

**STUDI AWAL EFEKTIVITAS JAMUR PADA BUAH NANAS SEGAR
MENGUNAKAN CAHAYA ULTRAVIOLET DENGAN VARIASI
PANJANG GELOMBANG DAN WAKTU
BERBASIS ARDUINO UNO**

(Skripsi)

Oleh

Raka Reinord Orlanda



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

STUDI AWAL EFEKTIVITAS JAMUR PADA BUAH NANAS SEGAR MENGUNAKAN CAHAYA ULTRAVIOLET DENGAN VARIASI PANJANG GELOMBANG DAN WAKTU BERBASIS ARDUINO UNO

Oleh

RAKA REINORD ORLANDA

Buah nanas di Indonesia berpotensi sebagai komoditi andalan ekspor yang cukup besar, namun ada beberapa permasalahan yang terjadi diantaranya terkait kualitas buah nanas tersebut. Buah nanas diketahui mengandung air dalam jumlah yang cukup banyak sehingga sangat baik bagi pertumbuhan jamur salahsatunya jamur *Penicillium sp.* Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi awal efektivitas sinar ultraviolet terhadap laju pertumbuhan jamur dengan variasi panjang gelombang dan waktu. Alat sterilisasi yang telah dirancang dapat meningkatkan kualitas buah nanas dengan mengurangi pertumbuhan jamur. Pengambilan data dilakukan dengan membuat media jamur pada cawan petri menggunakan *potato dextrose agar* (PDA) sebanyak 15 ml, kemudian disuspensi jamur *Penicillium sp* sebanyak 1 ml tiap cawan. Jamur yang tumbuh pada cawan diberi perlakuan penyinaran ultraviolet dengan variasi panjang gelombang 189 nm, 254 nm, dan 310 nm. Variasi waktu 10, 15, 20 menit dan intensitas 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 lux. Pengurangan jamur dapat dihitung menggunakan alat *Colony Counter SC5*. Hasil penelitian menunjukkan pengurangan jamur efektif seiring pendeknya panjang gelombang, lamanya waktu, dan besarnya intensitas. Variasi panjang gelombang 189 nm, lama penyinaran 20 menit, dan intensitas 90 lux paling efektif dalam mengurangi pertumbuhan jamur.

Kata Kunci: Ultraviolet, Sterilisasi, Nanas, *Penicillium sp*, Arduino Uno

ABSTRACT

PRELIMINARY STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF MUSHROOMS ON FRESH PINEAPPLE USING ULTRAVIOLET LIGHT WITH VARIATIONS IN WAVELENGTH AND TIME BASED ON ARDUINO UNO

By

RAKA REINORD ORLANDA

*Pineapple in Indonesia has the potential as a major export commodity, but there are several problems that occur, including related to the quality of the pineapple. Pineapple is known to contain a large amount of water so it is very good for the growth of mushroom, one of which is *Penicillium* sp. This study aims to conduct a preliminary study of the effectiveness of ultraviolet light on the growth rate of mushroom with variations in wavelength and time. Sterilization device that has been designed for improving the quality of pineapple fruit by reducing mushroom growth. Data collection was done by making mushroom media in petri dishes using potato dextrose agar as much as 15 ml, then suspension of *Penicillium* sp mushrooms as much as 1 ml per cup. Mushrooms growing on plates were treated with ultraviolet irradiation with various wavelengths of 189 nm, 254 nm, and 310 nm. Variation of time 10, 15, 20 minutes and intensity 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 lux. Mushroom reduction can be calculated using the Colony Counter SC5 tool. The results showed that mushroom reduction was effective with shorter wavelength, length of time, and intensity. Variations in wavelength of 189 nm, irradiation time of 20 minutes, and intensity of 90 lux were most effective in reducing mushroom growth.*

Keywords: *Ultraviolet, Sterilization, Pineapple, Penicillium sp, Arduino Uno*

**STUDI AWAL EFEKTIVITAS JAMUR PADA BUAH NANAS SEGAR
MENGUNAKAN CAHAYA ULTRAVIOLET DENGAN VARIASI
PANJANG GELOMBANG DAN WAKTU
BERBASIS ARDUINO UNO**

Oleh

RAKA REINORD ORLANDA

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Penelitian : **STUDI AWAL EFEKTIVITAS JAMUR PADA BUAH NANAS SEGAR MENGGUNAKAN CAHAYA ULTRAVIOLET DENGAN VARIASI PANJANG GELOMBANG DAN WAKTU BERBASIS ARDUINO UNO**

Nama Mahasiswa : **Raka Reinord Orlanda**


Nomor Pokok Mahasiswa : **1617041070**


Jurusan : **Fisika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

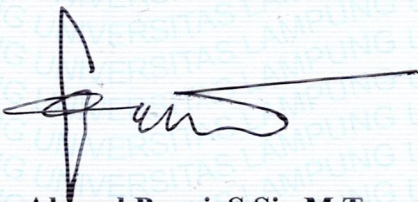


1. Komisi Pembimbing


Drs. Amir Supriyanto, M.Si.
NIP. 196504071991111001


Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc.
NIP. 1982061820081210

2. Ketua Jurusan Fisika FMIPA


Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.
NIP.19801010 200501 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

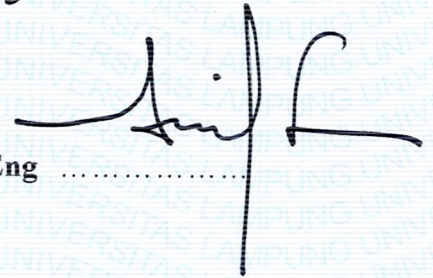
Ketua : Drs. Amir Supriyanto M.Si



Sekretaris : Dr. Junaidi S.Si., M.Sc



Penguji
Bukan Pembimbing : Arif Surtano S.Si., M.Si., M.Eng



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Surtanto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.
NIP. 197407052000031001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 01 Juli 2022

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepengetahuan saya tidak ada karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila ada pernyataan saya yang tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 08 Juli 2022



Raka Reinord Orlanda
NPM. 1617041070

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Karawang, Provinsi Jawa Barat pada 16 Januari 1997 sebagai anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Yurni Jafar Husein dan Ibu Yeti Kusmayati. Penulis memulai pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Gintungkerta tahun 2004-2006 kemudian pindah di SD Negeri 2 Balonggandu tahun 2006-2009 lalu melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Jatisari tahun 2009-2012. Penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Jatisari pada tahun 2012-2015. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2016 sebagai penerima beasiswa Bidikmisi.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif sebagai pengurus organisasi Himpunan Mahasiswa Fisika (Himafi) bidang sosial masyarakat pada tahun 2017 dan menjabat sebagai Ketua Umum Himafi tahun 2018. Pada tahun 2019 penulis aktif sebagai Gubernur Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FMIPA Universitas Lampung, selanjutnya pada tahun 2020 sebagai Menteri Pergerakan BEM Universitas Keluarga Besar Mahasiswa Universitas Lampung. Selain itu, penulis pernah menjadi asisten praktikum Elektronika Dasar. Penulis menempuh kegiatan Praktik

Kerja Lapangan (PKL) di Pusat Teknologi Roket Lembaga Penerbangan Antariksa Nasional (LAPAN) Rumpin, Kabupaten Bogor, Jawa Barat dan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pekon Sidoharjo, Kecamatan Kelumbayan Barat, Kabupaten Tanggamus. Pengalaman menulis ilmiah penulis yaitu menulis laporan PKL dengan judul “Analisis Pemanfaatan Pixy CmuCAM5 Untuk Mencari Kecepatan Terhadap Perubahan Besar Objek Berbasis Arduino Mega 2560”.

MOTTO

“Menuntut Ilmu Hukumnya wajib atas setiap muslim”

(HR. Ibnu Majah)

**"SCIENCE WITHOUT RELIGION IS LAME,
RELIGION WITHOUT SCIENCE IS BLIND."**

(Albert Einstein)

***"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.
Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."***

(QS. Al-Insyirah 5-6)

“You’ll Never Walk Alone”

(Liverpool FC)

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahiim, Alhamdulillah dengan Penuh Rasa Syukur Kepada Allah SWT, karya skripsi ini dipersembahkan kepada:

Kedua Orangtuaku Tercinta

Bapak Yurni Jafar Husein & Ibu Yeti Kusmayati

Terimakasih atas segala do'a yang tiada lelah, dukungan yang tiada henti yang telah mengiringi anaknya menuju gelar sarjana

Adikku Tercinta

Dzaky Galih Orlanda

Terimakasih telah senantiasa kebersamai, memberikan semangat yang menjadi alasan untuk menjadi lebih baik lagi

Keluarga Besar & Rekan-rekan Seperjuangan

Terimakasih atas segala dukungan yang telah diberikan, menemani dalam setiap keadaan suka maupun duka

Almamater Tercinta

Universitas Lampung

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Studi Awal Efektivitas Jamur Pada Buah Nanas Segar Menggunakan Cahaya Ultraviolet Dengan Variasi Panjang Gelombang dan Waktu Berbasis Arduino Uno**”. Skripsi ini dibuat sebagai salahsatu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penelitian dan dalam penulisan skripsi ini. Harapannya skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

Bandar Lampung, 08 Juli 2022

Penulis

Raka Reinord Orlanda

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan atas karunia dari Allah SWT karena atas izin-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Studi Awal Efektivitas Jamur Pada Buah Nanas Segar Menggunakan Cahaya Ultraviolet Dengan Variasi Panjang Gelombang dan Waktu Berbasis Arduino Uno”**. Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang membantu, diantaranya:

1. Bapak Drs. Amir Supriyanto M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan ilmu, waktu, tenaga dan motivasi dalam penelitian dan penulisan skripsi.
2. Bapak Dr.Junaidi S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya dalam penelitian dan penulisan skripsi.
3. Bapak Arif Surtono S.Si., M.Si., M.Eng selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan masukan sehingga penulisan skripsi ini dapat lebih baik.
4. Ibu Leni Rumiyanthi S.Pd., M.Sc dan Bapak Drs.Pulung Karo Karo M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingannya selama penulis menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.

5. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
6. Bapak Gurum Ahmad Pauzi S.Si M.T selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung, yang telah memberikan semangat motivasi kepada penulis
7. Para Dosen Jurusan Fisika atas segala ilmu yang telah diberikan selama penulis menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.
8. Kedua orangtua, adik, dan keluarga besar yang selalu memberikan semangat, dan motivasi kepada penulis.
9. Tim Laboratorium Mikrobiologi Biologi FMIPA Universitas Lampung, Mba Oni, Mica, Rina telah membantu penulis mengambil dan mengolah data penelitian.
10. Rekan-rekan seperjuangan yang telah membantu dan menemani penulis menyelesaikan skripsi, Fitria, Irsyad Ridho, Ari Sutanto, Syamsul Arifin, Ridho Prayogi, Arfi Suryanata, dan rekan-rekan Fisika 2016 lainnya.
11. Keluarga besar Himafi, BEM FMIPA Kabinet Aksi Inspirasi, dan BEM Univeritas Kabinet Semangat Kita yang senantiasa memberikan semangat, motivasi, kekeluargaan, ilmu, dan pengalaman kepada penulis.

Serta berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan perlindungan dan memberi balasan sebaik – baiknya kepada kita.

