

P-ISSN : 2828-5204
E-ISSN : 2828-4895



JURNAL PENGEMBANGAN POTENSI LABORATORIUM

VOL 2, NO 1, Februari 2023



**Publisher :
Politeknik Negeri Jember**

PENGANTAR REDAKSI

Penerbitan JURNAL PENGEMBANGAN POTENSI LABORATORIUM Vol. 2 No. 1 Periode September 2022-Februari 2023 ini merupakan terbitan pertama untuk tahun Dua Ribu Dua Puluh Tiga. Penerbitan ini berisi hasil penelitian, survei, evaluasi, dan pengkajian ilmiah dalam bidang Pengelolaan Laboratorium yang sesuai dengan fungsi Pranata Laboratorium Pendidikan

Redaksi terus menerus mengadakan penyempurnaan baik dalam bentuk format maupun kualitas isinya, gaya selingkung dan scope jurnal akan diperbaharui. Hal ini akan dilakukan dalam rangka peningkatan akreditasi jurnal serta indeksasi internasional yang bereputasi.

Redaksi sangat mengharap kritik, saran dan partisipasi aktif dari dosen, peneliti dan staf administrasi baik dari dalam maupun dari luar Politeknik Negeri Jember (Perguruan Tinggi, Pusat/Lembaga Penelitian dan Instansi lainnya). Akhirnya, semoga isi JURNAL PENGEMBANGAN POTENSI LABORATORIUM dalam edisi ini memberikan manfaat bagi semua pihak.

SUSUNAN REDAKSI

Pemimpin Redaksi: Dr. Ir. Budi Hariono, M.Si

Editor In Chief : Prawidya Destarianto, S.Kom, M.T

Editor : drh. Aan Awaludin
Dr. Ir. Budi Hariono, M.Si
Dr. Ir. Rosa Tri Hertamawati, M.Si
Ir. Abdul Madjid, MP
Retno Sari Mahanani, SP, MM
Suluh Nusantara, SP, M.Sc

Assistant Editor : Ahmad Nuril Firdaus, SE
Ahmad Nugroho Ardhiyanto, A.Md
Atho' Amrullah, SP, MP
Mery Hadiahwati, S.Kom
Irene Margaret Wahyu Eka Sari, A.Md

Reviewer : Amal Bahariawan, S.TP, M.Si
Dr. Ir. Mochammad Syarief, MP
Netty Ermawati, S.P., Ph. D
Dr. Ir. Rahmat Ali Syaban, M.Si
Ir. Siti Djamila, M.Si
Ir. Supriyono, MP
Ir. Iswahyono, MP
Mulia Winirsya Apriliyanti, S.TP, MP
Dr. Ir. Nurul Sjamsijah, MP
Rindha R. D. Pertami, S.P., M.Si.
Dr. Ir. Suci Wulandari, M.Si
Dr. Titik Budiati, MT, M.Sc

Penerbit :

P3M Politeknik Negeri Jember
Jl. Mastrip Kotak Pos 164 jember 68101 Jawa Timur
Telp. (0331) 333 532-333 533-333 534 Ext 290 Fax. (0331) 333 531
Website : p3m.polije.ac.id
E-mail : p3m@polije.ac.id



DAFTAR ISI

Pengantar Redaksi	i
Susunan Redaksi	ii
Daftar Isi	iii
1. Rancang Bangun Model Kit Mikrokontroller Berbasis Arduino UNO untuk Praktikum Otomasi dan Pengendalian Automatik di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan Angga Herviona Ikhwanudin, Mirma Prameswari Narendro, Nurul Widadi	1-11
2. Isolasi Bakteri Bacillaceae untuk Memenuhi Kebutuhan Bahan Praktikum di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan Wahyu Setyaji Dwiantara, Widya Rahmawati	12-17
3. Pemanfaatan Limbah Isi Rumen Domba sebagai Mikro Organisme Lokal (MOL) untuk Memenuhi Kebutuhan Bahan Praktikum di Laboratorium Teknologi Pakan Wahyu Kartika Nursuci, Bagus Djuni Ahadi	18-22
4. Optimalisasi Alat (Penambahan Elemen Plat Pemanas dan vacuum Sealer pada Hand sealer Manual Hasil Modifikasi) Guna Meningkatkan Kinerja Alat dan Kualitas Kemasan Produk yang Dihasilkan Mulyadi Nyoto, Ety Widiastuti, Suharianto	23-34
5. Optimasilisasi Media Edamame Agar dengan Penambahan Ekstrak Daging Sapi untuk Pertumbuhan Bakteri Bacillus Subtilis Nanik Andayani, Dian Nurhayati, Muhammad Djabir Saing	35-43
6. Rancang Bangun Alat Perkecambahan Benih (Germinator) Portabel Prayitno, Saiful Mukhlis, Budi Hariyanto	44-50

