	2.57				
	0.005	10.22	7.21	6.03	5.37	4.96	4.66	4.44	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86	3.73	3.64	3.50	3.40	3.30	3.20	3.14	3.05	3.01	2.94	2.90	2.87				
19	0.100	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98	1.96	1.93	1.91	1.88	1.85	1.81	1.79	1.76	1.73	1.71	1.69	1.67	1.65	1.64	1.63				
	0.050	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.26	2.21	2.16	2.11	2.07	2.03	2.00	1.96	1.94	1.91	1.89	1.88				
	0.025	5.92	4.51	3.90	3.56	3.33	3.17	3.05	2.96	2.88	2.82	2.76	2.72	2.65	2.59	2.51	2.45	2.39	2.33	2.30	2.24	2.22	2.18	2.15	2.13				
	0.010	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.36	3.30	3.19	3.12	3.00	2.92	2.84	2.76	2.71	2.64	2.60	2.55	2.51	2.49				
	0.005	10.07	7.09	5.92	5.27	4.85	4.56	4.34	4.18	4.04	3.93	3.84	3.76	3.64	3.54	3.40	3.31	3.21	3.11	3.04	2.96	2.91	2.85	2.80	2.78				
20	0.100	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.98	1.94	1.91	1.89	1.86	1.83	1.79	1.77	1.74	1.71	1.69	1.66	1.65	1.63	1.62	1.61				
	0.050	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.22	2.18	2.12	2.08	2.04	1.99	1.97	1.93	1.91	1.88	1.86	1.84				
	0.025	5.87	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.84	2.77	2.72	2.68	2.60	2.55	2.46	2.41	2.35	2.29	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.09				
	0.010	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.29	3.23	3.13	3.05	2.94	2.86	2.78	2.69	2.64	2.57	2.54	2.48	2.44	2.42				
	0.005	9.94	6.99	5.82	5.17	4.76	4.47	4.26	4.09	3.96	3.85	3.76	3.68	3.55	3.46	3.32	3.22	3.12	3.02	2.96	2.87	2.83	2.76	2.72	2.69				
21	0.100	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95	1.92	1.90	1.87	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69	1.67	1.64	1.63	1.61	1.60	1.59				
	0.050	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.20	2.16	2.10	2.05	2.01	1.96	1.94	1.90	1.88	1.84	1.83	1.81				
	0.025	5.83	4.42	3.82	3.48	3.25	3.09	2.97	2.87	2.80	2.73	2.68	2.64	2.56	2.51	2.42	2.37	2.31	2.25	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04				
	0.010	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40	3.31	3.24	3.17	3.07	2.99	2.88	2.80	2.72	2.64	2.58	2.51	2.48	2.42	2.38	2.36				
	0.005	9.83	6.89	5.73	5.09	4.68	4.39	4.18	4.01	3.88	3.77	3.68	3.60	3.48	3.38	3.24	3.15	3.05	2.95	2.88	2.80	2.75	2.68	2.64	2.62				
22	0.100	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.88	1.86	1.83	1.80	1.76	1.73	1.70	1.67	1.65	1.63	1.61	1.59	1.58	1.57				
	0.050	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.17	2.13	2.07	2.03	1.98	1.94	1.91	1.87	1.85	1.82	1.80	1.78				
	0.025	5.79	4.38	3.78	3.44	3.22	3.05	2.93	2.84	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.47	2.39	2.33	2.27	2.21	2.17	2.12	2.09	2.05	2.02	2.00				
	0.010	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.18	3.12	3.02	2.94	2.83	2.75	2.67	2.58	2.53	2.46	2.42	2.36	2.33	2.31				
	0.005	9.73	6.81	5.65	5.02	4.61	4.32	4.11	3.94	3.81	3.70	3.61	3.54	3.41	3.31	3.18	3.08	2.98	2.88	2.82	2.73	2.69	2.62	2.57	2.55				