Bandar Lampung, 08 Juli 2022

Penulis

Raka Reinord Orlanda

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
HALAMAN JUDUL	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN	x
KATA PENGANTAR	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sinar Ultraviolet.....	9

2.2	Mikrokontroler ATmega328.....	11
2.3	Arduino	14
2.4	Kualitas Produk.....	18
2.5	Buah Nanas	18
2.6	Mikroorganisme Pada Nanas	20
2.7	Pertumbuhan dan Perhitungan Mikroba	22
2.8	<i>Pulse With Modulation (PWM)</i>	24
2.9	Penelitian Terkait	27

III. METODE PENELITIAN

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	30
3.2	Alat dan Bahan.....	30
3.3	Prosedur Penelitian.....	32

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Perancangan Perangkat Lunak	43
4.2	Perancangan Perangkat Keras	49
4.3	Pengambilan dan Pengujian Data.....	52

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1	Simpulan	67
5.2	Saran.....	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Arduino Uno.....	17
Gambar 2.2 Pulsa <i>Pulse Width Modulation</i>	25
Gambar 2.3 Perbandingan nilai <i>duty cycle</i> dengan nilai PWM 8 bit	26
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	33
Gambar 3.2 Diagram Blok	34
Gambar 3.3 Skema Rangkaian Keseluruhan.....	35
Gambar 3.4 Rancang Bangun Alat.....	35
Gambar 3.5 Rancangan Perangkat Lunak.....	37
Gambar 3.6 Grafik Efektivitas Panjang Gelombang.....	40
Gambar 3.7 Grafik Efektivitas Intensitas.....	42
Gambar 4.1 (a) Tampilan depan (b) Tampilan samping	49
Gambar 4.2 Rangkaian Keseluruhan.....	50
Gambar 4.3 (a) Masukan lampu 1 (b) Masukan lampu 2 (c) Masukan lampu 3 ...	51
Gambar 4.4 Proses Penyinaran UV	53
Gambar 4.5 Penyinaran 189 nm 10 Menit Percobaan 1.....	55
Gambar 4.6 Grafik Kematian Jamur dan Waktu dengan Variasi Panjang Gelombang 189 nm	56
Gambar 4.7 Penyinaran 254 nm 10 Menit Percobaan 1.....	57
Gambar 4.8 Grafik Kematian Jamur dan Waktu dengan Variasi Panjang Gelombang 254 nm	58

Gambar 4.9 Penyinaran 310 nm 10 Menit Percobaan 1.....	59
Gambar 4.10 Grafik Kematian Jamur dan Waktu dengan Variasi Panjang Gelombang 310 nm.....	60
Gambar 4.11 Grafik Rata-Rata Kematian Jamur dan Waktu dengan Variasi Panjang Gelombang.....	61
Gambar 4.12 Grafik Efektivitas dan Waktu dengan Variasi Panjang Gelombang..	63
Gambar 4.13 Grafik Kematian Jamur dengan Intensitas Cahaya UV	65

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Skala Indeks UV	11
Tabel 3.1 Alat-Alat Penelitian	30
Tabel 3.2 Bahan-Bahan Penelitian	31
Tabel 3.3 Perangkat Lunak Penelitian	31
Tabel 3.4 Data Efektivitas Sinar UV Paramater Panjang Gelombang dan Waktu 39	
Tabel 3.5 Data Efektivitas Sinar UV Parameter Intensitas Cahaya UV	41

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah nanas di Indonesia berpotensi sebagai komoditi andalan ekspor yang cukup besar, maka dari itu dalam hal ini peran dari berbagai pihak dibutuhkan untuk meningkatkan produksi sehingga eksportir nanas segar kian besar dan berkembang. Beberapa permasalahan yang terjadi diantaranya terkait kualitas dan keamanan pangan sebagai penyebab kurang maksimalnya kontribusi nanas segar Indonesia dalam perdagangan internasional. Provinsi penghasil nanas terbesar adalah Provinsi Lampung dengan produksi sebesar 622.558 ton atau 27,08% dari total produksi nasional (Badan Pusat Statistika, 2020). Provinsi yang memiliki produksi nanas terbesar berikutnya adalah provinsi Jawa Tengah dengan produksi sebesar 252.221 ton (10,31%), Jawa Barat dengan produksi sebesar 250.942 ton (10,25%), Jawa Timur dengan produksi sebesar 220.552 ton (9,01%), Riau sebesar 214.277 ton (8,76%), dan provinsi lainnya sebesar 846.662 ton (34,59%).

Potensi tersebut tentunya harus menjadi perhatian lebih bagi Indonesia dalam mengembangkan buah ekspor terutama nanas. Melihat jumlah produksi yang dihasilkan di beberapa Provinsi di Indonesia yang tidak sedikit, maka sangat disayangkan apabila tidak dikelola dan manajemen dengan baik. Provinsi Lampung memiliki eksportir terbesar yaitu PT. Great Giant Pineapple yang tercatat sebagai eksportir koktail terbesar ketiga di dunia (Aurora dkk., 2020).

Nanas memiliki kandungan vitamin dan nutrisi yang penting bagi tubuh. Hal ini menjadikan nanas sebagai rekomendasi buah yang dapat dikonsumsi sehari-hari. Buah nanas terbukti mampu memenuhi kebutuhan vitamin C harian dalam menjaga imun tubuh. Kandungan serat, antioksidan serta zat bromelain dalam nanas mampu mengobati gangguan pencernaan dalam tubuh, meningkatkan kesehatan jantung, dan mencegah peradangan. Selain mengandung vitamin C, nanas memiliki kandungan vitamin B dan mangan yang memperkuat dan menjaga kesehatan kulit dan tulang.

Buah nanas memiliki banyak kandungan yang bermanfaat, hal tersebut menjadikan nanas sebagai potensi komoditi andalan ekspor Indonesia. Peningkatan kualitas produk menjadi salah satu bagian dari penambahan nilai produk daripada produk lainnya. Kualitas produk menjadi salah satu faktor yang paling penting khususnya dalam suatu industri atau perusahaan. Kualitas produk merupakan jaminan atas kesetiaan pelanggan dan juga menjadi jaminan untuk mempertahankan dari persaingan yang ada untuk terus tumbuh dan berkembang. Buah yang telah dipanen sebenarnya telah mengandung berbagai jamur yang tidak menyebabkan pembusukan buah hingga yang menyebabkan pembusukan buah (Laksana 2008).

Buah nanas diketahui mengandung air dalam jumlah yang cukup banyak sehingga sangat baik bagi pertumbuhan jamur. Jamur yang bersifat patogen yang menyerang pada buah pasca panen. Infeksi awal pada pertumbuhan dan perkembangan buah tergantung pada lingkungan sekitar. Jika kondisi memungkinkan jamur tumbuh dan berkembang maka akan terjadi pembusukan pada buah selama penyimpanan (Utama 2001).

Berbagai olahan buah nanas diproduksi untuk memenuhi kebutuhan konsumen baik didalam negeri maupun luar negeri. Salahsatu produk unggulan dari PT. Great Giant Pinneapple adalah nanas kaleng. Buah nanas yang diolah menjadi nanas kaleng harus bebas dari penyakit, memar atau luka akibat gesekan, serangan hama, atau jamur. Untuk mengecek kelayakan kualitas produk dilakukan oleh divisi *Quality Control* (QC) dengan dapat dilakukan analisis baik secara fisik, kimia maupun mikrobiologi. Namun untuk analisis secara mikrobiologi biasanya tidak dilakukan analisis secara langsung pada Laboratorium sub divisi QC tertentu.

Pada tahapan pengecekan dilakukan pengamatan terhadap ukuran buah, tingkat kematangan luar dan dalam buah, ada atau tidaknya penyakit pada buah, kememaran pada buah dan ada atau tidaknya porositas pada buah nanas. Hal-hal tersebut yang nantinya menentukan apakah buah tersebut dapat diproses selanjutnya atau *direject*. Selain itu juga terdapat analisis, seperti analisis brix dan nitrat pada bahan baku yang ada. Sebelum buah nanas masuk ke proses produksi nanas kaleng, nanas akan dicuci dengan air yang mengandung klorin (Cahyani, 2018).

Melihat pentingnya peningkatan kualitas buah nanas, penggunaan sinar ultraviolet (UV) dapat digunakan dalam mengurangi jamur pada buah nanas. Jamur dapat mengakibatkan kebusukan pada buah nanas sehingga nanas tidak dapat diolah menjadi nanas kaleng. Sinar UV mempunyai kemampuan dalam menonaktifkan jamur tanpa mempengaruhi komposisi kimia air. Absorpsi terhadap radiasi UV oleh protein, asam deoksiribonukleat (ADN) dan asam ribonukleat (ARN) dapat menyebabkan kematian dan mutasi sel. Oleh karena itu, sinar UV dapat digunakan sebagai disinfektan. Radiasi UV merupakan suatu sumber energi yang mempunyai

kemampuan untuk melakukan penetrasi ke dinding sel jamur dan mengubah komposisi asam nukleatnya. Absorpsi UV oleh ADN atau ARN pada beberapa virus dapat menyebabkan jamur tersebut tidak mampu melakukan replikasi akibat pembentukan ikatan rangkap dua pada molekul-molekul pirimidin. Sel yang tidak mampu melakukan replikasi akan kehilangan sifat patogenitasnya. Radiasi UV yang diabsorpsi oleh protein pada membran sel akan menyebabkan kerusakan membran sel dan kematian sel. Spektrum cahaya UV paling efektif dalam mengganggu struktur - struktur spora jamur patogen dengan mempengaruhi aktivitas enzim dan koenzimnya hingga mempengaruhi metabolisme tertentu (Wahyuni, 2004).

Proses biologis yang terkena radiasi dapat tergantung pada lamanya paparan radiasi, mulai dari beberapa menit sampai beberapa jam tergantung pada tingkat kerusakan sel. Mekanisme yang menyebabkan patogen berubah menjadi nonpatogenik ini, disebabkan oleh adanya perubahan biokimia pada *strain* nonpatogenik tersebut, yaitu berkurangnya produksi enzim *pectiklyase* ekstraseluler, menurunnya aktifitas *polygalacturonase*, dan terjadinya defisiensi sekresi enzim ekstraseluler (Susanti dkk., 2009). Pengaruh radiasi sinar UV ini pada proses mutagenesis disebabkan oleh kemampuan sinar dalam menginduksi perubahan secara genetik pada patogen, sehingga dapat mengubah patogen menjadi non-patogenik. Penyinaran dengan UV dan lama penyinaran cenderung berpengaruh terhadap daya infeksi *inoculum* sehingga menghambat perkembangan penyakit (Freeman dkk., 2002).

Pada penelitian – penelitian sebelumnya diketahui bahwa sinar UV berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri. Pada penelitian yang dilakukan oleh Siti Lomrah (2017) dari paparan cahaya UV diketahui dapat menurunkan jumlah bakteri jenis

Escherichia coli pada kulit sepatu. Bakteri aktif berkurang ketika diberikan intensitas cahaya UV yang tinggi, bahkan dengan persentase penurunan mencapai 99%. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar intensitas cahaya UV yang diberikan maka semakin banyak juga jumlah bakteri aktif yang berkurang. Selain pengaruh intensitas, variabel yang mempengaruhi berkurangnya jumlah bakteri aktif adalah waktu penyinaran atau pemaparan sinar UV. Semakin lama waktu penyinaran atau pemaparan sinar UV maka semakin berkurang pula penumbuhan bakteri aktif.

Pada penelitian Fadly dkk (2019) penyinaran UV berpengaruh terhadap penyakit pokahbung pada tanaman tebu. Dalam penelitian tersebut sinar UV mampu menekan infeksi yang disebabkan oleh patogen yang menekan keparahan penyakit pada tanaman tebu. Secara biologis penekanan infeksi tergantung pada lamanya paparan radiasi. Tingkat kerusakan sel pada tanaman tebu akan menurun seiring dengan lamanya paparan radiasi UV. Penyinaran dengan menggunakan lampu UV dapat mereduksi populasi inkolum sehingga dapat menghambat perkembangan penyakit. Selanjutnya, pada penelitian Febrianto dkk (2017) sinar UV efektif terhadap desinfeksi air minum. Berdasarkan uji coba yang dihasilkan dalam penelitian tersebut, intensitas sinar lampu UV mampu membunuh mikroba. Besarnya intensitas UV berpengaruh terhadap jumlah mikroba pada air.

Berdasarkan uraian diatas, penulis akan meneliti mengenai studi awal efektivitas jamur pada buah nanas segar dengan menggunakan cahaya UV dengan variasi panjang gelombang dan waktu. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan arduino dalam mengatur panjang gelombang dan waktu melalui masukan *keypad* untuk mencari efektivitas penghambatan terhadap pertumbuhan jamur pada buah nanas.

Jamur pada buah nanas yaitu isolat *Penicillium* sp yang akan dibuat melalui media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Terdapat dua jenis sampel yang berbeda yaitu dengan disinari UV dan tidak disinari UV.

