

**RANCANG BANGUN ALAT STERILISASI UANG KERTAS
MENGUNAKAN SINAR UV TIPE-C BERBASIS
MIKROKONTROLER**

(Skripsi)

Oleh

Heri Santoso



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

RANCANG BANGUN ALAT STERILISASI UANG KERTAS MENGUNAKAN SINAR UV TIPE-C BERBASIS MIKROKONTROLER

Oleh

Heri Santoso

ABSTRAK

Uang merupakan alat yang dapat diterima oleh masyarakat dan dapat digunakan sebagai alat tukar atau alat pembayaran yang sah dalam kegiatan ekonomi. Uang adalah salah satu hal paling kotor, mengingat uang telah ditransfer dari satu tangan ke tangan lain, tidak heran jika ada ratusan bakteri di uang. Bakteri adalah organisme mikroskopis yang tidak terlihat dengan mata telanjang, mereka dapat hidup di berbagai lingkungan di dalam dan di luar tubuh manusia. Sinar ultraviolet (UV) adalah pancaran sinar yang dapat menyebabkan kerusakan fatal bagi mikroorganisme. Rentang panjang gelombang sinar ultraviolet adalah 4 nm hingga 400 nm, dan efisiensi pengendalian mikroorganisme paling tinggi pada 365 nm. Penelitian ini bertujuan untuk Mendapatkan durasi waktu dan variasi pemaparan cahaya terhadap efektifitas kematian bakteri dan mendapatkan uji kinerja dari perangkat pembunuh bakteri meliputi respon sistem, stabilitas, dan efisiensi sistem. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus sampai Oktober 2021 di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan Laboratorium Ilmu Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bakteri yang disinari pada lama waktu 3,5, dan 7 menit dengan 1 dan 2 lampu UV menunjukkan hasil yang berbeda. Semakin lama waktu penyinaran akan menurunkan perkembangan koloni bakteri pada biakan media PDA.. Penggunaan 2 lampu UV mendapatkan nilai penurunan yang paling tinggi daripada penggunaan 1 lampu UV.

Kata kunci : Uang, Bakteri, Sinar Ultraviolet

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF A BANKNOTE STERILIZATION
EQUIPMENT USING TYPE-C BASED UV LIGHT
MICROCONTROLLER**

By

Heri Santoso

ABSTRACT

Money is a tool that is acceptable to society and can be used as a legal medium of exchange or payment in economic activities. Money is one of the dirtiest things, considering that money has been transferred from one hand to another, it is not surprising that there are hundreds of bacteria on money. Bacteria are microscopic organisms that are invisible to the naked eye, they can live in various environments inside and outside the human body. Ultraviolet (UV) rays are rays that can cause fatal damage to microorganisms. The wavelength range of ultraviolet light is 4 nm to 400 nm, and the efficiency of controlling microorganisms is highest at 365 nm. This research aims to obtain the duration of time and variations in light exposure on the effectiveness of killing bacteria and obtain performance tests of the bacteria killing device including system response, stability and system efficiency. This research was conducted from August to October 2021 at the Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, University of Lampung and the Plant Science Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung. Bacteria that were irradiated for periods of 3.5 and 7 minutes with 1 and 2 UV lamps showed different results. The longer the exposure time will reduce the development of bacterial colonies in the PDA media culture. The use of 2 UV lamps gets the highest reduction value compared to the use of 1 UV lamp.

Keywords: Money, Bacteria, Ultraviolet Rays

**RANCANG BANGUN ALAT STERILISASI UANG KERTAS
MENGUNAKAN SINAR UV TIPE-C BERBASIS
MIKROKONTROLER**

Oleh

Heri Santoso

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT STERILISASI
UANG KERTAS MENGGUNAKAN SINAR UV
TIPE C BERBASIS MIKROKONTROLER

Nama Mahasiswa : Heri Santoso

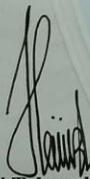
No. Pokok Mahasiswa : 1714071004

Jurusan : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian

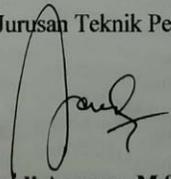


1. Komisi pembimbing


Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc.
NIP. 198803252015041001


Hayane Adeline Warganegara, S.P., M.Si.
NIP. 198709082023202134

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian


Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP. 196210101989021002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc.**

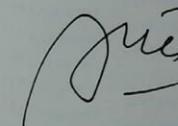


Sekretaris : **Hayane Adeline Warganegara, S.P., M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Kusnanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411781989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **28 Mei 2024**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Rancang Bangun Alat Sterilisasi Uang Kertas Menggunakan Sinar Uv Tipe-C Berbasis Mikrokontroler”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertulis dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung,

Penulis



Heri Santoso
NPM.1714071004

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Srimenanti pada tanggal 5 Juli 1998, sebagai anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Lamin dan Ibu Eka Sriwanti. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SD Negeri Srimenanti pada Tahun 2005-2011. Penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 2 Air Hitam pada Tahun 2011-2014 dan melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Way Tenong pada tahun 2014-2017. Pada Tahun 2017 penulis melanjutkan ke pendidikan tinggi di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, melalui jalur SNMPTN.

Pada bulan Januari-Februari 2020 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Penawar, Kecamatan Gedung Aji, Kabupaten Tulang Bawang. Pada bulan Juli-Agustus 2020 penulis melaksanakan Praktik Umum di Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (LPTPH) Gadingrejo, Pringsewu, Lampung dengan judul “Teknik Perbanyakan Agen Hayati *Paenibacillus polimyxa* dan Aplikasi pada Tanaman Padi (*Oryza sativa*) “. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi . Pada Tahun 2018-2019 penulis menjadi anggota bidang Keprofesian Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pada Tahun 2020 penulis menjadi kepala bidang Hubungan Masyarakat (HUMAS) Unit Kegiatan Mahasiswa Persaudaraan Setia Hati Terate (PSHT). Pada Tahun 2019 Penulis menjadi kepala BSO Ikatan Mahasiswa Muslim Pertanian Indonesia (IMMPERTI) Universitas Lampung. Pada Tahun 2019 Penulis menjadi kepala bidang Hubungan Masyarakat (HUMAS) Forum Studi Islam (FOSI).

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sepenuhnya kepada dua orang hebat dalam hidup saya, Ayahanda Lamin dan Ibunda Eka Sriwanti. Keduanya lah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga Saya bisa sampai pada tahap di mana skripsi ini akhirnya selesai. Terima kasih atas segala pengorbanan, nasihat dan doa baik yang tidak pernah berhenti kalian berikan kepada saya. Saya selamanya bersyukur dengan keberadaan kalian sebagai orangtua Saya.

Serta Saya persembahkan juga untuk almamater Saya Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung

**“HANYA KARENA JALANKU BERBEDA BUKAN BERARTI DIRIKU TERSESAT.
KETIDAKBERANIAN MENJALANI PERUBAHAN SERING KALI
MENYEBABKAN TIDAK ADANYA SUATU KEMAJUAN“**

- ERNEST HEMINGWAY-

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan berkat, rahmat, dan hidayah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**RANCANG BANGUN ALAT STERILISASI UANG KERTAS MENGGUNAKAN SINAR UV TIPE-C BERBASIS MIKROKONTROLER**” yang merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Sholawat teriring salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita nabi Muhammad SAW yang senantiasa kita nantikan syafaat-Nya di hari kiamat nanti.

Dalam penulisan skripsi ini penulis selalu mendapatkan saran, arahan, masukan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka dengan rasa kerendahan penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM. selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung;
4. Bapak Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik sekaligus pembimbing kesatu yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi;
5. Ibu Hayane Adeline Warganegara, S.P., M.Si. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi;

6. Bapak Dr.Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM. selaku dosen pembahas yang telah memberikan saran masukan, dan kritik sebagai perbaikan untuk penyelesaian skripsi ini;
7. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas segala ilmu, pengalaman, serta bantuan yang telah diberikan dalam bidang perkuliahan;
8. Ayah Lamin yang telah mendidik, mendoakan, mendukung, dan memberikan segala hal yang dibutuhkan oleh penulis, memberikan kepercayaan dan kebutuhan materil kepada penulis, sehingga penulis bisa sampai pada titik ini;
9. Ibunda Eka Sriwanti yang selalu menjadi tempat bercerita, selalu sabar dalam mendidik, mendukung, serta selalu mendoakan penulis dalam segala hal;
10. Kakak Hendro Prastyo dan Watini yang telah memberikan doa dan dukungan;
11. Rekan penulis Alpin Handi Wianto, Aldi Alfandi, Anggit Pangestu, Lutfi Wisnu Wijaya, Ristanti Dian Arini. Agata Desinta, dan Rizki Kurniawan S.
12. Yang terkasih Isrofiatul Kiromah yang telah membantu menyelesaikan skripsi dan yang selalu memberi motivasi.
13. Keluarga Teknik Pertanian 17 yang sudah seperti saudara sendiri dan membantu memberikan motivasi serta kebersamaan selama masa perkuliahan;
14. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, tapi penulis berharap bahwa skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua.