23	0.100	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.95	1.92	1.89	1.87	1.84	1.81	1.78	1.74	1.72	1.69	1.66	1.64	1.61	1.59	1.57	1.56	1.55				
	0.050	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.15	2.11	2.05	2.01	1.96	1.91	1.88	1.84	1.82	1.79	1.77	1.76				
	0.025	5.75	4.35	3.75	3.41	3.18	3.02	2.90	2.81	2.73	2.67	2.62	2.57	2.50	2.44	2.36	2.30	2.24	2.18	2.14	2.08	2.06	2.01	1.99	1.97				
	0.010	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.14	3.07	2.97	2.89	2.78	2.70	2.62	2.54	2.48	2.41	2.37	2.32	2.28	2.26				
	0.005	9.63	6.73	5.58	4.95	4.54	4.26	4.05	3.88	3.75	3.64	3.55	3.47	3.35	3.25	3.12	3.02	2.92	2.82	2.76	2.67	2.62	2.56	2.51	2.49				
24	0.100	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88	1.85	1.83	1.80	1.77	1.73	1.70	1.67	1.64	1.62	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53				
	0.050	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.13	2.09	2.03	1.98	1.94	1.89	1.86	1.82	1.80	1.77	1.75	1.73				
	0.025	5.72	4.32	3.72	3.38	3.15	2.99	2.87	2.78	2.70	2.64	2.59	2.54	2.47	2.41	2.33	2.27	2.21	2.15	2.11	2.05	2.02	1.98	1.95	1.94				
	0.010	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.09	3.03	2.93	2.85	2.74	2.66	2.58	2.49	2.44	2.37	2.33	2.27	2.24	2.21				
	0.005	9.55	6.66	5.52	4.89	4.49	4.20	3.99	3.83	3.69	3.59	3.50	3.42	3.30	3.20	3.06	2.97	2.87	2.77	2.70	2.61	2.57	2.50	2.46	2.43				
25	0.100	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89	1.87	1.84	1.82	1.79	1.76	1.72	1.69	1.66	1.63	1.61	1.58	1.56	1.54	1.53	1.52				
	0.050	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.11	2.07	2.01	1.96	1.92	1.87	1.84	1.80	1.78	1.75	1.73	1.71				
	0.025	5.69	4.29	3.69	3.35	3.13	2.97	2.85	2.75	2.68	2.61	2.56	2.51	2.44	2.38	2.30	2.24	2.18	2.12	2.08	2.02	2.00	1.95	1.92	1.91				
	0.010	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22	3.13	3.06	2.99	2.89	2.81	2.70	2.62	2.54	2.45	2.40	2.33	2.29	2.23	2.19	2.17				
	0.005	9.48	6.60	5.46	4.84	4.43	4.15	3.94	3.78	3.64	3.54	3.45	3.37	3.25	3.15	3.01	2.92	2.82	2.72	2.65	2.56	2.52	2.45	2.41	2.38				
26	0.100	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.85	1.83	1.81	1.77	1.75	1.71	1.68	1.65	1.61	1.59	1.57	1.55	1.53	1.51	1.50				
	0.050	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.09	2.05	1.99	1.95	1.90	1.85	1.82	1.78	1.76	1.73	1.71	1.69				
	0.025	5.66	4.27	3.67	3.33	3.10	2.94	2.82	2.73	2.65	2.59	2.54	2.49	2.42	2.36	2.28	2.22	2.16	2.09	2.05	2.00	1.97	1.92	1.90	1.88				
	0.010	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	3.02	2.96	2.86	2.78	2.66	2.58	2.50	2.42	2.36	2.29	2.25	2.19	2.16	2.13				
	0.005	9.41	6.54	5.41	4.79	4.38	4.10	3.89	3.73	3.60	3.49	3.40	3.33	3.20	3.11	2.97	2.87	2.77	2.67	2.61	2.52	2.47	2.40	2.36	2.33				
27	0.100	2.90	2.51	2.30	2.17	2.07	2.00	1.95	1.91	1.87	1.85	1.82	1.80	1.78	1.74	1.70	1.67	1.64	1.60	1.58	1.55	1.54	1.52	1.50	1.49				
	0.050	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.08	2.04	1.97	1.93	1.88	1.84	1.81	1.76	1.74	1.71	1.69	1.67				
	0.025	5.63	4.24	3.65	3.31	3.08	2.92	2.80	2.71	2.63	2.57	2.51	2.47	2.39	2.34	2.25	2.19	2.13	2.07	2.03	1.97	1.94	1.90	1.87	1.85				