Dalam proses sterilisasi tersebut diberikan perlakuan perbedaan waktu dan panjang gelombang sinar UV. Pasca sterilisasi tersebut, dapat dilakukan perhitungan jumlah jamur menggunakan *colony counter sc5*. Dapat dilihat pengaruh sinar UV terhadap jamur pada buah nanas melalui perbandingan antara yang diseterilisasi oleh UV dan tidak disterilisasi. Melalui penelitian ini dapat diketahui efektivitas panjang gelombang UV dan waktu terhadap pertumbuhan jamur pada nanas.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. bagaimana mengatur panjang gelombang sinar UV berbasis arduino;
- b. bagaimana mengatur intensitas sinar UV berbasis arduino;
- c. bagaimana mencari panjang gelombang UV, lama penyinaran, dan intensitas yang efektif untuk mengurangi pertumbuhan jamur pada nanas.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

- a. mengetahui cara mengatur panjang gelombang dan intensitas sinar UV melalui arduino;
- b. mengetahui panjang gelombang sinar UV yang efektif dalam mengurangi pertumbuhan jamur pada nanas;
- c. mengetahui lama penyinaran sinar UV yang efektif dalam mengurangi pertumbuhan jamur pada nanas;

- d. mengetahui intensitas cahaya UV yang efektif dalam mengurangi pertumbuhan jamur.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. mengurangi pertumbuhan jamur pada nanas melalui panjang gelombang sinar UV;
- b. didaptkannya alat kontrol pengatur panjang gelombang dan intensitas sinar UV;
- c. didaptkannya kondisi yang efektif untuk mengurangi pertumbuhan jamur pada nanas melalui panjang gelombang, lama penyinaran, dan intensitas cahaya UV.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. penelitian ini dilakukan dengan menggunakan lampu UV dengan panjang gelombang sebesar 189 nm, 254 nm, 310 nm;
- b. penelitian ini dilakukan dengan besar intensitas cahaya UV 20 lux, 30 lux, 40 lux, 50 lux, 60 lux, 70 lux, 80 lux, dan 90 lux;
- c. alat sterilisasi jamur pada penelitian ini berupa box akrilik dengan ketebalan 3 mm, panjang 1 meter, lebar 30 cm, dan tinggi 30 cm;
- d. jarak antara lampu UV dengan objek penelitian sebesar 15 cm;
- e. objek yang digunakan dalam penelitian ini berupa jamur pada buah nanas yaitu *Penicillium* sp;

- f. data pengamatan yang diukur antara lain jumlah jamur (koloni), waktu (menit), panjang gelombang (nm) dan intensitas cahaya (lux).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sinar Ultraviolet

Sinar UV disebut juga ultraungu merupakan hasil dari proses loncatan nyala api listrik oleh atom dan molekul. Sumber utama sinar UV adalah matahari, namun terdapat juga sumber lainnya yaitu: lampu *mercury* dan busur karbon. Sinar UV merupakan pembunuh mikroba yang sangat kuat, dengan panjang gelombang efektif berkisar 100-280 nm. Energi yang dibawanya mudah diserap partikel sehingga mengakibatkan gangguan pada organisme hidup, mulai dari disfungsi organ hingga kerusakan dari ADN dan ARN (Siswanto dan Suryo, 2015).

Sinar UV memiliki berbagai jenis yang dibagi berdasarkan panjang gelombangnya. Semakin pendek panjang gelombangnya, semakin berbahaya radiasinya. Namun, radiasi UV dengan panjang gelombang yang lebih pendek kurang mampu menembus kulit. Wilayah UV mencakup rentang panjang gelombang 100-400 nm dan dibagi menjadi tiga pita.

Pertama, UV C dengan panjang gelombang 100-280 nm merupakan jenis UV dengan panjang gelombang paling pendek. Sinar UV ini menghasilkan radiasi yang paling berbahaya dan dapat merusak organisme. Namun, sinar UV ini dapat tersaring oleh atmosfer dan tidak mencapai permukaan bumi.

Kedua, UV B dengan panjang gelombang 280-315 nm. Sinar UV jenis ini sangat aktif secara biologis tetapi tidak dapat menembus di luar lapisan kulit superfisial.

UV B dapat menunda penyamakan dan pembakaran. Selain efek jangka pendek tersebut, sinar UV ini mampu meningkatkan penuaan kulit dan secara signifikan meningkatkan perkembangan kanker kulit. Kebanyakan dari UV B matahari disaring oleh atmosfer.

Ketiga, UV A dengan panjang gelombang 315-400 nm. Sinar UV jenis ini adalah yang paling panjang gelombang nya diantara dua jenis lainnya. Dengan panjang gelombang yang relatif panjang, UV A menyumbang sekitar 95% dari radiasi UV yang mencapai permukaan bumi. Jenis UV ini dapat menembus ke dalam lapisan kulit yang lebih dalam dan dapat menimbulkan efek penyamakan langsung. Selain itu, UV A juga berdampak pada penuaan dan kerutan kulit. Untuk waktu yang lama UV A dianggap tidak dapat menyebabkan kerusakan permanen. Studi terbaru sangat menyarankan bahwa UV A juga dapat meningkatkan perkembangan kanker kulit (*World Health Organization, 2016*).

Sinar UV memiliki kemampuan untuk mempengaruhi fungsi sel makhluk hidup dengan mengubah material ini sel, atau ADN, sehingga makhluk tersebut dapat mati. Sinar UV diserap oleh protein dan asam nukleat. Reaksi kimia yang terjadi dapat menyebabkan kegagalan proses metabolisme pada mikroorganisme yang mengarah pada kematian. Melalui penyinaran sinar UV dan sinar-sinar ionisasi akan mematikan sel vegetatif dari bakteri. Bakteri yang ada di udara atau yang berada di lapisan permukaan suatu benda yang terpapar sinar UV akan mati oleh penyinaran sinar UV. Ketika mikroorganisme disinari oleh sinar UV, ADN dari mikroorganisme tersebut akan menyerap energi sinar UV. Melalui energi itu yang akan menyebabkan terputusnya ikatan hidrogen pada basa nitrogen, sehingga terjadi modifikasi-modifikasi kimia dari nukleprotein serta menimbulkan hubungan

silang antara molekul-molekul timin yang berdekatan dengan berikatan secara kovalen. Hubungan ini dapat menyebabkan salah baca dari kode genetik dalam proses sintesa protein, yang akan menghasilkan mutasi yang selanjutnya akan merusak atau memperlemah fungsi-fungsi vital organisme dan kemudian akan membunuhnya (Suharyono dkk., 2009).

Indeks UV adalah angka tanpa satuan untuk menjelaskan tingkat paparan radiasi sinar UV yang berkaitan dengan kesehatan manusia. Dengan mengetahui indeks UV kita bisa memantau tingkat sinar UV yang bermanfaat dan yang dapat memberikan bahaya. Setiap skala indeks UV setara dengan 0.025 Wm^2 radiasi sinar UV. Skala tersebut diperoleh berdasarkan fluks spektral radiasi UV dengan fungsi yang sesuai dengan efek fotobiologis pada kulit manusia, terintegrasi antara 250 dan 400 nm. Berikut pada Tabel 2.1 ditampilkan skala indeks UV dari resiko rendah sampai dengan resiko ekstrem (BMKG, 2020).

Tabel 2. 1 Skala Indeks UV

Warna Skala	Indeks UV	Kategori
Hijau	0-2	<i>Low</i> (resiko bahaya rendah)
Kuning	3-5	<i>Moderate</i> (resiko berbahaya sedang)
Oranye	6-7	<i>High</i> (resiko berbahaya tinggi)
Merah	8-10	<i>Very High</i> (resiko bahaya sangat tinggi)
Ungu	>11	<i>Extreme</i> (resiko bahaya sangat ekstrem)

2.2 Mikrokontroler ATmega328

Sebuah komputer mikro memiliki tiga komponen utama, yaitu: unit pengolahan pusat atau *Central Processing Unit* (CPU), memori dan sistem *input/output* (I/O) untuk dihubungkan ke perangkat luar. CPU yang mengatur sistem kerja komputer

mikro, dibangun oleh sebuah mikroprosesor. Memori terdiri atas *Eelectrically Erasable Programmable Read-Only Memory* (EEPROM) untuk menyimpan program dan *Random Acces Memory* (RAM) untuk menyimpan data. Sistem I/O bisa dihubungkan dengan perangkat luar misalnya sebuah *keyboard* dan sebuah monitor, bergantung pada aplikasinya. Apabila CPU, memori dan sistem I/O dalam sebuah *chip* semikonduktor, maka inilah yang dinamakan mikrokontroler (Sumarsono, 2018).

Mikrokontroler memiliki fungsi untuk mengendalikan rangkaian elektronik, serta dapat menyimpan program di dalamnya. *Intergrated Circuit* (IC) mikrokontroler memiliki kepadatan tinggi, dimana semua bagian yang diperlukan untuk suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping, biasanya terdiri dari: CPU, RAM, *EEPROM*, *I/O*, *Serial & Parallel*, *Timer*, *Interrupt Controller*. Rata-rata mikrokontroler memiliki instruksi manipulasi bit, akses I/O secara langsung dan mudah, juga proses *interrupt* yang cepat dan efisien. Dengan kata lain mikrokontroler adalah solusi dalam satu chip yang secara signifikan dapat mengurangi jumlah komponen dan biaya desain (Aryo dkk., 2017).

Penggerak pada mikrokontoler menggunakan bahasa pemrograman *assembly* dengan berpatokan pada kaidah digital dasar sehingga pengoperasian sistem menjadi sangat mudah dikerjakan sesuai dengan logika system. Bahasa *assembly* ini mudah dimengerti karena menggunakan bahasa *assembly* aplikasi dimana parameter masukan dan keluaran langsung bisa diakses tanpa menggunakan banyak perintah. Desain bahasa *assembly* ini tidak menggunakan begitu banyak syarat penulisan bahasa pemrograman seperti huruf besar dan huruf kecil untuk bahasa *assembly* tetap diwajibkan. Mikrokontroler tersusun dalam satu *chip* dimana

prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem. Sistem *running* bersifat berdiri sendiri tanpa tergantung dengan komputer sedangkan parameter komputer hanya digunakan untuk *download* perintah instruksi atau program. Langkah-langkah untuk *download* komputer dengan mikrokontroler sangat mudah digunakan karena tidak menggunakan banyak perintah. Pada mikrokontroler tersedia fasilitas tambahan untuk pengembangan memori dan I/O yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem (Purnama, 2019).

ATMega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur *Reduce Instruction Set Computer* (RISC) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur *Completed Instruction Set Computer* (CISC). Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain yaitu 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*, 32 x 8-bit register serba guna. Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan *clock* 16 MHz, 32 KB *flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari *flash memory* sebagai *bootloader*. Memiliki EEPROM sebesar 1 KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan. Memiliki *Static Random Access Memory* (SRAM) sebesar 2 KB. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin, 6 diantaranya *Pulse Width Modulation* (PWM) output. Memiliki *Master/Slave Serial Peripheral Interface* (SPI). Mikrokontroler ATMega328 memiliki arsitektur harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja. Instruksi – instruksi dalam memori program dieksekusi

dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program.

Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus *clock*, 32 x 8-bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Arithmetic Logic unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. Enam dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-bit pada mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data. Ketiga register *pointer* 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi *Automatic Voltage Regulator* (AVR) memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain register serba guna di atas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 bit. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai *register control timer/counter*, interupsi, *Analog Digital Converter* (ADC), *Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter* (USART), SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. Register – register ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0x5Fh.

2.3 Arduino

Arduino dikenal sebagai papan elektrolis yang didalamnya mengandung satu mikrokontroler buatan perusahaan Atmel dan berbagai peranti pendukung yang memungkinkan siapa saja dengan mudah dapat membuat berbagai jenis Arduino. Salah satu yang terkenal dinamakan *Genuino* atau *Arduino Uno*.

Nama Arduino tidak hanya menyatakan perangkat keras, melainkan juga perangkat lunak. Secara lebih spesifik, perangkat lunak yang digunakan untuk membuat sketsa nama khusus untuk program yang digunakan untuk mengendalikan perangkat keras diberi nama *Arduino IDE*. Adapun bahasa yang digunakan untuk menyusun sketsa sangat menyerupai C atau C++.