Bandar Lampung, Juni 2024

Penulis,

Heri Santoso
1714071004

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Uang.....	5
2.2. Bakteri	5
2.2.1. Arduino	7
2.2.2. Sensor Ultrasonik.....	8
2.2.3. Sinar Ultraviolet (UV)	9
2.4. Media Pertumbuhan.....	11
2.5. Rujukan Penelitian.....	12
III. METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1. Waktu dan Tempat	16

3.2. Alat dan Bahan	16
3.2.1. Alat dan Bahan Untuk Rancang Bangun	16
3.2.2. Alat dan Bahan Media Biakan Bakteri	16
3.3. Prosedur Penelitian.....	16
3.3.1. Desain Awal Menggunakan <i>Software</i> Autocad.	16
3.3.2. Pembuatan Alat Rancang Bangun	17
3.3.3. Peletakan Sampel.....	19
3.4. Kriteria Desain	19
3.4.1. Gambar Desain	19
3.4.2. Rangkaian Otomatisasi	20
3.5. Desain Struktural	21
3.6. Desain Fungsional	21
3.5.1. Kotak Sterilisasi.....	22
3.5.2. Mikrontroler.....	23
3.5.3. Sensor Ultrasonik.....	23
3.5.4. Lampu Ultraviolet.....	24
3.7. Uji Kinerja.....	25
3.7.1. Kalibrasi dan Validasi.....	26
3.7.2 Uji Efektifitas.....	27
3.7.2.4. Presentase Kematian Bakteri	28
3.8. Rancangan Pengambilan Data.....	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1. Hasil Perancangan Alat	32
4.2. Pengujian Kinerja Alat	34

4.2.1. Kalibrasi dan Validasi.....	34
4.2.2. Konsumsi Energi.....	35
4.2.3. Respon Sistem.....	39
4.2.4 Keakurasian Alat.....	40
4.3. Hasil Kinerja Alat.....	41
4.6.1. Penyinaran Menggunakan 1 Lampu	42
4.6.2 Penyinaran Menggunakan 2 Lampu	47
4.6.3 Kontrol	51
V. KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1. Kesimpulan.....	54
5.2. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Prinsip kerja sensor ultrasonik	9
2. Diagram alir prosedur penelitian.....	18
3. Gambar 3. A.Tampak depan, B. Tampak atas, C. Tampak samping	20
4. Rangkaian pembuatan alat	20
5. Uang Kertas.....	22
6. Diagram kerja alat	25
7. Pembuatan media pengembangbiakan bakteri/NA	30
8.Pengambilan Data	31
9. A. Alat tampak depan, B. Alat tampak atas, C. Alat tampak samping kanan, D. Alat tampak samping kiri, E. Alat tampak belakang	32
10.sistem otomatisasi	33
11. Kalibrasi Sensor	34
12. Validasi	35
13.pengukuran kuat arus	36
14. Pengukuran tegangan	37
15. Grafik Uji Stabilitas	40
16.pengujian alat	41
17. Grafik hasil penyinaran menggunakan 1 lampu selama 3 menit	42
18. Pertumbuhan jumlah bakteri pada penyinaran 1 lampu 3 menit.....	43
19. Grafik hasil penyinaran menggunakan 1 lampu selama 5 menit	44
20. Pertumbuhan jumlah bakteri pada penyinaran 1 lampu 5 menit.....	44
21. Grafik hasil penyinaran menggunakan 1 lampu selama 7 menit	45
22. Pertumbuhan jumlah bakteri pada penyinaran 1 lampu 7 menit.....	46
23. Grafik hasil penyinaran menggunakan 2 lampu selama 3 menit	47

24. Pertumbuhan jumlah bakteri pada penyinaran 2 lampu 3 menit.....	48
25. Grafik hasil penyinaran menggunakan 2 lampu selama 5 menit	48
26. Pertumbuhan jumlah bakteri pada penyinaran 2 lampu 5 menit.....	49
27. Grafik hasil penyinaran menggunakan 2 lampu selama 7 menit	50
28. Pertumbuhan jumlah bakteri pada penyinaran 2 lampu 7 menit.....	50
29. Grafik Kontrol.....	52
30. Bakteri Kontrol.....	52
31. Grafik rata-rata kematian bakteri	53

LAMPIRAN

1. Uang Tampak Belakang.....	60
2. Uang Tampak Depan.....	60
3. Penyimpanan Media.....	60
4. Menimbang Nutrient Agar (NA).....	61
5. Homogenisasi larutan.....	61
6. Homogenisasi Lanjutan Pada Mikrowive	61
7. Sterilisasi Larutan Di Autoklaf	62
8. Penyimpanan larutan.....	62
9. Microwave.....	63
10. Autoklaf	63
11. Proses Penggoresan Bakteri	63
12. Syntax.....	64

DAFTAR TABEL

1. Tabel rujukan penelitian.....	12
2. Pengukuran Kuat Arus	36
3. Pengukuran Tegangan.....	37
4. Pengukuran Daya	37
5. Respon Sistem.....	39
6. Keakurasian Sensor	40
7. Nilai uji lanjut BNT	46

LAMPIRAN

1. Data Kalibrasi.....	65
2. Data Pengujian Menggunakan 1 Lampu	66
3. Data Pengujian Menggunakan 2 Lampu	67
4. Rata-Rata Pengujian Menggunakan 1 Lampu.....	68
5. Rata-Rata Pengujian Menggunakan 2 Lampu.....	69

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Uang merupakan alat yang dapat diterima oleh masyarakat dan dapat digunakan sebagai alat tukar atau alat pembayaran yang sah dalam kegiatan ekonomi. Uang adalah salah satu hal paling kotor, mengingat uang telah ditransfer dari satu tangan ke tangan lain, tidak heran jika ada ratusan bakteri di uang. Oleh karena itu, disarankan agar kita sering mencuci tangan setelah memegang uang kertas atau koin. Meski sudah mengetahui dan memahami hal ini, seringkali orang lupa atau mengabaikan kewajiban cuci tangan setelah bersentuhan langsung dengan uang. Bakteri pada uang kertas dan koin akan menempel di tangan, dan kemudian tidak disadari menyentuh mata, hidung, dan mulut. Bakteri tersebut akan masuk ke dalam tubuh kita.

Bakteri adalah organisme mikroskopis yang tidak terlihat dengan mata telanjang. Mereka dapat hidup di berbagai lingkungan di dalam dan di luar tubuh manusia. Dalam kehidupan kita sehari-hari, bila kita mendengar istilah bakteri selalu diartikan sebagai hal yang berbahaya, karena bakteri merupakan organisme yang dapat menyebabkan tumbuhnya berbagai penyakit. Namun, beberapa bakteri justru bermanfaat bagi manusia, seperti dalam yoghurt. Bakteri berbahaya dapat hidup di mana saja, seperti air, kayu, besi dan banyak tempat lain di mana bakteri dapat hidup, walaupun kita tidak menyadari bahwa ada bakteri yang sewaktu-waktu dapat menyebabkan penyakit pada telapak tangan kita, karena telapak tangan merupakan merupakan anggota tubuh yang seringkali berinteraksi dengan benda-benda di sekitar kita dan menjadi tempat berkembang biaknya bakteri.

Beberapa peneliti telah melakukan riset untuk mencegah perkembangan bakteri dengan menggunakan sinar UV. Sinar ultraviolet (UV) adalah pancaran sinar yang dapat menyebabkan kerusakan fatal bagi mikroorganisme. Rentang panjang

gelombang sinar ultraviolet adalah 4 nm hingga 400 nm, dan efisiensi pengendalian mikroorganisme paling tinggi pada 365 nm. Sinar ultraviolet memiliki efek mematikan pada sel mikroba, sehingga sinar ultraviolet biasanya digunakan pada tempat-tempat yang membutuhkan kondisi steril, seperti ruang operasi, laboratorium, ruang produksi industri makanan dan minuman, serta obat-obatan.

Salah satu ciri sinar ultraviolet adalah penetrasi yang sangat rendah, bahkan lapisan tipis kaca pun dapat menahan sebagian besar sinar ultraviolet. Oleh karena itu, sinar ultraviolet hanya dapat secara efektif mengendalikan mikroorganisme pada permukaan yang langsung terpapar sinar ultraviolet. Sinar ultraviolet membunuh bakteri dengan melepaskan ion yang dapat diserap oleh DNA mikroba, sehingga menghancurkan DNA dan menghambat proses replikasi DNA. Dalam keadaan ini, bakteri akan mati perlahan karena tidak dapat mengatur metabolisme sel. Oleh karena itu, diharapkan alat ini dapat membantu masyarakat terhindar dari penyakit yang disebabkan oleh bakteri (Ariyadi dan Dewi S, 2009).

Salah satu penyakit yang disebabkan oleh bakteri adalah diare. Diare akut pada orang dewasa merupakan penyakit yang sering dijumpai. Diare didefinisikan sebagai buang air besar dengan feses yang tidak berbentuk atau cair dengan frekuensi 3 kali dalam 24 jam. Diare disebabkan oleh bakteri seperti *Vibrio cholera*, *Enterotoxigenic E.coli (ETEC)*, *Salmonella* (Zein, 2004). Salah satu sumber dari bakteri tersebut adalah berasal dari uang yang kita gunakan sehari-hari dalam bertransaksi jual beli.

Penelitian ini akan dibuat alat yang akan berfungsi untuk mensterilkan uang dari berbagai macam bakteri. Alat yang akan dibuat ini akan memanfaatkan sinar UV C yang menurut para peneliti efektif untuk membunuh bakteri-bakteri yang berbahaya. Seperti yang disebutkan oleh (Nugroho, 2010), bahwa sinar ultraviolet mempunyai kemampuan dalam menonaktifkan bakteri, virus dan protozoa tanpa mempengaruhi komposisi kimia air. Absorpsi terhadap radiasi ultraviolet oleh protein, RNA dan DNA dapat menyebabkan kematian dan mutasi sel. Dengan demikian sinar ultraviolet dapat digunakan sebagai disinfektan. Oleh karena itu penelitian ini akan

dilakukan. Penelitian ini menggunakan jarak penyinaran 15 cm. Hal tersebut merujuk pada Herawati (2019) yang menyebutkan bahwa presentase kematian bakteri dipengaruhi oleh jarak penyinaran UV terhadap objek yang disinari. Semakin dekat jarak penyinaran maka presentase kematian bakteri akan semakin tinggi. Pada jarak 15 cm presentase keatian bakteri mencapai 80,3 %.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang alat sterilisasi uang kertas secara otomatis.
2. Bagaimana kinerja alat sterilisasi uang kertas terhadap kondisi bakteri.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Alat sterilisasi ini dibuat hanya untuk membunuh bakteri.
2. Bakteri yang digunakan hanya bakteri yang terdapat pada uang kertas.
3. Pengamatan yang dilakukan hanya mengamati koloni bakteri dan tidak mengamati jenis bakteri.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mendapatkan durasi waktu optimum (3, 5, 7 menit) dan variasi pemaparan cahaya terhadap efektifitas kematian bakteri.
2. Mendapatkan uji kinerja dari perangkat pembunuh bakteri meliputi respon sistem, stabilitas, dan efisiensi sistem.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan kontribusi penting pada bidang kesehatan

dan ilmu pengetahuan khususnya dalam meningkatkan inovasi teknologi berbasis dan kontrol otomatis pada alat pembunuh bakteri.