Lampiran 12

Nilai Distribusi F (Lanjutan)

Distribusi F

v2 = dk penyebut		v1 = dk pembilang																											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞				
28	0.010	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15	3.06	2.99	2.93	2.82	2.75	2.63	2.55	2.47	2.38	2.33	2.26	2.22	2.16	2.12	2.10				
	0.005	9.34	6.49	5.30	4.74	4.34	4.06	3.85	3.69	3.56	3.45	3.36	3.28	3.16	3.07	2.93	2.83	2.73	2.63	2.57	2.48	2.43	2.36	2.32	2.29				
	0.100	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87	1.84	1.81	1.79	1.75	1.73	1.69	1.66	1.63	1.59	1.57	1.54	1.53	1.50	1.49	1.48				
	0.050	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.06	2.02	1.96	1.91	1.87	1.82	1.79	1.75	1.73	1.69	1.67	1.65				
	0.025	5.61	4.22	3.63	3.29	3.06	2.90	2.78	2.69	2.61	2.55	2.49	2.45	2.37	2.32	2.23	2.17	2.11	2.05	2.01	1.95	1.92	1.88	1.85	1.83				
29	0.100	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.96	2.90	2.79	2.72	2.60	2.52	2.44	2.35	2.30	2.23	2.19	2.13	2.09	2.07				
	0.005	9.28	6.44	5.32	4.70	4.30	4.02	3.81	3.65	3.52	3.41	3.32	3.25	3.12	3.03	2.89	2.79	2.69	2.59	2.53	2.44	2.39	2.32	2.28	2.25				
	0.100	2.89	2.50	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86	1.83	1.80	1.78	1.75	1.72	1.68	1.65	1.62	1.58	1.56	1.53	1.52	1.49	1.48	1.47				
	0.050	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.05	2.01	1.94	1.90	1.85	1.81	1.77	1.73	1.71	1.67	1.65	1.64				
	0.025	5.59	4.20	3.61	3.27	3.04	2.88	2.76	2.67	2.59	2.53	2.48	2.43	2.36	2.30	2.21	2.15	2.09	2.03	1.99	1.93	1.90	1.86	1.83	1.81				
30	0.100	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09	3.00	2.93	2.87	2.77	2.69	2.57	2.49	2.41	2.33	2.27	2.20	2.16	2.10	2.06	2.04				
	0.005	9.23	6.40	5.28	4.66	4.26	3.98	3.77	3.61	3.48	3.38	3.29	3.21	3.09	2.99	2.86	2.76	2.66	2.56	2.49	2.40	2.36	2.29	2.24	2.21				
	0.100	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82	1.79	1.77	1.74	1.71	1.67	1.64	1.61	1.57	1.55	1.52	1.51	1.48	1.47	1.46				
	0.050	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.04	1.99	1.93	1.89	1.84	1.79	1.76	1.72	1.70	1.66	1.64	1.62				
	0.025	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.57	2.51	2.46	2.41	2.34	2.28	2.20	2.14	2.07	2.01	1.97	1.91	1.88	1.84	1.81	1.79				
40	0.100	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.91	2.84	2.74	2.66	2.55	2.47	2.39	2.30	2.25	2.17	2.13	2.07	2.03	2.01				
	0.005	9.18	6.35	5.24	4.62	4.23	3.95	3.74	3.58	3.45	3.34	3.25	3.18	3.06	2.96	2.82	2.73	2.63	2.52	2.46	2.37	2.32	2.25	2.21	2.18				
	0.100	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76	1.74	1.71	1.68	1.65	1.61	1.57	1.54	1.51	1.48	1.45	1.43	1.41	1.39	1.38				
	0.050	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.95	1.90	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.61	1.59	1.55	1.53	1.51				
	0.025	5.42	4.05	3.46	3.13	2.90	2.74	2.62	2.53	2.45	2.39	2.33	2.29	2.21	2.15	2.07	2.01	1.94	1.88	1.83	1.77	1.74	1.69	1.66	1.64				
60	0.100	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.73	2.66	2.56	2.48	2.37	2.29	2.20	2.11	2.06	1.98	1.94	1.87	1.83	1.81				
	0.005	8.83	6.07	4.98	4.37	3.99	3.71	3.51	3.35	3.22	3.12	3.03	2.95	2.83	2.74	2.60	2.50	2.40	2.30	2.23	2.14	2.09	2.01	1.96	1.93				
	0.100	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	1.71	1.68	1.66	1.62	1.59	1.54	1.51	1.48	1.44	1.41	1.38	1.36	1.33	1.31	1.29				