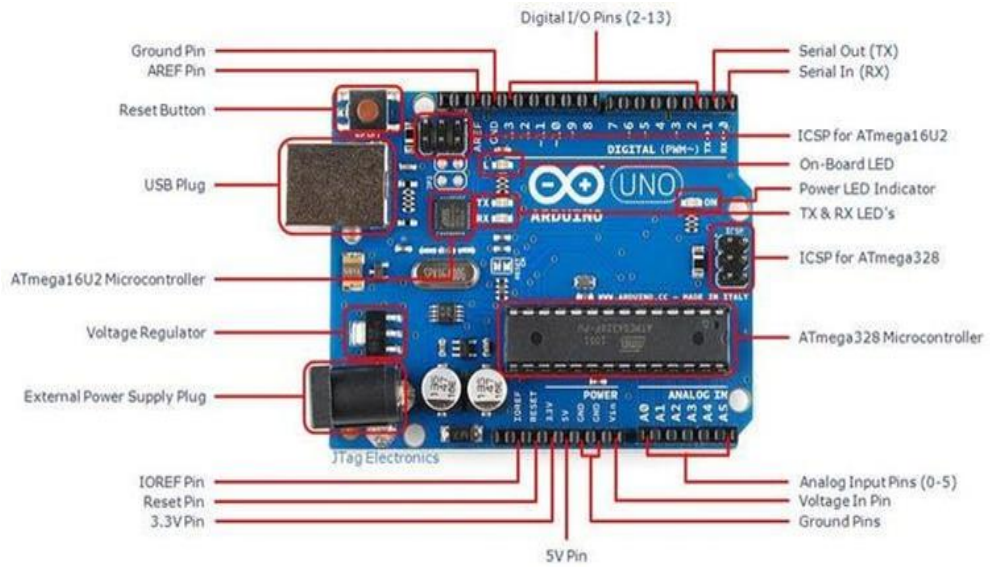
Dengan menggunakan Arduino, proses untuk menyusun sketsa, menguji sintaks pemrograman hingga ke pengunggahan sketsa ke papan Arduino sangat mudah dan cepat dilakukan. Selain itu, harga papan arduino pun makin murah dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, *Arduino Uno* banyak digunakan untuk kepentingan penyusunan tugas akhir maupun untuk membuat prototipe penyelesaian suatu masalah yang melibatkan perangkat elektronik.

Arduino merupakan sebuah *board* mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin I/O yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 *analog input*, *crystal osilator* 16 MHz, koneksi Universal Serial Bus (USB), *jack power*, kepala *In Circucit Serial Programming* (ICSP), dan tombol *reset*. Arduino mampu mendukung mikrokontroler yang dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB. Arduino merupakan sebuah *board* minimum sistem mikrokontroler yang bersifat *open source*. Didalam rangkaian *board* arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel.

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding *board* mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat

loader yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. *Port* USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai *port* komunikasi serial.

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin *input analog* dan 14 pin digital I/O. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai *output digital* jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan *pin analog* menjadi *output digital*, *pin analog* yang pada keterangan *board* 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. Dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-19. Sifat *open source* arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri dalam menggunakan board ini, karena dengan sifat *open source* komponen yang dipakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan *syntax* bahasa pemrogramannya sehingga mempermudah kita dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler.



Gambar 2. 1 Arduino Uno (Junaidi dan Prabowo, 2018)

Berikut adalah deskripsi arduino uno.

1. Mikrokontroler ATmega328.
2. Beroperasi pada tegangan 5 V.
3. Tegangan input (rekomendasi) 7 – 12 V.
4. Batas tegangan input 6 – 20 V.
5. Pin digital input/output 14 (6 mendukung output PWM).
6. Pin analog input 6.
7. Arus pin per I/O 40 mA.
8. Arus untuk pin 3.3 V adalah 50 mA.
9. Flash memory 32 KB (ATmega328) dimana 2 KB digunakan oleh bootloader.
10. SRAM 2 KB (ATmega328).
11. EEPROM 1 KB (ATmega328).
12. Kecepatan clock 16 MHz

2.4 Kualitas Produk

Kualitas Produk adalah kemampuan suatu produk untuk melakukan fungsi – fungsinya. Kemampuan itu meliputi daya tahan, kehandalan, ketelitian yang dihasilkan, kemudahan dioperasikan dan diperbaiki, dan atribut lain yang berharga pada produk secara keseluruhan. Kualitas produk dapat mempengaruhi keberhasilan dan kemajuan suatu usaha bisnis. Perusahaan yang memproduksi produk yang berkualitas tinggi lebih akan memberi keuntungan dibandingkan dengan memproduksi produk yang berkualitas rendah. Artinya, konsumen akan bersedia membeli suatu barang dengan harga yang masuk akal atau relatif terjangkau, dengan kualitas barang yang baik (Amanah, 2010).

Kualitas produk merupakan penggerak kepuasan pelanggan yang pertama dan kualitas produk ini adalah dimensi yang global dan hal yang penting dalam menentukan pemilihan suatu produk oleh konsumen. Produk yang ditawarkan haruslah suatu produk yang benar benar teruji dengan baik mengenai kualitasnya. Karena bagi konsumen yang diutamakan adalah kualitas dari produk itu sendiri. Konsumen akan lebih menyukai dan memilih produk yang mempunyai kualitas lebih baik bila dibandingkan dengan produk lain sejenis yang dapat memenuhi kebutuhan dan keinginannya. Pembeli akan membeli produk jika sudah merasa cocok, karena itu produk harus disesuaikan dengan keinginan ataupun kebutuhan pembeli agar pemasaran produk berhasil dan salahsatu caranya dengan peningkatan kualitas produk (Istoto dan Kurniawan, 2018).

2.5 Buah Nanas

Nanas (*Ananas comosus L.*) adalah salah satu komoditas buah unggulan di Indonesia. Hal ini mengacu pada besarnya produksi nanas yang menempati posisi

ketiga setelah pisang dan mangga. Selain dikonsumsi dalam bentuk segar, buah nanas juga dapat diolah menjadi berbagai produk seperti jus, selai, sirup dan keripik. Buah nanas mengandung unsur air, gula, asam organik, mineral, nitrogen, protein, bromelin serta semua vitamin dalam jumlah kecil, kecuali vitamin D. Kulit buah nanas dapat diolah menjadi sirup atau diekstraksi cairannya untuk pakan ternak, sedangkan serat pada daun dapat diolah menjadi kertas dan tekstil (Hadiati dan Indriyani, 2008).

Berdasarkan data rata-rata produksi tahun 2011-2015, sebanyak 73,08% produksi nanas Indonesia dipasok dari Provinsi Lampung, Jawa Barat, Sumatera Utara, Jawa Timur, dan Jambi. Lampung memberikan kontribusi terbesar terhadap produksi nanas Indonesia, yaitu sebesar 32,77%, diikuti oleh Jawa Barat 10,39%, Sumatera Utara 12,78%, Jawa Timur 8,92%, dan Jambi 8,23%, sedangkan Provinsi lainnya memberikan kontribusi terhadap produksi nanas Indonesia kurang dari 7% . Sebaran kontribusi produksi nanas selama lima tahun terakhir (2011-2015) tidak mengalami perubahan yang besar. Dalam periode tersebut Lampung tetap berada di peringkat pertama secara konsisten. Pada tahun 2015, produksi nanas di Provinsi Lampung dikuasai oleh Kabupaten Lampung Tengah. Dengan kontribusi produksi tahun 2015 mencapai 99,69%, maka Lampung Tengah merupakan produsen nanas terbesar di Lampung, bahkan di Indonesia.

Keberadaan PT. Great Giant Pineapple sebagai perusahaan pengolahan nanas di kabupaten ini sangat mendongkrak produksi nanas Provinsi Lampung. Saat ini PT. Great Giant Pineapple tercatat sebagai tiga besar produsen nanas kalengan di dunia. Dalam pemanenan nanas ada dua hal yang harus diperhatikan, apakah buah yang dipanen akan dijual untuk pasar lokal atau internasional. Pemanenan yang paling

baik dilakukan pada saat buah telah masak sempurna (*ripe*), pada saat mutu santap (*eating quality*) dan tingkat kemanisan atau kadar gula (*Brix*) buah yang paling baik untuk dapat dikonsumsi. Namun untuk tujuan ekspor, buah dapat dipanen pada saat matang (*mature*).

Nanas termasuk buah noklimaterik dan tidak akan berubah dalam hal *eating quality* setelah buah dipanen. Untuk mendapatkan *eating quality* yang baik pada nanas, sebaiknya buah dipanen pada saat buah telah masak sempurna ketika di tanaman. Buah harus dipanen pada saat buah sudah masak. Buah yang dipanen pada tahap ini lebih rentan terhadap kerusakan mekanik, memiliki *shelf life* yang lebih pendek dan rentan terhadap serangan patogen dan gangguan fisiologis (Jan dkk., 2012).

2.6 Mikroorganisme Pada Nanas

Mikroorganisme yang disukai manusia, pada umumnya juga disukai oleh mikroorganisme. Banyak virus, bakteri, dan jamur menyerang makanan yang masih berupa bahan mentah seperti sayur-sayuran, buah-buahan, susu, daging, banyak pula yang menyerang makanan yang sudah dimasak seperti nasi, roti, kue-kue, lauk-pauk, dan sebagainya. Makanan yang sudah dihindangi mikroorganisme itu mengalami penguraian, sehingga dapat berkuranglah nilai gizi dan kelezatannya, bahkan makanan yang telah dalam keadaan terurai itu dapat menyebabkan sakit sampai matinya seseorang yang memakannya. Bakteri dalam makanan kita mengubah makanan tersebut menjadi zat-zat organik yang berkurang energinya (Dwidjoseputro, 2003).

Busuk lunak pada nanas oleh *Thiellaviopsis paradoxa*. Gejala penyakit ini adalah busuk basah yang lunak. Daging buah berwarna kuning terang dan berbau khusus

mirip asetil asetat. Pembusukan lanjut warna daging buah menjadi kelabu atau hitam. Patogen menyerang saat buah masih hijau atau sudah masak. Jamur ini sering masuk melalui bekas potongan tangkai buah. Buah yang sakit seringkali sudah hancur pada saat pengangkutan.

Busuk teras pada nanas dapat juga disebabkan oleh jamur *Penicillium*. Lubang alami yang terjadi dari bekas potongan tangkai buah menjadi jalan masuknya patogen ke dalam bakal buah. Patogen ini awalnya berada dalam keadaan istirahat selama buah masih dalam pertumbuhan dan baru aktif kembali setelah buah memasuki proses pemasakan. Jamur ini menyebabkan busuknya dinding saluran madu dan teras hati dari buah. Dari luar gejala berupa pembusukan yang berwarna coklat dengan bentuk tidak teratur dan sangat lunak. Ketika buah dibelah, pembusukan terjadi dari dekat permukaan dan meluas ke arah teras.

Ternyata buah nanas dapat menjadi busuk karena pengaruh beberapa jamur antara lain *Curvularia*, *Fusarium*, *Penicillium* dan *Cladosporium*. Jika buah yang sakit dibelah, maka akan tampak bagian yang berwarna coklat kemerahan atau hitam yang mengeras meluas dari pusat buah (*fruit core*). Bagian berwarna coklat tersebut tidak berbau. Jamur-jamur tersebut dikenal sebagai parasit lemah, berkembang pada bagian bunga yang telah mati dan masuk ke dalam buah. Setelah buah menjadi matang, jamur berkembang dengan cepat dalam buah. Jamur-jamur tadi adalah jamur tanah yang dapat mencapai anak buah karena terbawa debu atau karena tanah yang tersebar selama pembungkaman tanaman. Terdapatnya jamur pada buah nanas memiliki perbedaan jenis bergantung pada tingkat kematangan nanas. Pada tingkat kematangan <10% yaitu *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp, *Trichoderma* sp., tingkat kematangan 10-15% yaitu *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp, *Trichoderma* sp., tingkat

kematangan 25% yaitu *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp, *Trichoderma* sp dan jamur *Curvularia* sp serta tingkat kematangan 75-100% yaitu *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp, *Fusarium* sp. dan *Curvularia* sp (Butarbutar, 2017).