1.6. Hipotesis

Penggunaan alat sterilisasi ini mampu untuk membunuh bakteri yang terdapat pada uang dengan semakin lama waktu penyinaran dan semakin besar daya pada sinar uv maka efektifitas alat akan semakin tinggi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Uang

Uang kertas dapat berperan sebagai fomite yang dapat menjadi tempat, penyebab, dan penyebaran penyakit jika tidak hati-hati atau terus-menerus terpapar.

Fomites adalah benda mati yang bersentuhan dengan seseorang atau hewan yang menderita suatu penyakit dan mungkin mengandung patogen sehingga dapat menularkan penyakit tersebut kepada makhluk hidup lainnya (Nurcholis, 2013).

Uang kertas dan uang logam dapat terkontaminasi oleh mikroorganisme dari udara bebas (kotor), dari kotornya tangan yang memegangnya, dari kontaminasi oleh tetesan dari bersin, terkontaminasi tangan dari mikroflora pada air liur tubuh, dan pada tempat penyimpanan uang yang tidak steril (Gedik et al., 2013). Oleh karena itu, tidak menutup kemungkinan terdapat banyak bakteri patogen penyebab penyakit di permukaan uang. Uang kertas yang nilainya lebih kecil akan lebih tercemar karena uang kertas yang lebih kecil banyak digunakan dan dipertukarkan berkali-kali antar semua kelas ekonomi (Sugito, 2018)..

2.2. Bakteri

Bakteri adalah jenis prokariota (tidak memiliki selubung inti), tetapi bakteri memiliki informasi genetik dalam bentuk untaian DNA melingkar dan panjang, yang dapat disebut nucleoid. Tes Gram-stained Bohemia adalah standar yang efektif untuk klasifikasi. Hasil pewarnaan akan menunjukkan perbedaan dasar dan kompleks sel bakteri (struktur dinding sel), sehingga bakteri dapat dibedakan menjadi bakteri gram positif dan bakteri gram negatif (Jawetz et al, 2010). Pada pewarnaan Gram, kelompok bakteri gram positif akan tampak ungu karena memiliki lapisan peptidoglikan setebal 20-80 nm, sedangkan bakteri gram negative memiliki lapisan

peptidoglikan tipis 5-10 nm (Ogi, 2009).

2.3. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah komputer khusus dalam sebuah IC, yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, port input / output, dan ADC.

Mikrokontroler digunakan untuk melakukan tugas dan menjalankan program. Dalam kehidupan kita sehari-hari, baik itu di rumah, kantor, rumah sakit, bank, sekolah, industri, dll, memiliki kegunaan yang sangat luas. Mikrokontroler digunakan dalam banyak sistem elektronik, seperti: sistem manajemen mesin mobil, keyboard komputer, alat ukur elektronik (multimeter, angka, penyintesis frekuensi dan osiloskop), televisi, radio, telepon digital, telepon seluler, oven microwave, printer, pemindai, lemari es, pendingin ruangan, pemutar CD / DVD, kamera, mesin cuci, PLC (pengontrol logika terprogram), robot, sistem otomasi, sistem akuisisi data, sistem keamanan, sistem EDC (pengambilan data elektronik), mesin ATM, modem, Router, dll. Mikrokontroler dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti kontrol otomasi industri, akuisisi data, telekomunikasi dan lainnya. Keuntungan menggunakan mikrokontroler adalah harganya yang murah dan dapat diprogram ulang (Risal, 2017).

Jenis-Jenis Mikrokontroler :

1. Mikrokontroler TinyAVR (ATTiny) adalah mikrokontroler 8 bit. AT-Tiny merupakan mikrokontroler avr kecil dan memiliki peripheral yang terbatas.
2. Mikrokontroler AT90S adalah mikrokontroler 8 bit jenis lama dan merupakan mikrokontroler avr klasik.
3. Mikrokontroler Atmega adalah mikrokontroler 8 bit. Atmega memiliki peripheral lebih banyak dibandingkan dengan seri ATTiny.
4. Mikrokontroler Xmega adalah mikrokontroler 8/16-bit. Xmega memiliki periferifal canggih baru yang cocok untuk bekerja, DMA yang ditingkatkan dan sistem pemantauan peristiwa, dan fungsi DMA (akses memori langsung) yang diperluas dari seri AVR untuk pasar daya rendah dan kinerja tinggi dapat mengurangi

kemungkinan kemacetan selama transfer data. Xmega mendukung enkripsi AES dan DES.

5. Mikrokontroler AVR32 adalah mikrokontroller 32 bit, mikrokontroller ini pertama kali dibuat oleh atmel pada tahun 2006. AVR32 menggunakan arsitektur RISC 32 bit, mikrokontroller ini ditujukan untuk bersaing dengan mikrokontroler yang berbasis prosesor ARM mikrokontroler AVR32 tidak memiliki EEPROM internal, sebagai pengganti EEPROM, AVR32 dapat menggunakan SD Card dan MMC.

2.2.1. Arduino

Arduino adalah mikrokontroler papan tunggal *open source* berasal dari platform *Wiring*, bertujuan untuk mempromosikan penggunaan elektronik di berbagai bidang *hardware* tersebut memiliki prosesor AtmelAVR, dan *software* tersebut memiliki bahasa pemrograman tersendiri yaitu Arduino Uno. Saptaji (2015), menjelaskan pada papan arduino uno terdapat bagian - bagian antara lain ialah sebagai berikut :

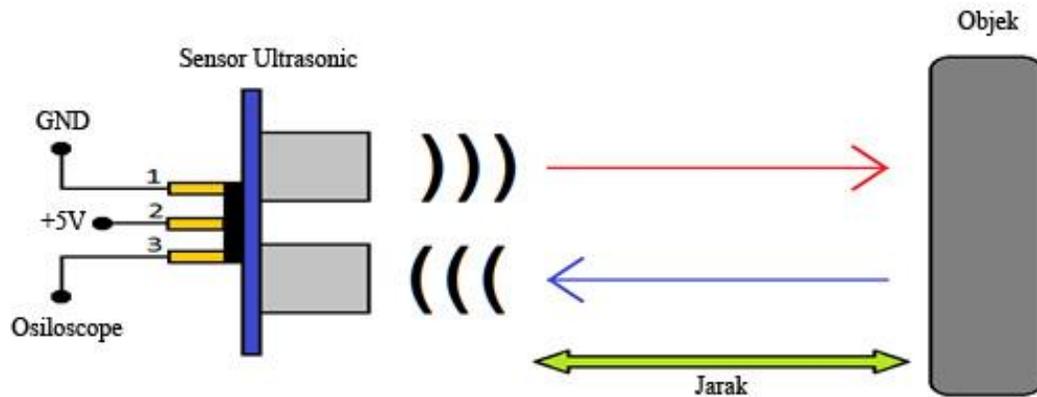
1. Pin input/output digital, pada level tegangan digital (0V sampai 5V) pin bekerja, namun pada beberapa pin output analog, yang dapat mengeluarkan tegangan analog 0V sampai 5V, pin tersebut adalah pin 3,5,6,9,10 dan 11, sedangkan pin 0 dan 1 difungsikan khusus sebagai pin komunikasi serial.
2. Pin input analog, penerima input tegangan analog antara 0V sampai 5V, tegangan ini akan direpresentasikan sebagai bilangan 0 ± 1023 dalam program.
3. Pin untuk sumber tegangan, Kelompok pin ini merupakan kumpulan pin yang berhubungan dengan sumber tenaga, misalnya output 5V, Output 3,3V, GND (2 pin) dan Vref (tegangan referensi untuk pembacaan ADC internal).
4. IC ATmega32, 8, digunakan sebagai pusat kendali pemrosesan data.
5. IC ATmega16U IC, merupakan program untuk menangani komunikasi data dengan PC melalui port USB.
6. Jack USB atau soket USB tipe B, pada data serial dengan PC akan dihubungkan oleh soket USB.

7. Jack Power, merupakan Soket untuk catu daya eksternal antara 9V samai 12V DC.
8. Port ICSP (*In-Circuit Serial Programing*), memprogram arduino tanpa *bootloader dilakukan oleh port*.
9. Tombol Reset, mereset papan mikrokontroler arduino.

2.2.2. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang memiliki kemampuan pemantulan gelombang suara dan digunakan mendeteksi keberadaan suatu benda atau suatu objek sebelum beroperasi frekuensi pada area diatas gelombang suara dari 20 kHz hingga 2 MHz. (Gambar 1). Sensor ultrasonic terdiri dari unit pemancar dan penerima serta struktur unit pemancar dan penerima. Kristal piezoelektrik sangat sederhana terhubung ke jangkar mekanis, tetapi hanya diagrafma getar tegangan AC dengan frekuensi operasi 20 kHz hingga 2 MHz (Arief, 2011).