	0.050	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.86	1.82	1.75	1.70	1.65	1.59	1.56	1.51	1.48	1.44	1.41	1.39				
	0.025	5.29	3.93	3.34	3.01	2.79	2.63	2.51	2.41	2.33	2.27	2.22	2.17	2.09	2.03	1.94	1.88	1.82	1.74	1.70	1.63	1.60	1.54	1.51	1.48				
120	0.100	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.56	2.50	2.39	2.31	2.20	2.12	2.03	1.94	1.88	1.79	1.75	1.68	1.63	1.60				
	0.005	8.49	5.79	4.73	4.14	3.76	3.49	3.29	3.13	3.01	2.90	2.82	2.74	2.62	2.53	2.39	2.29	2.19	2.08	2.01	1.91	1.86	1.78	1.73	1.69				
	0.100	2.75	2.35	2.13	1.99	1.90	1.82	1.77	1.72	1.68	1.65	1.63	1.60	1.56	1.53	1.48	1.45	1.41	1.37	1.34	1.30	1.28	1.24	1.21	1.19				
	0.050	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.78	1.73	1.66	1.61	1.55	1.50	1.46	1.40	1.37	1.32	1.28	1.26				
	0.025	5.15	3.80	3.23	2.89	2.67	2.52	2.39	2.30	2.22	2.16	2.10	2.05	1.98	1.92	1.82	1.76	1.69	1.61	1.56	1.49	1.45	1.39	1.34	1.31				
240	0.100	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56	2.47	2.40	2.34	2.23	2.15	2.03	1.95	1.86	1.76	1.70	1.61	1.56	1.48	1.42	1.38				
	0.005	8.18	5.54	4.50	3.92	3.55	3.28	3.09	2.93	2.81	2.71	2.62	2.54	2.42	2.33	2.19	2.09	1.98	1.87	1.80	1.69	1.64	1.54	1.48	1.43				
	0.100	2.73	2.32	2.11	1.97	1.87	1.80	1.74	1.70	1.66	1.63	1.60	1.57	1.53	1.50	1.45	1.42	1.38	1.33	1.30	1.26	1.23	1.19	1.16	1.13				
	0.050	3.88	3.03	2.64	2.41	2.25	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.79	1.73	1.69	1.61	1.56	1.51	1.44	1.40	1.34	1.31	1.25	1.20	1.17				
	0.025	5.09	3.75	3.17	2.84	2.62	2.46	2.34	2.25	2.17	2.10	2.05	2.00	1.92	1.86	1.77	1.70	1.63	1.55	1.50	1.42	1.38	1.30	1.25	1.21				
500	0.100	6.74	4.69	3.86	3.40	3.09	2.88	2.71	2.59	2.48	2.40	2.32	2.26	2.16	2.08	1.96	1.87	1.78	1.68	1.61	1.52	1.46	1.37	1.30	1.25				
	0.005	8.03	5.42	4.39	3.82	3.45	3.19	2.99	2.84	2.71	2.61	2.52	2.45	2.33	2.23	2.09	1.99	1.89	1.77	1.69	1.58	1.52	1.42	1.34	1.28				
	0.100	2.72	2.31	2.09	1.96	1.86	1.79	1.73	1.68	1.64	1.61	1.58	1.56	1.52	1.49	1.44	1.40	1.36	1.31	1.28	1.24	1.21	1.16	1.12	1.09				
	0.050	3.86	3.01	2.62	2.39	2.23	2.12	2.03	1.96	1.90	1.85	1.81	1.77	1.71	1.66	1.59	1.54	1.48	1.42	1.38	1.31	1.28	1.21	1.16	1.12				
	0.025	5.05	3.72	3.14	2.81	2.59	2.43	2.31	2.22	2.14	2.07	2.02	1.97	1.89	1.83	1.74	1.67	1.60	1.52	1.46	1.38	1.34	1.25	1.19	1.14				
∞	0.100	6.69	4.65	3.82	3.36	3.05	2.84	2.68	2.55	2.44	2.36	2.28	2.22	2.12	2.04	1.92	1.83	1.74	1.63	1.57	1.47	1.41	1.31	1.23	1.17				
	0.005	7.95	5.35	4.33	3.76	3.40	3.14	2.94	2.79	2.66	2.56	2.48	2.40	2.28	2.19	2.04	1.94	1.84	1.72	1.64	1.52	1.46	1.35	1.26	1.19				
	0.100	2.71	2.30	2.08	1.94	1.85	1.77	1.72	1.67	1.63	1.60	1.57	1.55	1.50	1.47	1.42	1.38	1.34	1.30	1.26	1.21	1.19	1.13	1.08	1.02				
	0.050	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.79	1.75	1.69	1.64	1.57	1.52	1.46	1.39	1.35	1.28	1.24	1.17	1.11	1.02				
	0.025	5.02	3.69	3.12	2.79	2.57	2.41	2.29	2.19	2.11	2.05	1.99	1.94	1.87	1.80	1.71	1.64	1.57	1.48	1.43	1.34	1.30	1.21	1.13	1.03				
∞	0.010	6.64	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.25	2.18	2.08	2.00	1.88	1.79	1.70	1.59	1.52	1.42	1.36	1.25	1.15	1.03				
	0.005	7.88	5.30	4.28	3.72	3.35	3.09	2.90	2.74	2.62	2.52	2.43	2.36	2.24	2.14	2.00	1.90	1.79	1.67	1.59	1.47	1.40	1.28	1.17	1.04				