2.7 Pertumbuhan dan Perhitungan Mikroba

Pertumbuhan merupakan proses perubahan bentuk yang semula kecil menjadi besar. Pertumbuhan menyangkut penambahan volume individu itu sendiri. Pertumbuhan pada umumnya tergantung pada kondisi makanan dan juga lingkungan. Apabila kondisi makanan dan lingkungan cocok untuk mikroorganisme tersebut, maka mikroorganisme akan tumbuh dengan waktu yang relatif singkat dan sempurna. Pertumbuhan merupakan proses bertambahnya ukuran atau substansi atau masa zat suatu organisme. Pada organisme bersel satu pertumbuhan lebih diartikan sebagai pertumbuhan koloni, yaitu pertumbuhan jumlah koloni, ukuran koloni yang semakin besar atau substansi atau massa mikroba dalam koloni tersebut semakin banyak, pertumbuhan pada mikroba diartikan sebagai penambahan jumlah sel mikroba itu sendiri.

Pertumbuhan mikroorganisme tergantung dari tersedianya air. Bahan-bahan yang terlarut dalam air, yang digunakan oleh mikroorganisme untuk membentuk bahan sel dan memperoleh energi, adalah bahan makanan. Mikroba merupakan mikroorganisme yang memiliki karakteristik kondisi pertumbuhan yang berbeda-beda. Pertumbuhan bakteri pada kondisi yang optimum lebih cepat jika dibandingkan dengan jamur dan kapang. Hal ini disebabkan karena bakteri memiliki struktur sel yang lebih sederhana. Pertumbuhan bakteri pada umumnya akan dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Pengaruh faktor ini akan memberikan gambaran yang memperlihatkan peningkatan jumlah sel yang berbeda. Kebutuhan

mikroorganisme untuk pertumbuhan dapat dibedakan menjadi dua kategori, yaitu kebutuhan fisik dan kebutuhan kimiawi. Aspek-aspek fisik dapat mencakup suhu, pH dan tekanan osmotik. Sedangkan kebutuhan kimiawi meliputi air, sumber karbon, nitrogen oksigen, mineral-mineral, dan faktor penumbuh (Fifendy dan Biomed, 2017).

Jumlah mikroba pada suatu bahan ditentukan dengan berbagai macam, bergantung pada bahan media tumbuh dan jenis mikroba yang ditentukan. Jenis populasi mikroba dari suatu bahan bergantung pada susunan atau komposisi bahan tersebut. Perhitungan jumlah mikroba dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara langsung (*direct method*) dan secara tidak langsung (*indirect method*).

Perhitungan mikroba secara langsung digunakan untuk menghitung jumlah mikroba keseluruhan baik yang hidup maupun tak hidup. Perhitungan ini umumnya menggunakan ruang hitung (*caunting chamber*) seperti *haemocytometer* atau *Petroff-Hauser Bacteria Counter*. Dasar perhitungan dengan menempatkan satu tetes suspen bahan atau biakan mikroba pada alat tersebut, kemudian diamati dengan mikroskop. Dengan menentukan jumlah sel rata-rata tiap petak atau ruangan yang diketahui volumenya dari alat tersebut dapat ditentukan jumlah mikroba tiap milimeternya (mL).

Perhitungan mikroba secara tidak langsung digunakan untuk menghitung jumlah mikroba keseluruhan baik yang hidup maupun yang mati atau hanya untuk menentukan mikroba yang hidup saja, bergantung cara yang dilakukan. Untuk menentukan jumlah mikroba yang hidup dapat dilakukan setelah suspense bahan

atau biakan mikroba diencerkan beberapa kali dan ditambahkan pada medium dengan cara tertentu tergantung dari macamnya bahan dan sifat mikroba.

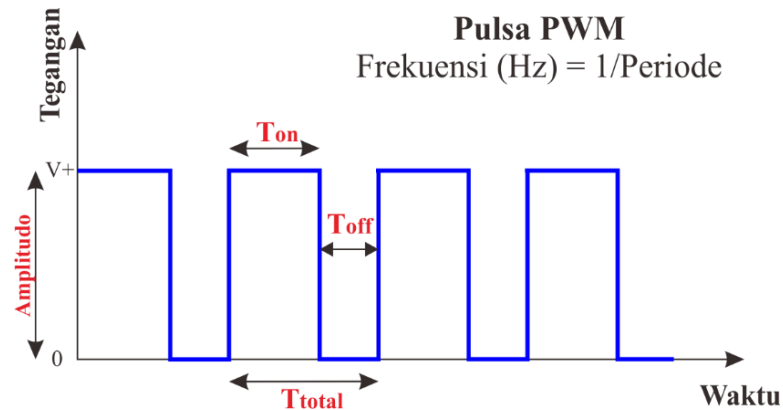
Dalam penelitian ini akan digunakan cara menghitung mikroba berdasarkan jumlah koloni (*plate count*). Cara ini yang paling umum digunakan untuk perhitungan jumlah mikroba. Dasarnya adalah membuat suatu seri pengenceran bahan dengan kelipatan 10, dari masing-masing pengenceran diambil 1 mL dan dibuat taburan (*pour plate*) dalam cawan petri steril dengan medium agar yang macamnya tergantung jenis mikroba yang ditanam. Setelah diinkubasi dihitung jumlah koloni tiap cawan dari masing-masing pengenceran. Dari jumlah koloni tiap cawan dapat ditentukan jumlah bakteri tiap mL atau tiap gram bahan yaitu dengan mengalikan jumlah koloni dengan faktor pengencerannya (kebalikan pengencerannya). Untuk membantu perhitungan koloni dapat digunakan alat bantu yaitu *colony counter* (Ekowati dkk., 2017).

2.8 Pulse With Modulation (PWM)

PWM merupakan teknik modulasi dengan mengubah lebar pulsa dengan nilai amplitudo dan frekuensi yang tetap. PWM sering digunakan pada aplikasi seperti pengendali kecepatan motor servo, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, *audio effect*, dan pengatur nyala terang LED (Supani & Azwardi, 2015).

Pulsa PWM berbentuk gelombang kotak yang terdiri dari dua kondisi yaitu kondisi aktif (*ON*) dan non-aktif (*OFF*). Ketika kondisi aktif, amplitudo bernilai maksimum, sedangkan ketika kondisi non-aktif, amplitudo pulsa bernilai nol. Periode (*T*) pulsa PWM adalah waktu yang dibutuhkan untuk membentuk satu

pulsa, sedangkan Amplitudo pulsa PWM merupakan nilai tegangan pada saat kondisi aktif.



Gambar 2.2 Pulsa *Pulse Width Modulation* (Santoso dkk., 2015)

Perbandingan waktu pulsa saat kondisi *ON* dan waktu pulsa saat kondisi *OFF* dalam satu periode disebut sebagai *duty cycle*. Dengan mengatur lebar pulsa ketika *ON* dan *OFF* dari pulsa PWM akan didapatkan *duty cycle* yang dinyatakan dalam bentuk (%) dengan *range* 0-100%. *Duty cycle* ditentukan dengan Persamaan (2.1).

$$D = \left(\frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}} \right) \times 100\% \quad (2.1)$$

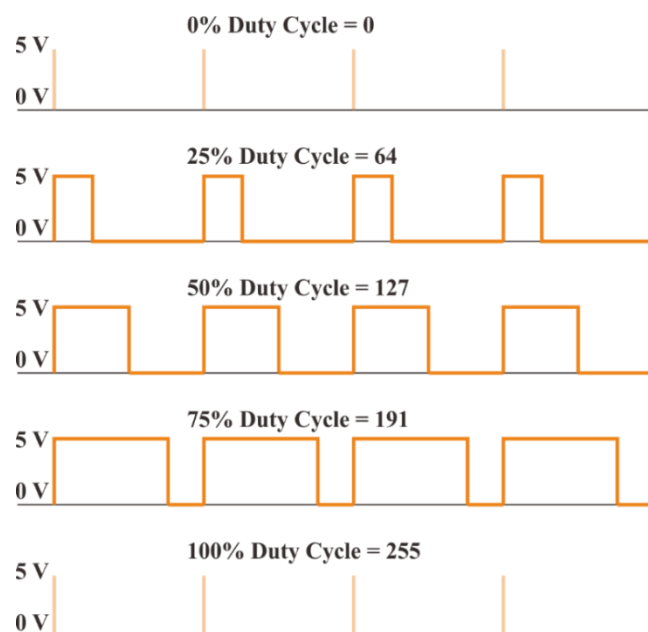
Dengan *D* adalah *duty cycle* (%) T_{on} adalah waktu pulsa pada kondisi *ON* (s) dan T_{off} adalah waktu pulsa pada kondisi *OFF* (s). Jika pulsa berada dalam kondisi *ON* terus menerus artinya memiliki *duty cycle* sebesar 100%. Jika waktu pulsa saat kondisi *ON* sama dengan waktu pulsa saat kondisi *OFF*, maka sinyal mempunyai *duty cycle* sebesar 50%. Besarnya *duty cycle* dapat digunakan untuk menentukan tegangan keluaran yang dihasilkan. Tegangan keluaran merupakan presentasi *duty*

cycle dari tegangan masukan yang diberikan, seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (2.2).

$$V_{OUT} = \left(\frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}} \right) \times V_{IN} \quad (2.2)$$

V_{OUT} adalah tegangan keluaran (V) dan V_{IN} adalah tegangan masukan (V). Jika tegangan masukan yang masuk ke rangkaian sebesar 12 V dan *duty cycle* sebesar 10%, maka tegangan keluaran adalah 1,2 V. Dengan V_{IN} yang sama dan *duty cycle* sebesar 50% maka tegangan keluaran adalah 6V (Santoso dkk., 2015).

Pada metode digital di mikrokontroler, PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri. Misalkan mikrokontroler memiliki kapasitas 8 bit, berarti PWM tersebut memiliki resolusi sebesar $2^8=256$ yang mewakili nilai dari *duty cycle* 0–100% dari keluaran PWM. Hal tersebut di tunjukkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Perbandingan nilai *duty cycle* dengan nilai PWM 8 bit (Supani & Azwardi, 2015)

Ketika pulsa memiliki *duty cycle* sebesar 100% maka nilai PWM digital sebesar 225. Jika *duty cycle* sebesar 50% maka nilai PWM digital sebesar 127 (Supani & Azwardi, 2015)

2.9 Penelitian Terkait

Penelitian – penelitian sebelumnya diketahui bahwa sinar UV berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri. Pada penelitian oleh Sarinaningsih (2017) yaitu pengaruh intensitas, lama waktu penyinaran dan posisi sumber sinar UV terhadap reduksi jumlah bakteri *E.coli* pada air sumur. Dalam penelitian tersebut ditemukan bahwa ada pengaruh intensitas sinar UV untuk menurunkan jumlah bakteri *E.coli*. Semakin tinggi intensitas sinar UV yang digunakan, semakin banyak *E.coli* yang berkurang. Pengurangan optimal Persentase bakteri *E.coli* sekitar 98,13% - 100% yang terjadi pada intensitas 241 lux lampu UV 30 watt dan lampu UV 220 lux 15 watt. Untuk efek sinar UV Lama waktu iradiasi didapatkan bahwa semakin lama waktu iradiasi, maka jumlah *E.coli* bakteri lebih berkurang. Pengurangan bakteri *E.Coli* yang optimal terjadi pada waktu penyinaran sinar UV sekitar 20 menit yang mencapai 98,13% - 100%. Kemudian untuk posisi lampu UV dari Sampel menunjukkan bahwa semakin dekat posisi lampu UV ke sampel, maka akan lebih optimal dan bakteri *E.coli* akan semakin berkurang.

Penelitian yang dilakukan (Arinda dan Yunianta., 2015), daya dan lama penyinaran sinar UV C berpengaruh terhadap total mikroba sari buah salak pondoh. Penggunaan radiasi sinar UV C dapat menggantikan pengawet makanan yang dapat menyebabkan efek negatif terhadap kesehatan dalam menekan laju pertumbuhan mikroba. Variabel yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu daya lampu dan waktu penyinaran. Dosis UV berbanding lurus dengan daya dan lama kontak

dengan bahan, semakin tinggi daya dan lama kontak dengan bahan maka dosis yang dihasilkan juga semakin tinggi dan begitu juga sebaliknya. Akan tetapi dosis UV berbanding terbalik dengan total mikroba. Apabila dosis radiasi yang diberikan rendah maka akan menyebabkan sel lebih cepat memperbaiki rantai ADN yang telah dirusak sehingga total mikroba dalam produk semakin tinggi. Semakin besar daya yang digunakan dan semakin lama waktu pemaparan sinar UV C maka akan semakin tinggi pula dosis dan efek germidikal atau efek dalam membunuh mikroba yang dihasilkan.