Pantulan gelombang ultrasonik terjadi karena adanya objek tertentu serta pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelectric* menghasilkan arus bolak-balik dengan frekuensi sama. Besar amplitude sinyal elektrik dari sensor penerima tergantung posisi suatu objek serta kualitas sensor pemancar dan sensor penerima. Proses sensing yang dilakukan pada sensor ini dengan metode pantulan untuk menghilangkan jarak antara sensor dengan objek.



Gambar 1. Prinsip kerja sensor ultrasonik

2.2.3. Sinar Ultraviolet (UV)

Radiasi ultraviolet merupakan sumber energi yang memiliki kemampuan menembus dinding sel mikroorganisme dan mengubah komposisi asam nukleatnya. Ultraviolet (UV) memiliki rentang panjang gelombang yang luas Antara 100 nm-400 nm, antara spektrum sinar-X dan cahaya tampak (Cahyonugroho, 2011). Panjang gelombang sinar ultraviolet dibagi menjadi tiga kategori, antara lain: UV-A atau gelombang panjang (cahaya hitam) dengan rentang panjang gelombang 315 nm sampai 400 nm, UV-B atau gelombang sedang (gelombang sedang) mempunyai panjang gelombang 280-315 nm, dan UV-C atau gelombang pendek (short wave) dengan panjang gelombang antara 180 nm sampai 280 nm. Selama proses emisi di atmosfer, UV-B dan UV-C diserap 90% oleh ozon, uap air, oksigen dan karbondioksida, sedangkan hanya sebagian kecil UV-A yang terpengaruh oleh atmosfer bumi (Hamdi, 2009). Sumber cahaya ultraviolet terutama disinari oleh manik-manik lampu di kepala mesin curing UV LED untuk menghasilkan sumber cahaya ultraviolet pita tunggal 365/395nm. Pada saat yang sama, itu juga akan disertai dengan sejumlah kecil cahaya tampak di dekat pita. Sumber sinar ultraviolet pita tunggal 365/395nm tampak putih, tetapi setelah pembiasan udara atau reaksi optik lainnya, tepi sumber sinar ultraviolet akan menghasilkan spektrum ungu/biru 435/545nm, sehingga sumber cahaya yang dipancarkan oleh pengawetan ultraviolet lampu tampak biru tua.

Mekanisme inaktivasi mikroorganisme oleh cahaya ultraviolet adalah mencegah replikasi mikroorganisme dengan cara menghancurkan asam nukleat. Inti terdiri dari rantai ganda DNA, yang diperlukan untuk sintesis ribosom, transfer, dan RNA yang bertanggung jawab untuk sintesis sel. DNA dan RNA adalah polimer panjang yang terdiri dari empat nukleotida. Nukleotida DNA terdiri dari pirimidin, purin, adenin dan guanidin, timin dan sitosin. Nukleotida RNA terdiri dari purin, adenin, guanin dan pirimidin, urasil dan sitosin, asam nukleat beruntai ganda, satu pelengkap Nukleotida untai saling melengkapi satu sama lain. Saat dipasangkan dengan RNA, guanidin berpasangan dengan sitosin membentuk dua pasang ikatan sebagai ikatan hidrogen. Setiap nukleotida dapat dibagi menjadi gula inang dan basanitrogen. Mekanisme inaktivasi ultraviolet DNA dan RNA menghasilkan dimer pirimidin (Haryono, 2012).

Interaksi antara sinar ultraviolet dan materi genetik bergantung pada panjang gelombang. Materi genetik menyerap energi radiasi melalui reaksi fotokimia. Efek biologis sinar ultraviolet bergantung pada panjang gelombang. Jika panjang gelombang rendah, radiasi ini akan menyebabkan kerusakan biologis yang tidak dapat diperbaiki, bahkan jika kerusakan menyebabkan Mutasi yang lebih besar, mutasi permanen dapat terjadi. Jika gen pengatur rusak, kemungkinan besar menyebabkan kanker. Sinar ultraviolet memiliki pengaruh yang besar terhadap perkembangan sel. Sel ini adalah unit biologis terkecil yang dapat terkena radiasi. Respon sel atau jaringan terhadap radiasi berbeda-beda, baik yang berkaitan dengan perubahan survival, mutasi maupun karsinogen (Soedjono, 2003).

Penyinaran sinar ultraviolet pada mikroorganisme berpengaruh pada pertumbuhan sel mikroorganisme. Penyinaran ultraviolet berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *ETEC* yang menyebabkan kerusakan sel bakteri *ETEC* (Va et al., 2021). Hal ini didukung oleh (Sumiawiria, 1986), yang menyatakan bahwa jika energy radiasi diserap oleh sel mikroorganisme akan menyebabkan terjadinya ionisasi komponen sel yang dapat menyebabkan kematian, perubahan genetika dan dapat pula menghambat pertumbuhan sel bakteri. Ultraviolet pada panjang gelombang 245 nm dapat

mematikan mikroorganisme karena dapat menyebabkan kerusakan pada DNA. Radiasi ultraviolet dalam rentang 250-260 nm sangat mematikan untuk sebagian besar mikroorganisme seperti jamur, bakteri, virus, protozoa dan algae. Penyinaran ultraviolet pada E.coli dapat mempengaruhi suseptibilitas sel pada E.coli sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan kerusakan pada membrane (Karina, 2004).

2.4. Media Pertumbuhan

Media adalah bahan yang digunakan untuk menumbuhkan mikroba yang terdiri atas campuran nutrisi atau zat – zat makanan. Selain untuk menumbuhkan mikroba, media dapat juga digunakan untuk isolasi, memperbanyak, pengujian sifat-sifat fisiologis dan perhitungan jumlah mikroba (Aini, 2015). Suatu media dapat menumbuhkan mikroorganisme dengan baik diperlukan persyaratan sebagai berikut:

1. Media harus steril
2. Media tidak mengandung zat penghambat
3. Media pertumbuhan mengandung semua nutrisi yang digunakan mikroba. Nutrisi-nutrisi yang dibutuhkan mikroorganisme untuk pertumbuhan meliputi karbon, nitrogen, unsur non logam seperti sulfur dan fosfor, unsur logam seperti Ca, Zn, Na, K, Cu, Mn, Mg, dan Fe, vitamin air dan energi.
4. Derajat keasaman (pH) yang sesuai.
5. Media harus mempunyai tekanan osmose antara sel mikroba dengan media harus memiliki tekanan osmose yang sama, oleh karena itu untuk pertumbuhannya jamur membutuhkan media yang isotonis.

Media diperlukan untuk membiakkan mikroorganisme, media yang digunakan adalah media yang berisi nutrisi. Selain media, faktor lain seperti lingkungan yang sesuai juga berpengaruh untuk pertumbuhan mikroorganisme. Nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroorganisme meliputi nitrogen, karbon, unsur logam seperti vitamin, air, energi, unsur non logam seperti sulfur dan fosfor, Media pertumbuhan mikroorganisme terdiri dari beberapa macam, salah satunya media kompleks. Media

kompleks adalah media yang komposisi kimianya bervariasi dan terbuat dari ekstrak jaringan tanaman dan hewan. Media kompleks yang digunakan dalam laboratorium salah satunya adalah media Nutrient Agar (NA) (Cappucino, 2013).

Media Nutrient Agar (NA) merupakan media universal yang sering digunakan untuk menumbuhkan dan mengembangbiakkan bakteri. Media Nutrient Agar (NA) terbuat dari pepton, ekstrak daging dan agar. Pepton dalam media Nutrient Agar (NA) berfungsi sebagai sumber nitrogen organik utama dan mengandung vitamin serta karbohidrat. Ekstrak daging sapi dalam media Nutrient Agar (NA) adalah salah satu sumber nutrisi untuk menumbuhkan bakteri. Ekstrak daging sapi berisi sumber vitamin-organik, nitrogen-organik, karbon organik dan garam anorganik. Agar digunakan sebagai bahan pematat media namun tidak mengandung nutrient yang dibutuhkan oleh bakteri (Pelczar, 2008).

2.5. Rujukan Penelitian

Rujukan penelitian bertujuan untuk menambah wawasan penulis dan menjadi landasan pengambilan judul penelitian. Penelitian dilakukan dengan merujuk pada penelitian penelitian dahulu yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel rujukan penelitian

No	Penulis	Tahun	Judul	Bahasan
1	T. Ariyadi	2009	Pengaruh sinar ultraviolet terhadap pertumbuhan bakteri <i>bacillus sp.</i> Sebagai bakteri kontaminan	Membahas tentang pertumbuhan bakteri bacillus setelah disinari sinar ultraviolet.
2	Damanik	2013	Rancang bangun Alat Pensteril Air Tambak Sistem Kontinyu Menggunakan Radiasi	Membahas tentang pembuatan alat pensteril air tambak dan uji kinerja alat.

No	Penulis	Tahun	Judul	Bahasan
Ultraviolet				
3	Syarifudin A	2014	Efektifitas “ <i>portable uv disinfection</i> ” dalam menurunkan angka bakteri (<i>Escherichia Coli</i> sp) pada air minum	Membahas tentang pengukuran efektivitas portable UV disinfection dalam menurunkan angka bakteri E. Coli pada air minum.
4	Natasya ryani	2014	Pengaruh lama penyinaran sinar lampu ultraviolet-c terhadap pertumbuhan bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> dan <i>Acinetobakter baumannii</i>	Membahas terkait mengetahui pengaruh Pengaruh lama penyinaran sinar lampu ultraviolet-c terhadap pertumbuhan bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> dan <i>Acinetobakter baumannii</i> .
5	Siti lomrah	2017	Pengaruh cahaya ultraviolet-c (uv-c) dan kelembapan udara (Rh) terhadap jumlah bakteri <i>Escherichia coli</i> pada	Membahas pengendalian bakteri E. coli menggunakan uv dan kelembapan udara.