Rancang Bangun Model Kit Mikrokontroller berbasis Arduino Uno untuk Praktikum Otomasi dan Pengendalian Automatik di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan

Arduino Uno – Based Microcontroller Model Kit Design for Automatic and Control Practicum in The Food Engineering Technology Laboratory

Angga Herviona Ikhwanudin^{1*}, Mirma Prameswari Narendro², Nurul Widadi³

¹Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

²UPT Laboratorium Biosains, Politeknik Negeri Jember

³Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

* angga_herviona@polije.ac.id

ABSTRAK

Teknologi mengalami perkembangan tiap tahunnya, dimana teknologi merupakan suatu sarana yang digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhan mereka. Banyak teknologi yang dikembangkan sehingga lebih membantu manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Salah satunya adalah teknologi computer, yang mana di dalam computer terdapat mikrokontroller yang berfungsi sebagai pengontrol berbagai komponen elektronika di dalamnya. Pada penelitian ini membahas mengenai 30 (tiga puluh) jenis model kit mikrokontroller yang berbasis arduino UNO. Arduino UNO itu sendiri merupakan salah satu mikrokontroller atau pengendali mikro papan tunggal yang bersifat sumber terbuka dan menjadi salah satu proyek yang sangat populer di bidangnya. Tujuan dari penelitian ini akan diaplikasikan pada praktikum otomasi dan pengendalian automatic di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan. Selain itu penelitian ini diaplikasikan untuk meningkatkan manajemen pengelolaan laboratorium seperti pemasangan *smoke detector*, *setting* suhu penyimpanan alat, dan lain-lain. Penulis juga membuat video pembelajaran dan buku yang mencakup 30 (tiga puluh) jenis model kit berbasis Arduino UNO, sehingga dapat mempermudah mahasiswa dan juga pembaca untuk memahami dan mengaplikasikan model kit tersebut.

Kata Kunci — Arduino UNO, Mikrokontroller, Model Kit

ABSTRACT

Technology is developing every year, where technology is a tool used by humans to meet their needs. Many technologies have been developed to help humans meet their needs. One of them is computer technology, which in the computer there is a microcontroller that functions as a controller of various electronic components in it. This research discusses 30 types of arduino UNO-based microcontroller model kits. Arduino UNO itself is an open source microcontroller or single board micro controller and is one of the most popular project in its field. The purpose of this research will be applied to the automation and automatic control practicum at the Food Egineriing Technology Laboratory. In addition, this research is applied to improve laboratory managemen such as installing *smoke detector*, *setting* temperature for storing equipment, and otherx. The author also makes learning videos and book that cover 30 types of Arduino UNO based model kit.

Keywords: Arduino UNO, Mikrokontroller, Model Kit.

1. Pendahuluan

Teknologi merupakan suatu sarana yang digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhan mereka, beberapa teknologi saat ini merupakan perkembangan dari teknologi zaman dahulu yang sering digunakan dalam kegiatan sehari-hari. Oleh karena itu, perkembangan teknologi yang berubah menjadi teknologi masa kini telah berkembang pesat. Banyak teknologi yang dikembangkan sehingga lebih membantu manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Salah satunya adalah teknologi komputer, pada awalnya komputer digunakan layaknya mesin penghitung, namun seiring berkembangnya zaman, komputer digunakan untuk mengendalikan pesawat pengintai tanpa awak, dan masih banyak lagi. Padahal jika dilihat dari fungsinya, teknologi komputer ini sangat banyak manfaatnya misalnya dapat kita manfaatkan sebagai pengendali penerangan otomatis dengan bantuan mikrokontroler. Mikrokontroler itu sendiri adalah sebuah chip yang didalamnya terdapat sebuah mikroprosesor yang telah dilengkapi dengan RAM, ROM, I/O Port, Timer dan Serial COM dalam satu paket.

Salah satu mata kuliah program studi Teknologi Rekayasa Pangan adalah Otomasi dan Pengendalian Automatik yang ditempuh oleh mahasiswa/i semester 4. Dimana pada mata kuliah tersebut membahas mengenai pengendalian secara otomatis dengan dasar pembelajaran menggunakan mikrokontroler berbasis arduino uno. Arduino Uno itu sendiri yakni board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator Kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan board arduino uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor DC atau baterai yang menjalankannya.