Dalam penelitian oleh Siti Lomrah, (2017) menjelaskan dari paparan cahaya UV C diketahui dapat menurunkan jumlah bakteri jenis *E.Coli* pada kulit sepatu. Bakteri aktif berkurang ketika diberikan intensitas cahaya UV C yang tinggi, bahkan dengan persentase penurunan mencapai 99%. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar intensitas cahaya UV C yang diberikan maka semakin banyak juga jumlah bakteri aktif yang berkurang. Selain pengaruh intensitas, variabel yang mempengaruhi berkurangnya jumlah bakteri aktif adalah waktu penyinaran atau pemaparan sinar UV C. Semakin lama waktu penyinaran atau pemaparan sinar UV C maka semakin berkurang pula penumbuhan bakteri aktif.

Kemudian pada penelitian Fahmi Fadly dkk., (2019) penyinaran UV berpengaruh terhadap penyakit pokahbung pada tanaman tebu. Dalam penelitian tersebut sinar UV mampu menekan infeksi yang disebabkan oleh patogen yang menekan keparahan penyakit pada tanaman tebu. Secara biologis penekanan infeksi tergantung pada lamanya paparan radiasi. Tingkat kerusakan sel pada tanaman tebu akan menurun seiring dengan lamanya paparan radiasi UV. Penyinaran dengan

menggunakan lampu UV dapat mereduksi populasi inkolum sehingga dapat menghambat perkembangan penyakit.

Selanjutnya, pada penelitian (Febrianto, H dkk., 2017) sinar UV efektif terhadap desifensksi air minum. Berdasrkan uji coba yang dihasilkan dalam penelitian tersebut, intensitas sinar lampu UV mampu membunuh mikroba. Besarnya intensitas UV berpengaruh terhadap jumlah mikroba pada air.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Elektronika Dasar Jurusan Fisika dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung pada bulan November 2021 sampai Mei 2022.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 3.1**

Tabel 3.1 Alat-Alat Penelitian

No.	Nama	Fungsi
1.	PC atau Laptop	Digunakan untuk merancang rangkaian
2.	Solder	Digunakan untuk memasang atau membongkar komponen elektronika yang terdapat pada papan PCB.
3.	Bor	Digunakan untuk melubangi <i>pad</i> papan PCB.
4.	<i>Colony Counter</i>	Digunakan untuk menghitung jumlah koloni jamur
5.	Cawan Petri	Digunakan untuk media jamur
6.	Erlenmeyer	Digunakan untuk pembuatan media
7.	Bunsen	Digunakan untuk sterilisasi
8.	Ose	Digunakan untuk memindahkan isolat jamur
9.	Peralatan kerja lainnya	Digunakan untuk mendukung dalam membuat alat ini, peralatan tersebut meliputi timah, Obeng, tang, gergaji, dan lain-lain.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 3.2**

Tabel 3.2 Bahan-Bahan Penelitian

No.	Nama	Fungsi
1.	Lampu UV	Digunakan sebagai bahan sterilisasi jamur
2.	Arduino Uno R3	Digunakan sebagai pengolahan data
3.	Akrilik	Digunakan untuk wadah perangkat.
4.	Keypad 4x4	Digunakan sebagai masukan kepada arduino
5.	Lux Meter	Digunakan sebagai pembaca besar intensitas cahaya
6.	Modul Dimmer	Digunakan untuk mengatur intensitas lampu
7.	LCD 16x2	Digunakan untuk menampilkan data
8.	Isolat <i>Pencillium</i> sp	Digunakan untuk bahan yang mengandung mikroorganisme
9.	Media PDA	Digunakan untuk media pertumbuhan jamur

Perangkat lunak yang digunakan ditunjukkan pada **Tabel 3.3**

Tabel 3.3 Perangkat Lunak Penelitian

No.	Nama	Fungsi
1.	<i>Fritzing</i>	Digunakan untuk membuat desain skematik dan simulasi rangkaian.
2.	IDE Arduino	Digunakan untuk membuat, membuka dan mengedit program yang akan dimasukkan ke board Arduino.
3.	Microsoft Office Word 2013	Digunakan untuk menulis laporan penelitian
4.	Microsoft Office Visio 2013	Digunakan untuk membuat diagram blok dan <i>flowchart</i> penelitian.
5.	OriginLab 8	Digunakan untuk membuat grafik
6.	<i>Sketchup</i>	Digunakan untuk membuat desain 3D alat sterilisasi

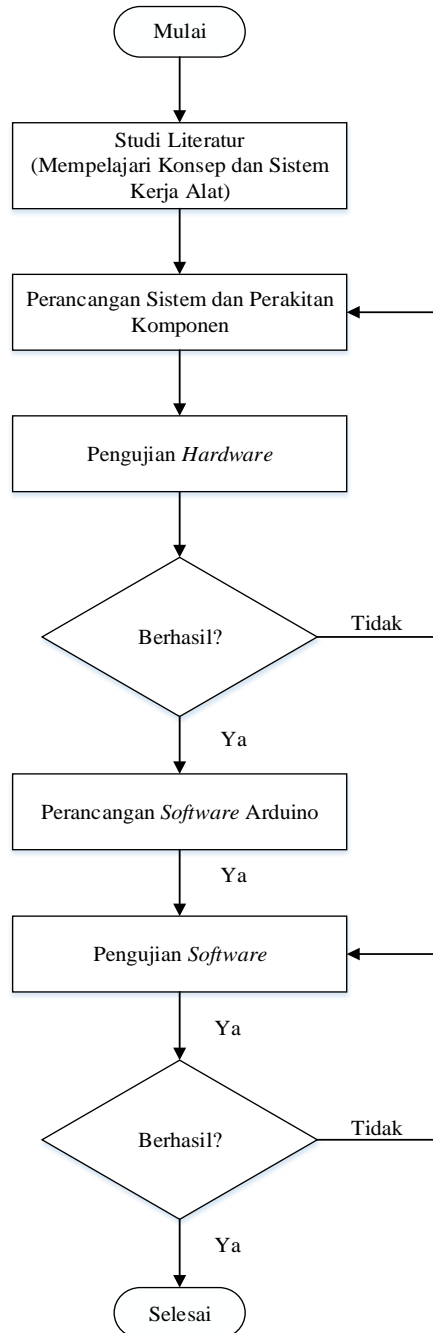
3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk membuat alat yang efektif dalam mengurangi pertumbuhan jamur pada nanas dengan pengaruh panjang gelombang, waktu penyinaran, dan intensitas. Secara garis besar penelitian ini dibagi menjadi tiga bagian:

1. Perancangan perangkat keras (*Hardware*);
2. Perancangan perangkat lunak (*Software*);
3. Pengujian alat.

Penelitian dilakukan dengan beberapa langkah perancangan alat dengan tujuan untuk mengetahui tahapan-tahapan dalam mengerjakan alat sampai dengan selesai. Tahapan pertama yaitu dimulai dengan melakukan studi literatur pada buku, jurnal, internet, dan literatur lainnya. Literatur-literatur tersebut nantinya akan digunakan untuk mempelajari konsep dan sistem kerja yang akan diterapkan pada perancangan *hardware*. Jika *hardware* berhasil dibuat maka dilanjutkan ke tahapan pembuatan *software* pada Arduino.

Pada tahapan pembuatan *software* terdiri dari perancangan dan pemrograman *software* Arduino IDE. Arduino digunakan sebagai kontroler dari panjang gelombang, intensitas cahaya, masukan *keypad*, dan tampilan pada LCD 16x2. Setelah dipastikan berjalan sesuai system yang diinginkan, kemudian dilakukan pengujian alat. Apabila telah berhasil maka tahapan dilanjutkan dengan pengujian alat secara keseluruhan, pengambilan data dan penyusunan laporan. Tahap-tahap penyelesaian penelitian ini secara umum ditunjukkan pada **Gambar 3.1**



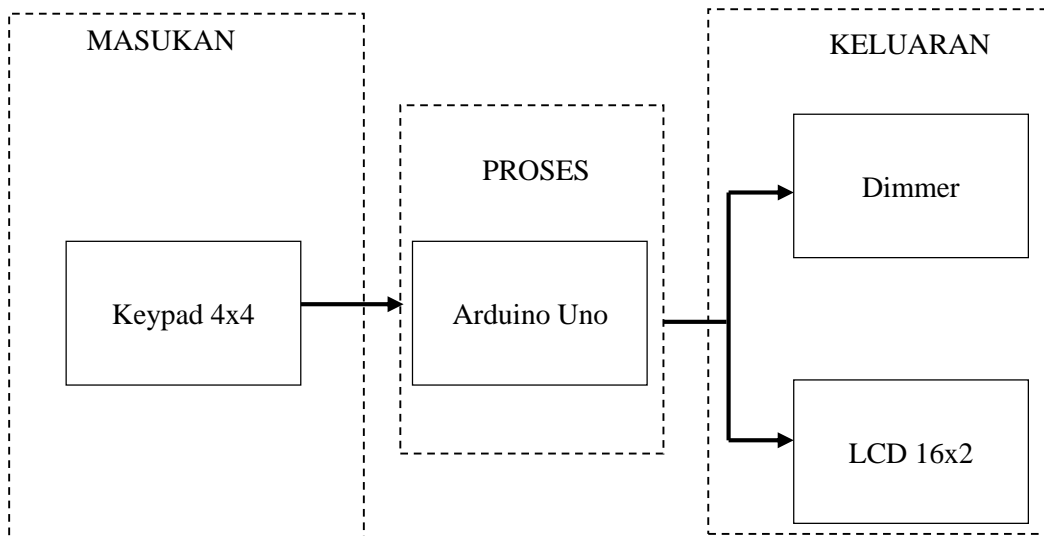
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

3.3.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras berupa tahapan penyusunan komponen-komponen elektronika menjadi satu kesatuan sistem agar dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan Dalam perancangan perangkat keras untuk membuat alat yang optimal dalam mengurangi pertumbuhan jamur pada nanas dengan pengaruh panjang

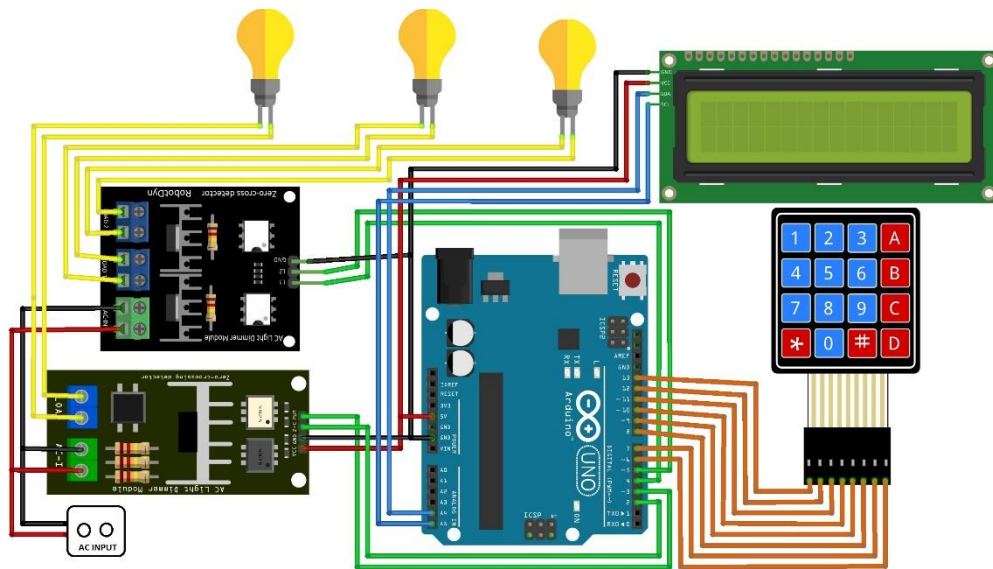
gelombang, waktu penyinaran, dan intensitas ditunjukkan pada diagram blok