No	Penulis	Tahun	Judul	Bahasan
			kulit sepatu	
6	Michelle V. holderman	2017	Identifikasi bakteri pada pegangan eskalator di salah satu pusat perbelanjaan di kota manado	Membahas terkait identifikasi jenis-jenis bakteri yang terdapat pada eskalator.
7	St. Fatimang	2019	Rancang bangun sterilisator bakteri yang terkandung dalam udara berbasis mikrokontroller arduino	Membahas tentang steriisasi ruangan dengan memanfaatkan sinar uv dengan bantuan mikrokontroler arduino.
8	Farros Zuhri Ramdhani	2020	Sterilisasi peralatan makan secara elektronik menggunakan radiasi sinar ultraviolet	Membahas tentang alat yang digunakan untuk sterilisasi alat-alat makan dengan otomatis.
9	Alinea Dwi Elisanti	2020	Efektifitas paparan sinar uv dan alkohol 70% terhadap total bakteri pada uang kertas yang beredar di masa pandemi covid-19	Membahas tentang keefektifitasan sinar uv dan alkohol untuk membunuh bakteri pada uang kertas
10.	Desak putu risky	2021	Pengaruh sinar ultraviolet terhadap pertumbuhan bakteri	Membahas terkait mengetahui jarak,

No	Penulis	Tahun	Judul	Bahasan
			<i>Enterotoxigenic E. coli</i> (ETEC) penyebab penyakit diare	lama penyinaran, presentase kematian bakteri dan pengaruh sinar ultraviolet yang dapat mematikan bakteri ETEC.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Oktober 2021 di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan Laboratorium Ilmu Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat dan Bahan Untuk Rancang Bangun

Alat yang digunakan untuk membuat rancang bangun adalah palu, gergaji, pisau, penggaris, papan PCB, laptop. Sedangkan bahan yang digunakan adalah papan, paku, triplek melamin, plat aluminium, engsel, *handle* pintu, lampu ultraviolet, kabel, resistor, relay.

3.2.2. Alat dan Bahan Media Biakan Bakteri

Alat yang digunakan untuk membuat media biakan bakteri adalah cawan petri, *cotton bud*, *autoclave*, *microwave*, timbangan digital, gelas ukur, pengaduk cairan. Bahan yang digunakan adalah aquades, *Natrium* agar, plastik *wrapping*, dan uang kertas.

3.3. Prosedur Penelitian

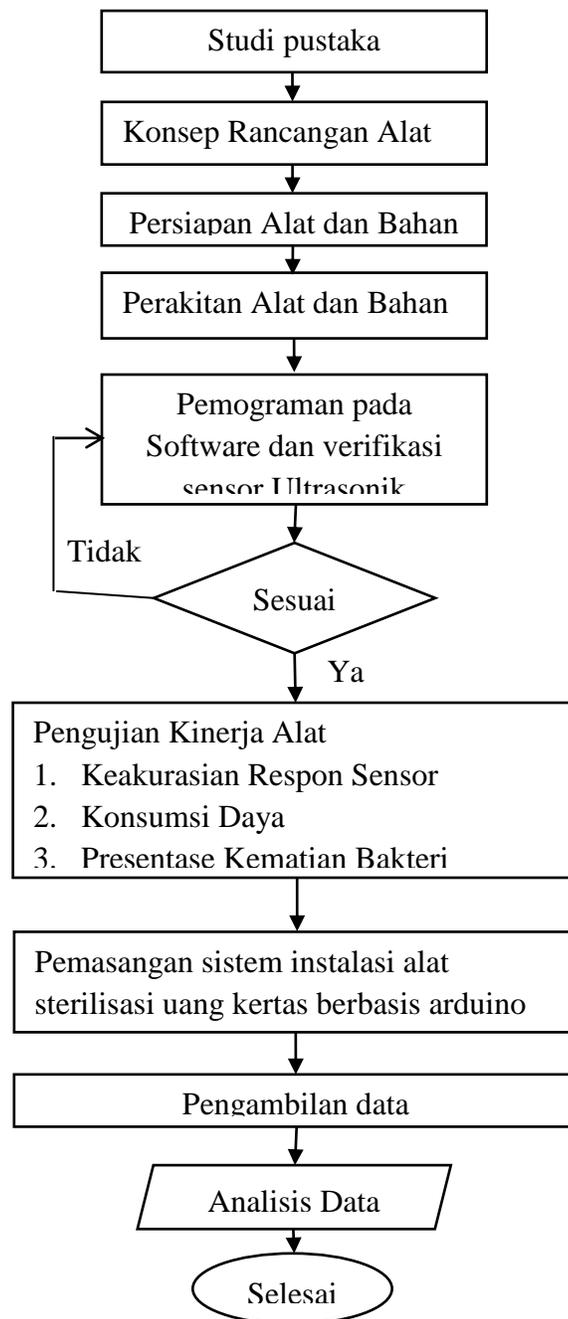
3.3.1. Desain Awal Menggunakan *Software* Autocad.

Langkah awal perancangan alat yaitu dengan membuat desain alat. Desain alat pada penelitian ini menggunakan *software* autocad dengan tahapan sebagai berikut :

1. Membuka program autocad.
2. Pilih simbol polyline pada garis vertikal yang berada di panel kanan.
3. Selanjutnya, klik di area yang ingin digambar.
4. Jika garisnya sudah terlihat rapi, lanjutkan dengan menyetel jarak yang diinginkan. Pada tahap ini, Anda dapat mulai menggunakan *command Extrude*. Caranya, ketik EXT pada kolom *command* lalu tekan ENTER.
5. Klik gambar persegi tadi dan tekan ENTER kembali.
6. Gambar alat yang berbentuk kubus sudah terbentuk dengan sempurna. Jika ingin mengubahnya ke model 3D, dapat menggunakan fungsi orbit maupun *Conceptual Visual Style*.

3.3.2. Pembuatan Alat Rancang Bangun

Perancangan alat sterilisasi bakteri ini memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai saklar otomatis. Proses pembuatan alat ini dimulai dengan tahap studi pustaka (yang dilakukan dengan mencari jurnal-jurnal ataupun penelitian terkait alat ini), tahap konsep perancangan alat, pembuatan rangkaian alat, uji alat, pengambilan data, dan analisis data (Gambar 2).



Gambar 2. Diagram alir prosedur penelitian

3.3.3. Peletakan Sampel

1. Disiapkan alat sterilisasi.
2. Dibuka tutup penutup cawan petri.
3. Dimaasukkkan cawan yang telah terisi bakteri ke dalam alat sterilisasi.
4. Pintu alat sterilisasi ditutup agar lampu uv menyala.
5. Dihitung menggunakan stopwatch selama 3 menit, 5 menit, dan 7 menit.
6. Setelah selesai, diambil kembali cawan petri dari dalam alat sterilisasi.
7. Ditutup kembali cawan dan dilapisi menggunakan plastik wrapping.
8. Diamkan selama 24 jam dan amati perubahannya.

3.4. Kriteria Desain

Penelitian ini disusun untuk membuat alat pengendali bakteri yang memanfaatkan sinar uv tipe c. Pada penelitian ini memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai saklar otomatis. Cara kerja sensor ultrasonik pada alat ini yaitu sensor akan mendeteksi benda yang ada di depan sensor, benda yang digunakan ialah pintu kotak sterilisasi itu sendiri. Sensor akan bekerja jika pintu kotak sterilisasi dibuka, sehingga akan menghidupkan lampu uv. Parameter keberhasilan alat pada penelitian ini adalah lampu uv dapat menyala dengan baik.

3.4.1. Gambar Desain

Pembuatan desain alat sterilisasi menggunakan software autocad 2007 dapat dilihat pada Gambar 3. Dalam penelitian ini dibuat desain alat sterilisasi dengan bahan kayu (papan) yang memiliki ketebalan 2 cm. Bagian dalam kotak sterilisasi dilapisi menggunakan plat baja yang berukuran sesuai dengan dimensi kotak. Bagian luar kotak dilapisi menggunakan triplek melamin. Alat ini memiliki dimensi keseluruhan yaitu panjang 50 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 34 cm. Didalam kotak sterilisasi terdapat sistem otomatisasi yang terdiri atas mikrokontroler, lampu ultraviolet, sensor

Keterangan : 1. Arus 12 volt/laptop, 2. Arduino, 3. Sensor ultrasonik, 4. Relay, 5. Lampu UV, 6. Sumber arus listrik.

Berdasarkan (Gambar 4). dari arus listrik dialirkan ke arduino untuk menghidupkan lampu. Arduino akan aktif dan memberi perintah untuk mengaktifkan sensor ultrasonik, setelah itu sensor ultrasonik mendeteksi jarak kemudian akan memberi perintah untuk menghidupkan lampu.

3.5. Desain Struktural

Pemrograman pada penelitian ini menggunakan *software* arduino. Arduino tersusun dari mikrokontroler *single-board* yang bersifat open-source, diturunkan dari *Wiring platform*, mempunyai fleksibilitas yang tinggi baik dari segi *software* maupun *hardware* untuk memudahkan rancang bangun elektronik dalam berbagai bidang. Implementasi arduino digunakan sebagai pendeteksi benda. Sensor yang digunakan mendeteksi benda adalah sensor ultrasonik. Prinsip kerja sensor ultrasonik menggunakan prinsip pantulan gelombang, gelombang dari sensor ultrasonik dipancarkan ke benda yang berada di depan sensor kemudian dari enda dipantulkan kembali ke sensor.

Pada penelitian ini sensor ultrasonik berfungsi sebagai saklar otomatis yang dijalankan dengan cara sensor mendeteksi jarak dari sensor ke pintu (sebagai benda penghalang) untuk menghidupkan lampu. Ketika pintu ditutup maka sensor ultrasonik mendeteksi halangan didepannya dan kemudian menghidupkan lampu uv. Jika pintu kotak sterilisasi dibuka maka sensor akan mendeteksi kemudian lampu uv akan mati.