### Lampiran 13

#### Kuisisioner

### PENGARUH KELEMBABAN RUMAH AKIBAT BANJIR TERHADAP PERTUMBUHAN JAMUR DAN BAKTERI DALAM RUMAH

#### Petunjuk :

1. Mohon seluruh pertanyaan dapat diisi dengan jujur dan benar
2. Pengisian dilakukan dengan memberi tanda silang (X) pada salah satu jawaban yang tersedia

#### A. Data Umum

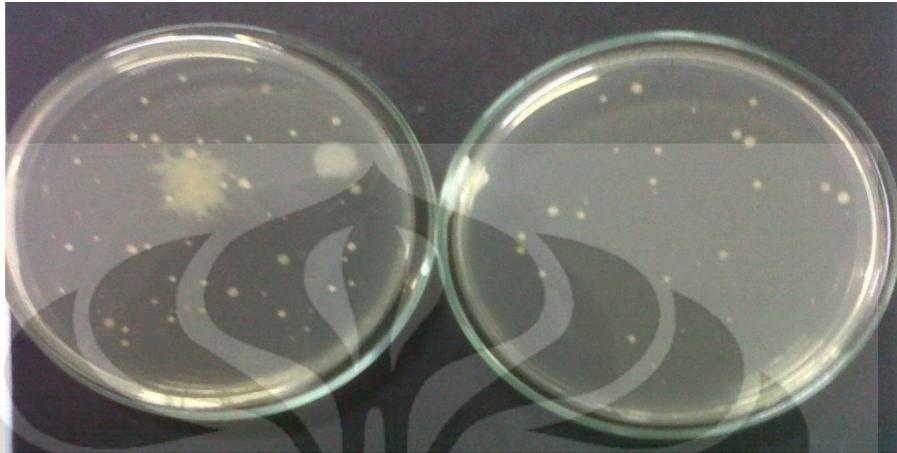
No	Pertanyaan	Jawaban
1	Alamat	
2	Nama Responden	
3	Umur (tahun)	
4	Jenis Kelamin	1. Pria    2. Wanita
5	Profesi	