Gambar 3.2

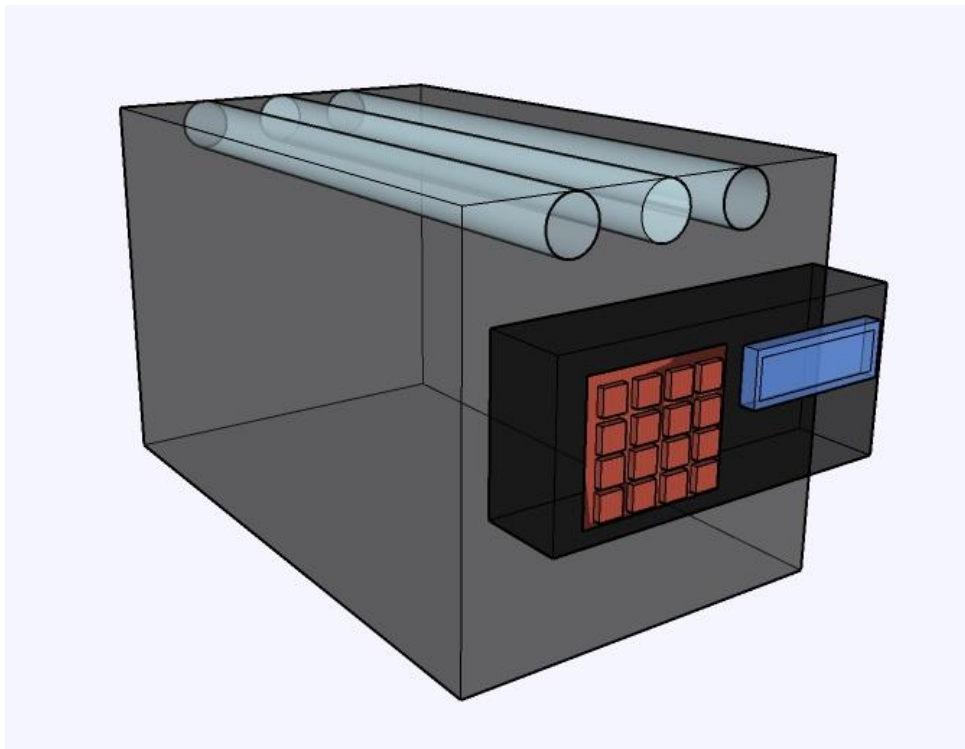


Gambar 3.2 Diagram Blok

Dalam perancangan perangkat keras sistem terdiri dari beberapa komponen, yaitu arduino uno, modul dimmer, lampu UV, keypad 4x4 dan LCD 16x2. Masing-masing dari komponen tersebut memiliki kegunaan yang berbeda-beda dan saling terhubung dengan komponen lain. Arduino uno berfungsi sebagai pemroses masukan dari keypad untuk membangkitkan PWM. PWM tersebut kemudian akan diteruskan untuk mengontrol intensitas cahaya UV. Cahaya UV tersebut nantinya yang sebagai alat sterilisasi jamur yang terdapat pada buah nanas pasca panen. Selain untuk mengontrol masukan dari PWM, arduino uno juga berfungsi untuk mengatur perpindahan panjang gelombang melalui dimmer. Besaran panjang gelombang tersebut akan ditampilkan pada LCD 16x2. Berikut skema rangkaian alat keseluruhan dan rancang bangun alat yang ditunjukkan pada **Gambar 3.3** dan **Gambar 3.4**



Gambar 3.3 Skema Rangkaian Keseluruhan



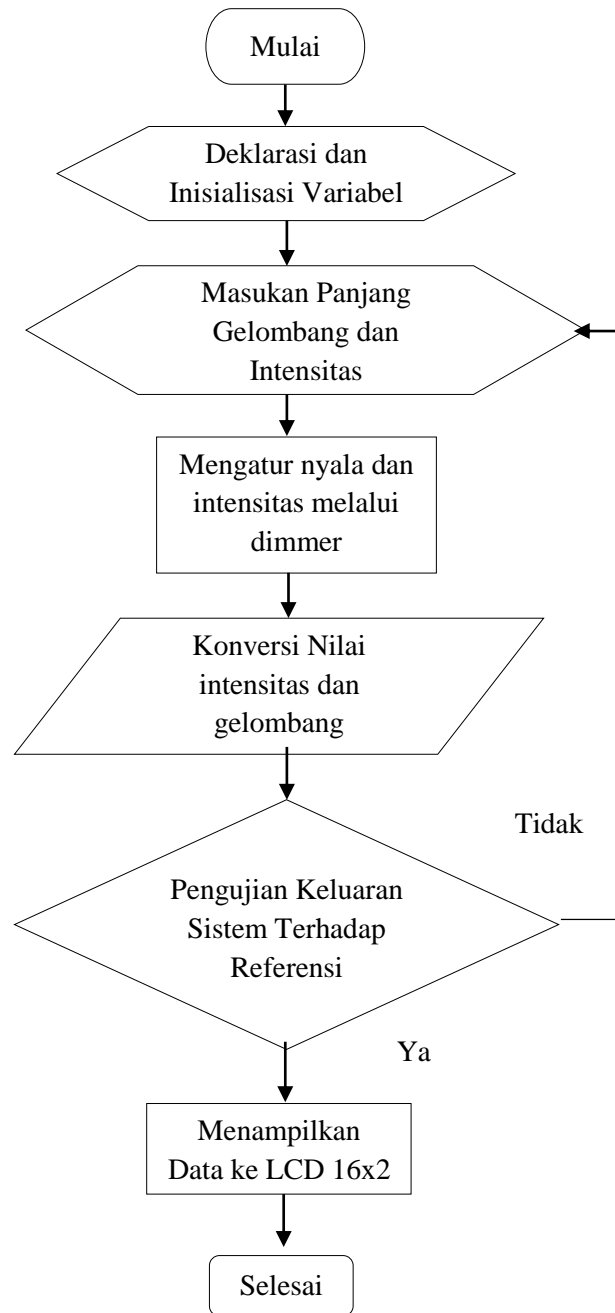
Gambar 3.4 Rancang Bangun Alat

3.3.2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dibuat dengan aplikasi Arduino IDE. Aplikasi Arduino IDE berfungsi untuk membuat dan mengolah program yang akan dimasukkan ke *board* Arduino Uno. Dalam rancangan perangkat lunak digunakan sebagai pemroses dari masukan *keypad* ke keluaran LCD 16x2 dan lampu UV. Arduino Uno digunakan sebagai penghubung masukan analog keypad 4x4 ke dalam bahasa digital. Pengaturan panjang gelombang diatur melalui modul dimmer. Selain mengatur panjang gelombang, intensitas cahaya UV diatur melalui sinyal PWM arduino yang dibantu oleh modul dimmer.

Keluaran yang diharapkan berupa pengaturan panjang gelombang dan intensitas melalui masukan keypad ditampilkan pada LCD 16x2. Tampilan LCD 16x2 tersebut berisi besar panjang gelombang dan intensitas cahaya UV sesuai yang diinginkan. Diagram alir perancangan perangkat lunak ditunjukkan pada **Gambar**

3.5



Gambar 3.5 Rancangan Perangkat Lunak

3.3.3. Rancangan Pengambilan dan Pengujian Data

Proses pengambilan dan pengujian data dilakukan dengan cara menjalankan seluruh sistem baik *hardware* maupun *software*. Harapannya dapat diketahui perlakuan yang efektif dari panjang gelombang sinar UV terhadap penghambatan

pertumbuhan jamur pada buah nanas. Pengambilan dan pengujian data berupa pengambilan jumlah koloni jamur sesudah dan sebelum perlakuan terhadap besar panjang gelombang dan lama penyinaran. Pengujian dilakukan bertahap untuk mencari efektivitas dari panjang gelombang, lama penyinaran, dan kemudian intensitas sinar UV.

A. Pengujian Efektivitas Sinar UV Berdasarkan Parameter Panjang Gelombang dan Waktu

Pengujian dilakukan untuk menguji efektivitas sinar UV terhadap penghambatan pertumbuhan jamur berdasarkan parameter panjang gelombang dan waktu. Proses pengujian dilakukan dengan menyinari jamur menggunakan sinar UV yang diatur tingkatan panjang gelombangnya melalui masukan keypad. Panjang gelombang yang digunakan yaitu bertahap dari yang terendah sampai pada yang tertinggi. Panjang gelombang yang digunakan dengan variasi tiga jenis yaitu 189 nm, 254 nm, dan 310 nm. Dilakukan perbedaan lama penyinaran yaitu 10 menit, 15 menit, dan 20 menit.

Pada pengujian ini akan dibandingkan jumlah koloni jamur sebelum disinari UV dan sesudah disinari UV. Alat yang digunakan untuk menghitung jumlah kematian jamur pada penelitian ini yaitu *Colony Counter SC5*. Gambar 3.6 menunjukkan tampilan dari *Colony Counter SC5*.

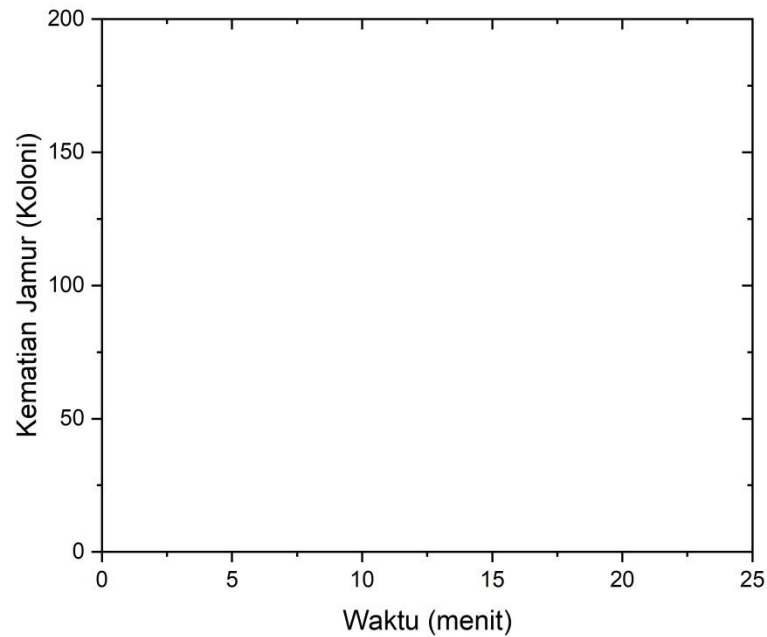


Gambar 3.6 Colony Counter SC5

Perhitungan jumlah kematian jamur melalui *Colony Counter SC5* bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari panjang gelombang dan waktu terhadap pertumbuhan jamur pada nanas. Melalui pengujian ini dapat diketahui panjang gelombang dan waktu yang efektif dalam mengurangi atau membunuh jamur. Tabel 3.4 menunjukkan data hasil pengujian efektivitas sinar berdasarkan parameter panjang gelombang dan waktu.

Tabel 3.4 Data Efektivitas Sinar UV Parameter Panjang Gelombang dan Waktu

No.	Panjang Gelombang (nm)	Waktu (Menit)	Jumlah Jamur (Koloni)		
			Sebelum Penyinaran	Setelah Penyinaran	Selisih
1	189	10			
		15			
		20			
2	254	10			
		15			
		20			
3	310	10			
		15			
		20			



Gambar 3.7 Grafik Efektivitas Panjang Gelombang

Data hasil perhitungan tersebut digunakan untuk menghitung persentase efektivitas panjang gelombang terhadap pertumbuhan jamur pada nanas dengan menggunakan persamaan (3.1)

$$\frac{N_0 - N_1}{N_0} \times 100\% \quad (3.1)$$

dengan:

N_0 = Jumlah Jamur Awal (Koloni);

N_1 = Jumlah Jamur Akhir (Koloni).