3.6. Desain Fungsional

Alat sterilisasi ini akan dibuat untuk mensterilkan bakteri yang terdapat pada uang kertas, sesuai dengan kriteria desain yang diharapkan. Dimensi tempat sterilisasi pada alat yang dibuat yaitu panjang 50 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 15 cm. Dimensi uang

kertas yang digunakan yaitu panjang 14 cm dan lebar 6 cm. Bagian yang diambil sampel bakteri bisa dilihat pada Gambar 5.



Keterangan: lingkaran hitam adalah posisi pengambilan sampel bakteri.

Gambar 5. Uang Kertas

Berdasarkan dimensi tempat sterilisasi dan dimensi uang kertas, diharapkan alat ini dapat mensterilkan uang kertas sebanyak 40 lembar dalam sekali penggunaan. Pada perancangan fungsional terdapat komponen yang saling berkaitan satu sama lain dan mempunyai fungsi masing-masing. Berikut merupakan komponen dalam penelitian.

3.5.1. Kotak Sterilisasi

Kotak ini berfungsi sebagai tempat seluruh komponen sterilisasi. Komponen terdiri dari, arduino, sensor ultrasonic, resistor, relay, dan lampu uv. Fungsi lain dari kotak ini adalah untuk tempat peletakan bahan sterilisasi (uang kertas). Pada kotak tersebut terdapat beberapa bagian yaitu :

1. Sistem otomatisasi

Sistem otomatisasi berfungsi untuk menghidupkan lampu dengan bantuan arduino sebagai pemogramnya.

2. Lampu UV

Lampu digunakan untuk menyinari sampel yang terkontaminasi bakteri.

3. Tempat sampel

Tempat sampel digunakan untuk meletakkan sampel yang akan disterilisasi.

4. Pintu

Pintu kotak digunakan sebagai halangan untuk sensor ultrasonik dan sebagai penutup kotak.

5. Pegangan pintu

Pegangan pintu digunakan untuk membuka dan menutup pintu.

3.5.2. Mikrontroler

Mikrokontroler berfungsi untuk menerima sinyal data dari sensor. Sinyal yang ditangkap oleh mikrokontroler diolah datanya untuk memberikan output pada komponen lainnya.

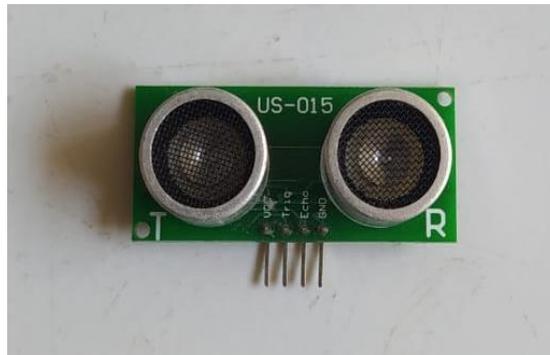


Gambar 6. Mikrokontroler

3.5.3. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik secara keseluruhan berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Pada alat yang akan dibuat ini sensor ultrasonik memiliki fungsi sebagai saklar otomatis untuk menghidupkan lampu uv.



Gambar 7. Sensor Ultrasonik

3.5.4. Lampu Ultraviolet

Jenis-jenis sinar uv dibagi menjadi 3 yaitu, sinar uv tipe A, sinar uv tipe B, dan sinar uv tipe C. Panjang gelombang sinar uv tipe A sebesar 315-400 nm. Panjang gelombang sinar uv tipe B sebesar 280-315 nm. Panjang gelombang sinar uv tipe C sebesar 180-280 nm. Semakin pendek panjang gelombang pada sinar uv maka akan semakin berbahaya bagi makhluk hidup. Pada penelitian ini sinar uv yang digunakan adalah sinar uv tipe C yang memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Tipe T5
2. Daya 8 watt (untuk 1 lampu)
3. AC 220 volt
4. Warna cahaya biru
5. Intensitas cahaya 246 lux (1 lampu), 491 lux (2lampu).
6. Panjang gelombang 254 nm.

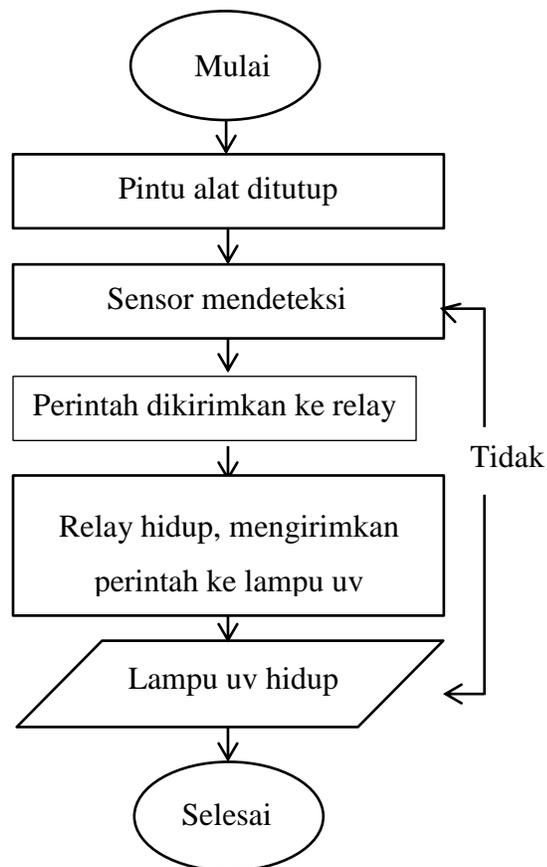


Gambar 8. Lampu Ultraviolet

3.7. Uji Kinerja

Sistem alat sterilisasi bakteri ini dibuat dengan cara menghidupkan lampu uv dengan otomatis. Pada alat ini menggunakan sensor jarak sebagai saklarnya, dan mikrokontroler sebagai pemrogramnya. Pembuatan saklar otomatis tersebut adalah dengan mengoneksikan mikrokontroler dengan laptop yang didalamnya sudah terdapat aplikasi untuk pemrograman, kemudian data akan dikirimkan pada mikrokontroler. Mikrokontroler mengolah informasi dan memberikan perintah aksi gerakan kepada sensor ultrasonik.

Saat mikrokontroler memerintahkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak maka dengan jarak tertentu sensor akan mengirimkan data sehingga akan menghidupkan lampu. Lampu akan menyinari tempat sterilisasi kemudian sampel yang akan disterilisasi dimasukkan ke dalam kotak sterilisasi dan dibiarkan selama beberapa menit. Waktu yang digunakan untuk sterilisasi adalah selama 3, 5, dan 7 menit dengan sampel yang berbeda. Tahap terakhir adalah pengamatan, pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop untuk mengetahui bagaimana respon bakteri ketika disinari oleh sinar uv kemudian dibandingkan dengan sampel yang tidak disinari oleh sinar uv.



3.7.1. Kalibrasi dan Validasi

Kalibrasi merupakan kegiatan untuk menentukan nilai yang diperoleh dari alat yang dibuat dan membandingkannya dengan alat yang telah memenuhi standar (dalam penelitian ini menggunakan penggaris). Kalibrasi banyak digunakan dalam bidang instrumentasi untuk mengukur ketepatan alat yang dibuat. Kalibrasi juga disebut sebagai pembagian skala, yang bertujuan untuk menentukan nilai terkait dengan suatu peralatan atau sistem. Tujuan kalibrasi adalah memastikan bahwa alat atau sistem yang dibuat dapat memberikan hasil yang tepat, dan memastikan bahwa alat yang dibuat dapat digunakan dengan aman dan efektif. Validasi merupakan kegiatan pembuktian alat yang telah dibuat agar hasilnya sesuai dengan apa yang diinginkan. Manfaat dari proses validasi adalah menghindari kesalahan, memberikan akurasi, dan mempermudah dalam memasukkan data. Sugiharto (2006) menyatakan bahwa

validasi mengacu pada variabel yang mengukur apa yang seharusnya diukur. Sementara itu, validitas penelitian menunjukkan seberapa akurat alat ukur penelitian terhadap apa yang sebenarnya diukur. Uji validasi adalah uji yang digunakan untuk menunjukkan seberapa luas instrumen pengukuran dapat mengubah objeknya.

3.7.2 Uji Efektifitas

Sistem kendali yang telah berhasil dibuat dilakukan pengujian untuk mengetahui efektivitas dan efisiensi alat yang telah dibuat. Pengujian sistem yaitu berupa analisis kinerja dari keakurasian respon sensor, konsumsi daya, dan presentase kematian bakteri.

3.7.2.1. Keakurasian Respon Sensor

Saat alat digunakan sensor (ultrasonik) sebagai saklar otomatis akan mendeteksi jarak dengan akurat. Ketika sensor tidak mendeteksi dengan baik, salah satu penyebabnya adalah kesalahan dalam kalibrasi alat dan ada juga penyebab lain yaitu pemasangan sensor yang kurang tepat atau mungkin penyebab lain adalah terdapat halangan yang menutupi sensor sehingga tidak bisa bekerja dengan baik.

3.7.2.2. Tegangan dan Arus Listrik

1. Tegangan Listrik

Tegangan listrik adalah energi yang dibutuhkan untuk memindahkan unit muatan listrik dari suatu tempat ke tempat lain. Tegangan juga diartikan sebagai beda potensial listrik antara titik satu dengan titik lainnya dalam rangkaian listrik. Tegangan listrik dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu tegangan listrik searah (DC) dan tegangan listrik bolak balik (AC). Tegangan listrik dinyatakan dalam satuan volt dan disimbolkan dengan huruf V. Pada penelitian ini menggunakan tegangan listrik DC. Pengukuran tegangan bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan yang dibutuhkan oleh sistem kendali.