#### B. Data Khusus (kesehatan)

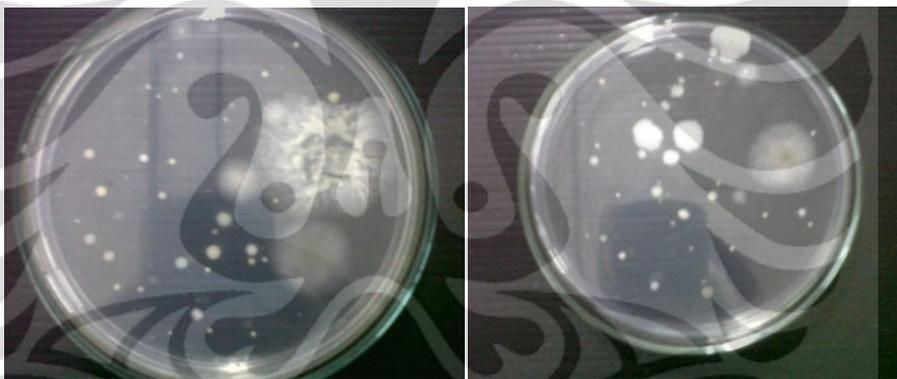
No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah Saudara mengalami gangguan kesehatan atau gejala-gejala seperti di bawah ini,	
	a. Pada mata (pedih, gatal, dan sakit mata)?	1) Ya 2) Tidak
	b. Pernafasan (pilek, flu, sesak nafas, bersin-bersin)?	1) Ya 2) Tidak
	c. Pada tenggorokan (gatal, kering, suara parau, dan sakit)?	1) Ya 2) Tidak
	d. Pada kulit (gatal, kering, merah, dan iritasi)?	1) Ya 2) Tidak
	e. Sakit perut, mulas, dan diare ?	1) Ya 2) Tidak

### C. Observasi Ruangan

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Ventilasi	a. Jendela terbuka luas b. Jendela Tertutup c. Lain-lain, sebutkan
2	Jumlah Ventilasi	
3	Pencahayaan	a. Buatan b. Alami (matahari) c. Gabungan
4	Kondisi Pencahayaan	a. Terang b. Remang-remang c. Gelap
5	Luas Ruangan (m <sup>2</sup> )	
6	Jumlah Penghuni Rumah	
7	Dinding	a. Tembok (Beton) b. Kayu c. Lain-lain, sebutkan
8	Tinggi langit-langit dari lantai (m)	
9	Perlakuan pasca banjir	a. Dilakukan pemulihan b. Tidak dilakukan pemulihan

**Lampiran 14****Dokumentasi Penelitian**

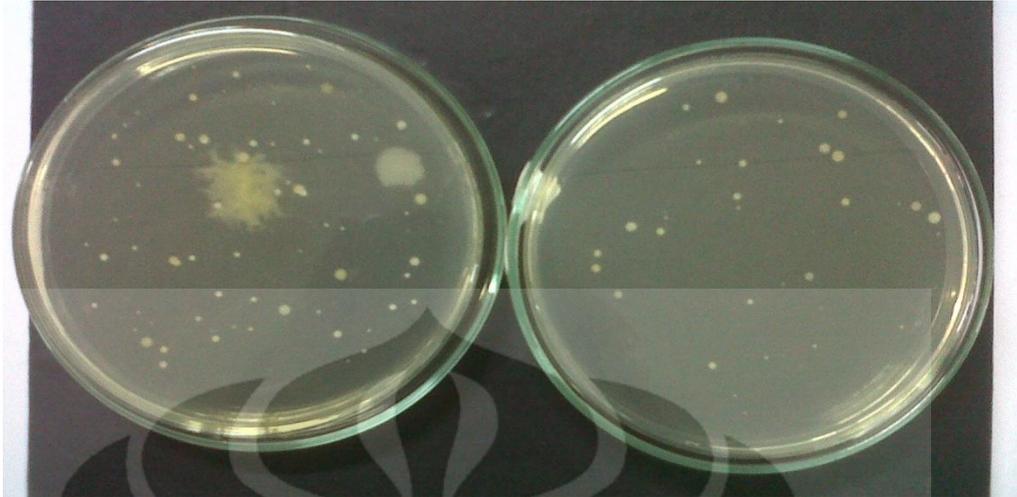
Gambar 1 PDA Rumah pada Kayu



Gambar 2 PDA Rumah pada Kayu



Gambar 3 PDA Rumah pada Beton



Gambar 4 TSA Rumah pada Kayu



Gambar 5 TSA Rumah pada Kayu



Gambar 6 TSA Rumah pada Beton