B. Pengujian Efektivitas Sinar UV Berdasarkan Intensitas Cahaya

Pengujian berikutnya dilakukan yaitu menguji efektivitas sinar UV terhadap jamur berdasarkan parameter intensitas cahaya. Proses pengujian dilakukan dengan menyinari jamur menggunakan sinar UV yang diatur tingkatan intensitas cahayanya melalui masukan keypad. Perhitungan intensitas cahaya

menggunakan lux meter digital LX1010B. Gambar 3.8 berupa alat lux meter digital LX1010B yang digunakan pada penelitian ini.



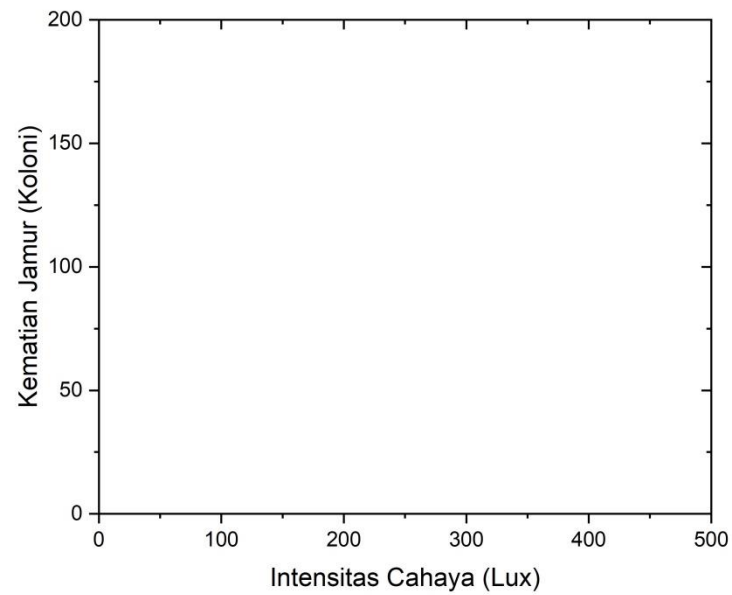
Gambar 3.8 Lux Meter Digital LX1010B

Pada pengujian ini akan dibandingkan jumlah koloni jamur sebelum disinari UV dan sesudah disinari UV. Alat yang digunakan untuk menghitung jumlah kematian jamur pada penelitian ini yaitu *Colony Counter SC5*. Perhitungan jumlah kematian jamur bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari tingkatan intensitas cahaya UV yang efektif dalam mengurangi atau membunuh jamur. Tabel 3.5 menunjukkan data hasil pengujian efektivitas sinar berdasarkan parameter panjang gelombang dan intensitas cahaya.

Tabel 3.5 Data Efektivitas Sinar UV Parameter Intensitas Cahaya UV

No.	Intensitas Cahaya (lux)	Jumlah Jamur (Koloni)		
		Sebelum Penyinaran	Setelah Penyinaran	Selisih
1				
2				
3				
4				

Dari data yang sudah dihasilkan, data berdasarkan perbedaan variabel intensitas tersebut dibuat dalam bentuk grafik dengan melihat efektivitas intensitas cahaya UV terhadap pengurangan jumlah jamur pada nanas seperti pada Gambar 3.9



Gambar 3.9 Grafik Efektivitas Intensitas

Data hasil perhitungan tersebut digunakan untuk menghitung persentase efektivitas panjang gelombang dan waktu terhadap pertumbuhan jamur pada nanas dengan menggunakan persamaan (3.1).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pengukuran, pengamatan, dan pengujian pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Didapatkannya alat sterilisasi sinar UV untuk mengurangi laju pertumbuhan jamur nanas *Penicillium* sp dengan variasi panjang gelombang, lama penyinaran, dan intensitas cahaya.
2. Semakin pendek panjang gelombang UV semakin efektif dalam mengurangi pertumbuhan jamur.
3. Semakin lama penyinaran UV semakin efektif dalam mengurangi pertumbuhan jamur.
4. Semakin besar intensitas cahaya UV semakin efektif dalam mengurangi pertumbuhan jamur.

5.2 Saran

Saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Perlu adanya penggunaan panjang gelombang yang lebih kecil serta pengaturan dengan prinsip kerja membagi rentang panjang gelombang agar lebih efektif dalam penggunaan komponen.

2. Perlu adanya kontrol *real time timer* untuk meningkatkan akurasi lama penyinaran sterilisasi agar menghindari *human error* dalam perhitungan waktu.
3. Perlu adanya peningkatan nilai intensitas cahaya untuk pengujian lebih lanjut efektivitas cahaya UV untuk mengurangi pertumbuhan jamur.
4. Pengembangan alat sterilisasi jamur untuk penggunaan pembasmi penyakit jamur pada manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, P. 2019. Pengertian Dan Kelebihan Mikrokontroler. <http://elektronika-dasar.web.id/pengertian-dan-kelebihan-microcontroller/>. Diakses pada 5 Maret 2021
- Amanah, D. 2010. Pengaruh Harga, dan Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Konsumen pada Majestyk & Cake Shop Cabang H.M Yamin Medan. *Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 2(1) : 71-87.
- Arinda, Devi Ika., Y. 2015. Pengaruh Daya dan Lam Penyinaran Sinar Ultraviolet-C terhadap Total Mikroba Sari Buah Salak Pondoh. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(4) : 1337-1344.
- Aurora, F. Haryono, D. Marlina, L. 2020. Analisis Pendapatan Dan Tingkat Kesejahteraan Rumah Tangga Petani Nanas di Desa Astomulyo Kecamatan Punggur Kabupaten Lampung Tengah. *JIIA*, 8(1), 62–69.
- Binstsis, T, Litopoulou-Tzaneki, E, Robinson, R. 2000. Existing and Potential Applications of Ultraviolet Light in the Food Industry. *Journal of Science Food and Agriculture*, 80, 637–645.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2020. Indeks Sinar Ultraviolet (UV). <https://www.bmkg.go.id/cuaca/indeks-uv.bmkg>. Diakses Pada 5 Maret 2021
- Badan Pusat Statistika Provinsi Lampung. 2017. *Provinsi Lampung Dalam Angka*. Provinsi Lampung: BPS Provinsi Lampung.
- Butarbutar, R. 2017. *Identifikasi Jamur Pada Buah Nenas (Ananas comosus L.) Kultivar MD2 Pada Berbagai Tingkat Kemasakan*. (Skripsi). Universitas Lampung, Lampung.
- Cahyani, K. W. D. 2018. *Proses Produksi dan Pengendalian Kualitas Deionized Clarified Pineapple Concentrate (DCPC) Berdasarkan Analisis Fisiko-Kimia PT.Great Giant Pineapple Lampung Tengah*.
- Cappucino, J.G., Sherman, N. 2014. *Manual Laboratorium Biologi*. Jakarta: EGC.

- Dougherty, C. 2002. Introduction to Econometrics 2nd Edition. New York: Oxford University Press.
- Dwidjoseputro, D. 2003. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan.
- Ekowati, Christina., Sumardi, Handayani, Alfarisi, S. 2017. *Penuntun Praktikum Mikrobiologi*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Fadly, Fahmi., Lahmuddin, L., L. 2019. Pengaruh Penyinaran Ultra Violet terhadap Patogenitas *Fusarium moniliforme* Penyebab Penyakit Pokahbung pada Tanaman Tebu, 7(1), 38–45.
- Febrianto, H., Subekti, M., Yuninda, N. 2017. Pengembangan Alat Desinfeksi Air Minum Dengan UVGI (Ultraviolet Germicidal Irradiation) Berbasis Arduino. *Journal of Electrical Vocational Education and Technology*, 2(1). 1-5.
- Fifendy, M., Biomed, M. 2017. *Mikrobiologi Edisi Pertama*. Depok: Kencana.
- Freeman, S., Zveibel, A., Vintal, H., Maymon, M. 2002. Isolation of nonpathogenic mutants of *Fusarium oxysporum* f.sp. melonis for biological control of *Fusarium* wilts in cucurbits. *Phytopathology*, 92, 164–168.
- Hadiati, S., Indriyani, N. L. 2008. *Petunjuk Teknis Budidaya Nanas*. Solok, Sumatera Barat: Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika.
- Hamman Aryo, B., Andrian, R. S., & Aji Gautama, P. S. 2017. Perbandingan Pengukuran Jarak Tempuh Sepeda Motor antara Google Maps dan Modul GPS Berbasis Mikrokontroler. *E-Proceeding of Engineering*, 4(1), 1217–1227.
- Istoto, Slamet., Kurniawan, I. 2018. Pengaruh Kualitas Produk dan Promosi Terhadap Keputusan Pembelian Buah Melon PT.Syafina Niaga. *Jurnal Manajemen Bisnis Krisnawipayana*, 6(2) : 2.
- Jan, I., A, Rab., Sajid, M. 2012. Storage Performance of Apple Cultivars Harvested at Different Stages of Maturity. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(2), 438–447.
- Junaidi, dan Prabowo, Y.D. 2018. *Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino*. CV Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung
- Laksana, F. 2008. *Manajemen Pemasaran*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lomrah, S. 2017. *Pengaruh Cahaya Ultraviolet C (UV-C) dan Kelembaban Udara (RH) Terhadap Jumlah Bakteri Escherichia Coli Pada Kulit Sepatu*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Jawa Timur.
- Lopez, Malo, Palou, E. 2016. Antimicrobial Activity of Individual and Combined Essential Oils against Foodborne Pathogenic Bacteria. *Journal of Food Protection*, 79, 309–315.
- Metcalf, dan Eddy. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. New York: McGraw-Hill.

- Risky, Desak Putu, Rahmawati, AA, Kawuri, R. 2021. Pengaruh Sinar Ultraviolet Terhadap Pertumbuhan Bakteri Enterotoxigenic E.coli (ETEC) Penyebab Penyakit Diare. *Jurnal BBologi Makassar*, 6, 66–73.
- Santoso, W. B., Santoso, B., Sukandar, & Susila, I. P. 2015. Pengatur Catu Daya Tegangan Tinggi Perangkat Mammografi MX-13 Berbasis Pulse Width Modulation. *Jurnal Perangkat Nuklir*, 9(2), 91–101.
- Sarinaningsih. 2017. *Pengaruh Intensitas, Lama Waktu Penyinaran, dan Posisi Sumber Sinar Ultraviolet Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E.coli Pada Air Sumur*. (Skripsi). Universitas Mataram. Nusa Tenggara Barat.
- Siswanto, F., Suryo, S. 2015. Rancang Bangun Alat Germicidal Udara Menggunakan Sinar Ultraviolet. *Jurnal Teknik Mesim*, 3(3), 264–273.
- Suharyono., Rizal, Samsul., Nuraniy, Fibra., Kurniadi, M. 2009. Pertumbuhan L.Casei Pada Berbagai Lama Fermentasi Minuman Sinbiotik Dari Ekstrak Cincau Hijau (*Premna Oblongifoli Merr*) dengan Konsentrasi Sukrosa dan Susu Skim yang Berbeda. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Sains MIPA dan Aplikasinya*. Bandar Lampung: Fakultas MIPA Unila.
- Sumarsono, S. 2018. Pengembangan Mikrokontroler Sebagai Remote Control Berbasis Arduino. *Jurnal Teknik Informatika*, 1, 67–74.
- Supani, A., & Azwardi. 2015. Penerapan Logika Fuzzy dan Pulse Width Modulation untuk Sistem Kendali Kecepatan Robot Line Follower. *INKOM*, 9(1), 1–10.
- Susanti, E., Fitri, W., Tarkus, S. 2009. *Pembuatan Strain Nonpatogenik Fusarium oxyporum f.sp. lycopesici dengan Radiasi Sinar Ultraviolet*. (Skripsi). Universitas Padjajaran. Jawa Barat.
- Utama, M. 2001. *Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran Segar*. Universitas Udayana. Bali.
- Wahyuni, T. (2004). *Penyinaran UV Untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Pasca Panen*. (Skripsi). Universitas Sriwijaya. Sumatera Selatan.
- WHO. (2016). Radiaton: Ultraviolet (UV) radiation. [https://www.who.int/news-room/q-a-detail/radiation-ultraviolet-\(uv\)](https://www.who.int/news-room/q-a-detail/radiation-ultraviolet-(uv)). Diakses Pada 2 Februari 2021