2. Arus Listrik

Kuat arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang mengalir pada suatu penghantar tertentu dalam satuan waktu. Kuat arus listrik dilambangkan dengan (I) yang dinyatakan dalam satuan ampere (A). Pengukuran kuat arus dimaksudkan untuk mengetahui arus listrik yang digunakan dalam perhitungan jumlah konsumsi daya aktuator pada suatu beban. Untuk mengukur arus listrik pada penelitian ini digunakan alat multimeter.

3.7.2.3. Daya

Daya listrik adalah jumlah energi yang dipakai dalam satu detik dengan satuan internasional joule/detik. Pada penelitian ini perhitungan daya dilakukan untuk mengetahui daya listrik yang dibutuhkan oleh aktuator. Daya listrik dapat dihitung dengan cara mengalikan tegangan listrik (V) dengan arus listrik yang mengalir (I) pada aktuator. Secara matematis daya listrik dapat dilihat pada persamaan dibawah ini :

$$P = I \times V \text{ (Makhabbah, 2020).}$$

Keterangan:

P = daya (watt)

V = perbedaan potensial (volt)

I = arus listrik (ampere)

3.7.2.4. Presentase Kematian Bakteri

Presentase kematian bakteri diketahui dengan dengan melihat perubahan pada cawan. Bakteri yang sebelumnya dimasukkan kedalam alat sterilisasi pada media agar, kemudian dihitung menggunakan rumus perbandingan. Berikut merupakan rumus perbandingan yang digunakan :

$$\frac{a}{b} = \frac{a'}{b'} \text{ (Rosiana, 2021)}$$

Keterangan :

a = ukuran cawan asli

b = ukuran bakteri asli

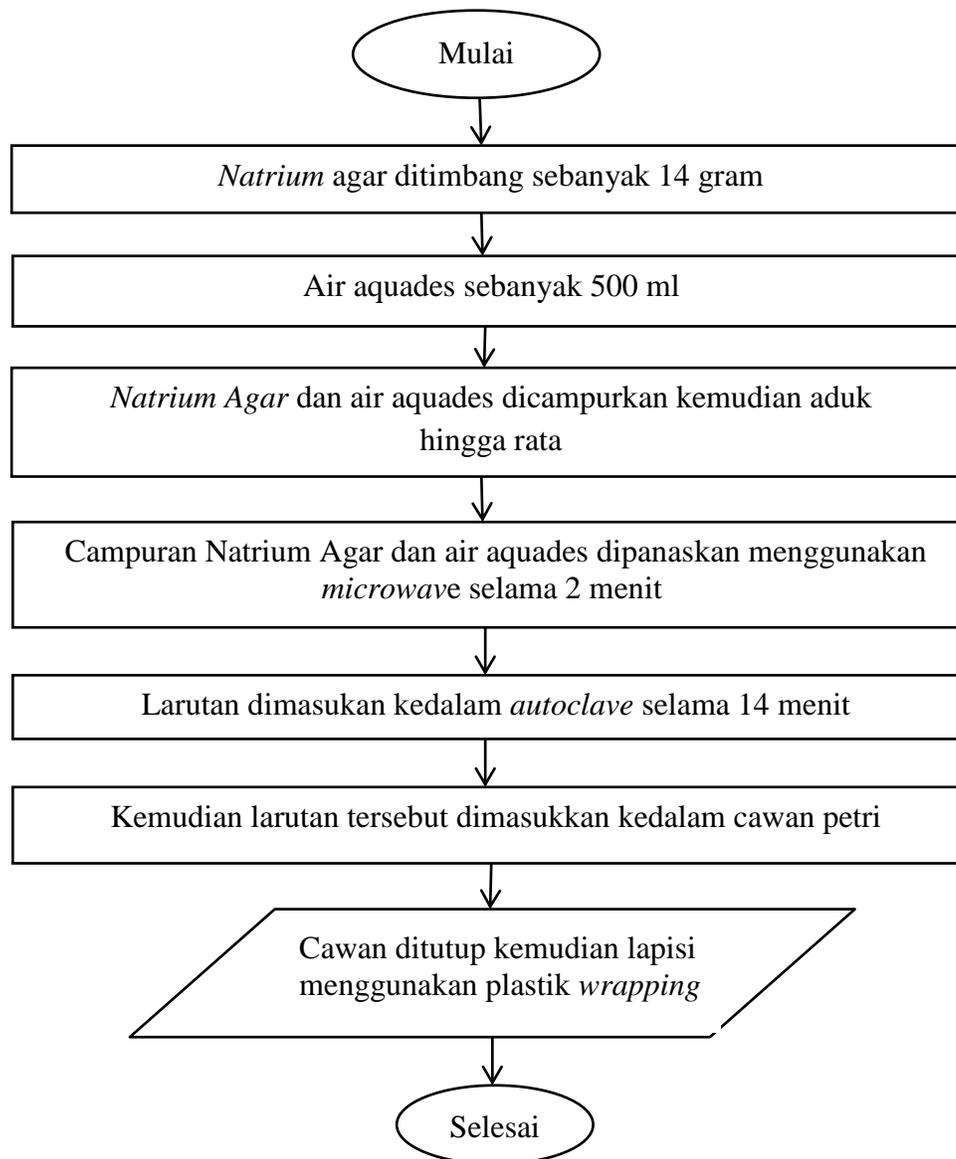
a' = ukuran cawan pada gambar

b' = ukuran bakteri pada gambar

Setelah didapatkan hasil perubahan bakteri kemudian di bandingkan dengan sampel kontrol. Bakteri tersebut didapatkan dengan mengembangbiakan pada media agar dengan cara diambil bakteri yang terdapat pada uang kertas lalu di diamkan selama 24 jam pada suhu ruang.

3.8. Rancangan Pengambilan Data

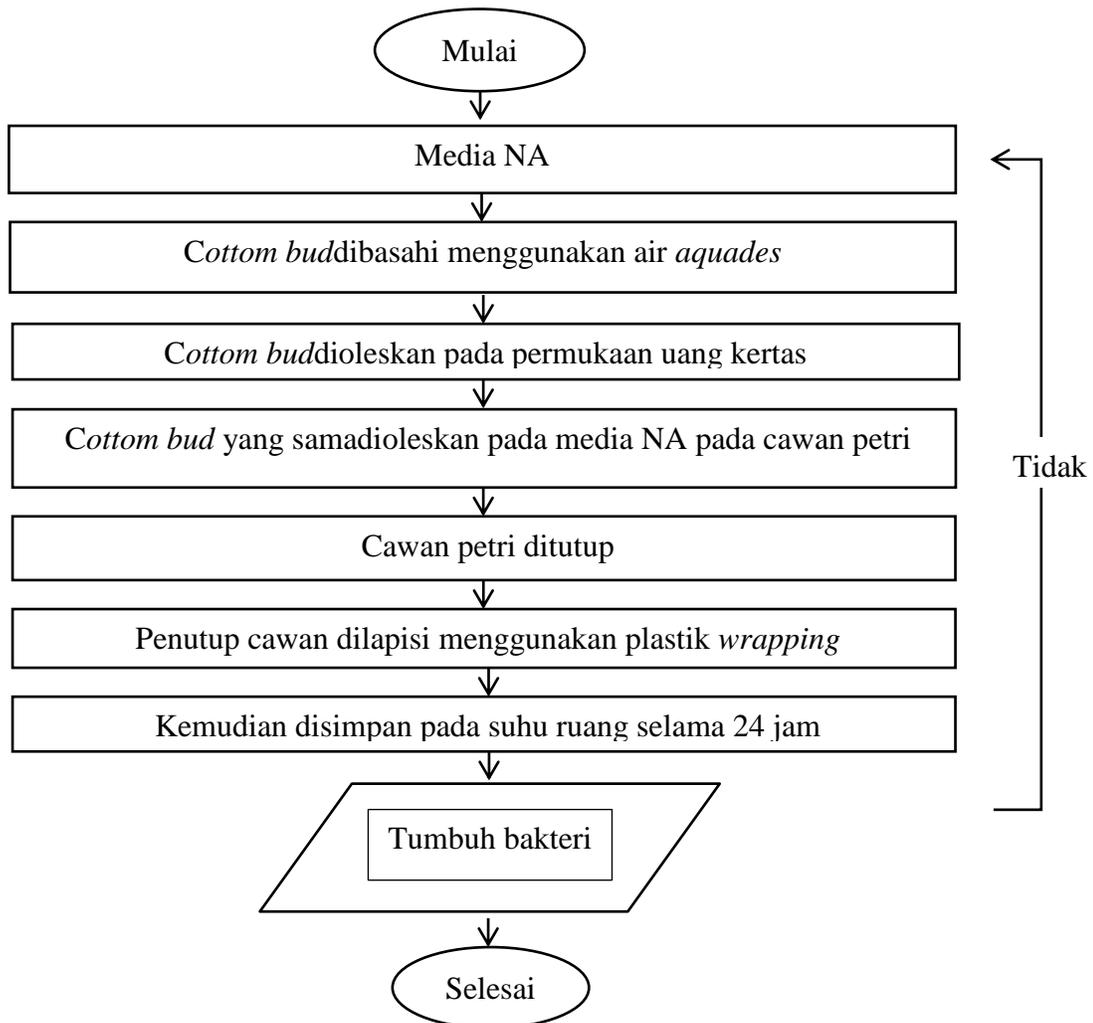
Tahap awal dalam pengambilan data adalah pembuatan media perkembangbiakan bakteri. Untuk membuat media tersebut dibutuhkan alat berupa cawan petri, timbangan digital, pengaduk, *microwave*, *autoclave*, botol, dan sarung tangan serta menggunakan bahan seperti Natrium Agar sebanyak 14 gram, air aquades sebanyak 500 ml, aluminium foil, dan plastik *wrapping*. Berikut merupakan cara untuk membuat media NA :



Gambar 7. Pembuatan media pengembangbiakan bakteri/NA

Setelah selesai membuat media pengembangbiakan bakteri dilanjutkan dengan mengembangbiakan bakteri dengan cara menyiapkan media pengembangbiakan yang telah dibuat sebelumnya (media NA), kemudian dilanjutkan dengan pengambilan bakteri pada uang kertas menggunakan *cotton bud* dengan cara membasahi *cotton bud* terlebih dahulu menggunakan air aquades lalu mengoleskan bagian *cotton bud* pada permukaan uang kertas. Langkah selanjutnya adalah mengoleskan *cotton bud* yang

telah terkontaminasi bakteri pada cawan yang telah terisi media penganmbangbiakan bakteri (media NA). Tutup cawan dengan rapat dan dilapisi menggunakan plastik wrapp. Kemudian simpan selama 24 jam agar bakteri yang ada di dalam media tersebut berkembangbiak.



Gambar 8. Pengambilan Data

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah didapatkan hasil penelitian bahwa bakteri yang disinari pada lama waktu 3, 5, dan 7 menit dengan 1 dan 2 lampu mendapatkan hasil yang berbeda. Semakin lama waktu penyinaran mempengaruhi perkembangbiakan koloni bakteri. Penggunaan 2 lampu mendapatkan nilai penurunan yang paling tinggi daripada penggunaan 1 lampu.
2. Hasil dari pengujian kinerja alat yang meliputi respon sistem, konsumsi energi serta stabilitas alat sebagai berikut :
 - a. Respon sistem alat untuk menghidupkan lampu menunjukkan adanya jeda waktu. Rata-rata jeda waktu pada percobaan menggunakan 1 lampu adalah 0,23 detik dan pada 2 lampu adalah 0,64 detik.
 - b. Pengukuran kuat arus yang diperlukan untuk dapat menghidupkan lampu adalah 0,03 A untuk 1 lampu dan 0,06 A untuk 2 lampu. pengukuran tegangan didapatkan hasil sebesar 217 V Sehingga rata-rata daya yang digunakan untuk 1 lampu adalah sebesar 6,48 watt dan untuk 2 lampu sebesar 13 watt.
 - c. Penggunaan daya pada 1 lampu selama 15 menit sebesar 1,62 kWh dan pada 2 lampu selama 15 menit sebesar 6,5 kWh.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Daya pada lampu uv di perbesar dan waktu penyinaran diperpanjang agar lebih efektif dalam membunuh bakteri.
2. Sebaiknya seluruh komponen pada sistem otomatisasi langsung terpasang di dalam alat agar terlihat lebih rapih.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R. 2017. *Buku Ajar Mikrokontroler dan Interace*. Jurusan pendidikan teknik elektronika fakultas teknik , universitas negeri makasar.
- Aini, N. 2015. *Media Alternatif Untuk Pertumbuhan Jamur Menggunakan Sumber Karbohidrat yang Berbeda*. Skripsi : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Arief, S. 2011. *Media Pembelajaran, Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. PT. Raja Grafindo Persada.
- Ariyadi, T., Dewi S, S. 2009. Pengaruh sinar ultraviolet terhadap pertumbuhan bakteri *Bacillus* sp. Sebagai Bakteri Kontaminan. *Jurnal Kesehatan, Vol 2 No 2*.
- Cappucino, J.G, dan Sherma, N. 2013. *Manual Laboratorium Mikrobiologi Edisi 8*. Jakarta: ECG.
- Damanik, R 2013, 'Anti-bacterial and Anti-fungal Activity of Coleus Leaves Consumed As Breast-milk Stimulant.' *Nutrition&Food Science*, Vol. 43 lss 6: 582-590.
- Elisanti, A. D., dan Ardianto, E. T. (2020). *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Kuantitatif Bidang Kesehatan*. April 2020, 253.
- Faridha, M., dan Noor, M. 2018. Analisis Penghitungan Pemakaian Energi Lampu Led Pada Rumah Tingga Tipe 45 Selama Sebulan. *Jurnal EEICT, 1, 7–12*.
- Fatimang, S. 2019. Rancang Bangun Sterilisator Bakteri Pada Udara Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 16(2), 63. <https://doi.org/10.31963/elekterika.v16i2.2002>
- Gedik, H., Voss, T. A. dan Voss, A. (2013). Money and Transmission of Bacteria. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 2(22): 1-3. doi: 10.1186/2047-2994-2-22
- Hamdi, Saipul. 2009. Sinar Ultraviolet matahari terlalu banyak juga membahayakan. http://sinar_ultraviolet-matahariterlalu (diakses tanggal 09 Maret 2015)
- Haryono, R. 2012. *Keperawatan Medikal Bedah Sistem Pencernaan*. Yogyakarta *Gosyen Publishing*.

- Holderman, et.al. 2017. "Identifikasi Bakteri Pada Pegangan Eskalator Di Salah Satu Pusat Perbelanjaan Di Kota Manado." *Jurnal Ilmiah Sains* 17, no. 1: 13.
- Jawetz, E., dan Melnick, J. 2010. *Review of Medical Microbiology* 15th edition. *Lange Medical Publication. California.*
- Karina I Dantur, Ram A. Pizzaro. 2003. Effect of Growth Phase on The Escherichia coli Response to Ultraviolet-A Radiation : Influence of Conditioned Media, Hydrogen Peroxide and Acetate. *Journal of Photochemistry and Photobiology B : Biology* 75
- Kencana, D. 2004. Pengaruh Gelombang Ultrasonik Terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus Aureus dan Salmonella sp. *Skripsi Jurusan Biologi FMIPA Unud.*
- Lomrah, S. 2017. Pengaruh Cahaya Ultraviolet C (UV-C) dan Kelembaban Udara (RH) Terhadap Jumlah Bakteri Escherichia coli pada Kulit Sepatu. Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Makhabbah, H. 2020. Rancang Bangun Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik dan Pemutus Daya Otomatis Berbasis Internet. *Jurnal Teknik Elektro, Volume 09, Nomer 01, Tahun 2020, 783-790.*
- Nugroho, C., O. H. 2010. Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet Dan Pengadukan Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E. *Jurnal EEICT, Vol 2 No 1(1), 7–12.*
- Nurcholis, M. 2013. Classification of Microorganisms (Bacteria, Yeast and Mold). Malang: Universitas Brawijaya, 1: 1-55.
- Ogi, N. 2009. Mikrobiologi Uji IMViC. <https://www.Scribd.Com/Doc/26040375/Mikrobiologi-Uji-IMViC-Ogi-Nh>.
- Pelczar, Michael J dan Chan, E. C. S. 2008. *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid I.* Jakarta: UI Press.
- Ramadhani, I., dan Wahyuni. 2020. *Dasar-Dasar Praktikum Mikrobiologi.* CV. Pena Persada.
- Risky, Desak Putu. 2021. Pengaruh Sinar Ultraviolet Terhadap Pertumbuhan Bakteri Enterotoxigenic E.coli (ETEC) Penyebab Penyakit Diare. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar.* Vol. 6 No. 1.

- Rosiana S. 2021. Hubungan Pemahaman Konsep Perbandingan Senilai Dan Berbalik Nilai Terhadap Perhitungan Suhu Pada Fisika. *Jurnal Inovasi Keguruan dan Ilmu Pendidikan* 350 Vol. 1. No. 4 D.
- Ryani, Natasya. 2014. Pengaruh Lama Penyinaran Sinar Lampu UltravioletC Terhadap Pertumbuhan Bakteri. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Saptaji, Handayani W. 2015. Mudah belajar Mikrokontroler dengan Arduino. Bandung : Widya Media.
- Soedjono D. 2003. Bacillus cereus heteroresistant to carbapenems in a cancer patient. *J. Hosp. Infect.* 71:288–290.
- Soetarto, E. S., Suharni, T. T., Nastiti, S. Y., dan Sembiring, L. 2008. *Petunjuk Praktikum Mikrobiologi*.
- Sugiharto, A.. 2006. Pemrograman GUI dengan Matlab, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Sugito dan Sutriswanto. 2018. Perbedaan Kontaminasi Bacteria Staphylococcus sp. di Denominasi Uang Kertas Rupiah di Warung Jalan Adi Sucipto Kota Pontianak. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 1: 167–171
- Sumiawiria, U. 1986. Pengantar Mikrobiologi Umum. *Angkasa Bandung*.
- Syarifudin, A. 2014. Efektivitas “Portable UV Disinfection” dalam Menurunkan Angka Bakteri (Escherichia Coli Spp) pada Air Minum. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal Dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 11(2), 223. <https://doi.org/10.31964/jkl.v11i2.15>
- Va, D. P. R., Ratnawati, I. G. A., dan Kawuri, R. 2021. *Pengaruh Sinar Ultraviolet Terhadap Pertumbuhan Bakteri Enterotoxigenic E.Coli (Etec) Penyebab Penyakit Diare The Effect Of Ultraviolet Rays On The Growth Of Enterotoxigenic E. Coli (Etec) Bacteria Causes Of Diarrhea Disease.* 6(1).
- Zein, U. 2004. Diare Akut Infeksius pada Dewasa. *E-USU Repository Universitas Sumatera Utara. Medan*.
- Zikra, W., Amir, A., dan Putra, A. E. 2018. Identifikasi Bakteri Escherichia coli (E.coli) pada Air Minum di Rumah Makan dan Cafe di Kelurahan Jati serta Jati Baru Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7(2), 212. <https://doi.org/10.25077/jka.v7i2.804>.