Untuk terlaksananya kegiatan praktikum arduino Uno dibutuhkan sarana dan prasarana pendukung, yakni arduino uno, project board, USB, Kabel Jumper, tool box, software arduino IDE, dan masih banyak lagi. Sedangkan sarana dan prasarana untuk praktikum tersebut masih

belum tersedia, selain itu bahan ajar atau panduan penggunaan arduino UNO juga belum tersedia. Oleh karenanya pada penelitian kali ini kami akan membuat rancang bangun model kit mikrokontroler berbasis arduino UNO untuk praktikum Otomasi dan Pengendalian Automatik di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan guna mendukung kegiatan praktikum.

Selain sebagai model kit praktikum pada penelitian ini model arduino uno dapat diaplikasikan untuk meningkatkan manajemen pengelolaan laboratorium seperti pemasangan smoke detector, setting suhu penyimpanan alat, dan lain-lain.

Berdasarkan latar belakang di atas maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

- Merancang produk model kit mikrokontroler berbasis arduino uno dengan berbagai program untuk menunjang praktikum
- Menyusun modul/petunjuk penggunaan model kit mikrokontroler
- Memudahkan tenaga pengajar dalam melakukan pendampingan praktikum
- Meningkatkan kompetensi laboratorium dan PLP untuk mendukung tridharma pendidikan Politeknik Negeri Jember

Referensi ilmiah diperlukan untuk mendukung penelitian ini agar dapat berjalan sesuai yang diharapkan. Peneliti melakukan studi literatur yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1.1. Hasil Penelitian Distilasi Sederhana Tahun

2020

Alat destilasi sederhana dana PNBP POLIJE 2020 (Gambar 1) merupakan alat destilasi yang telah dirancang oleh Angga dkk., yang didanai oleh dana PNBP POLIJE 2020 dan digunakan untuk memenuhi kebutuhan akuades di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan. Alat destilasi tersebut dirancang supaya Laboratorium TRP dapat menghasilkan akuades secara mandiri demi kebutuhan praktikum dan penelitian di lingkungan laboratorium tersebut [1].





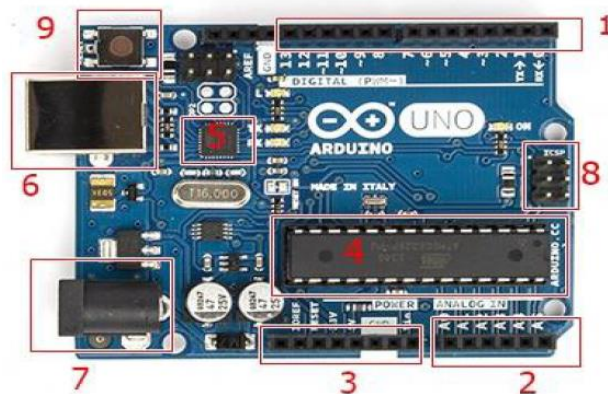
Gambar 1. Destilasi Sederhana PNPB 2020

1.2. Hasil Penelitian Distilasi Sederhana Tahun 2021

Mesin distilator sederhana di Laboratorium TRP memiliki sensor air. Prinsip kerja dari rangkaian sensor air ini adalah kabel sentuh tembaga jika terendam air maka akan mentrigger IC NE555 dan mengalirkan arus listrik ke transistor dan relay sehingga dalam posisi ON kemudian menghidupkan mesin utama, dan sebaliknya jika kabel sentuh tembaga tidak terendam air maka akan mentrigger IC NE555 dan memutus arus listrik ke transistor dan relay sehingga dalam posisi OFF kemudian mematikan mesin utama. Untuk mencegah rangkaian sensor air terbebani daya oleh mesin utama dimana mesin utama memiliki daya 2500 Watt, maka rangkaian sensor ditambahkan relay parallel dan kondensator (kapasitor) [2].

1.3. Arduino UNO

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang [3] Bagian dari arduino UNO dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Bagian-bagian Arduino UNO [4]

1. Pin input/output digital (diberi label 0 – 13)
2. Pin input analog (diberi label A0-A5)
3. Pin untuk sumber tegangan
4. IC ATmega328
5. IC ATmega16U
6. Jack USB
7. Jack Power
8. Port ICSP (In-Circuit Serial Programming)
9. Tombol Reset

1.4. Arduino IDE

Arduino Integrated Development Environment – atau *Arduino Software (IDE)* – berisi editor teks untuk menulis kode, area pesan, konsol teks, toolbar dengan tombol untuk fungsi-fungsi umum dan serangkaian menu. Menghubungkan ke perangkat keras Arduino dan Genuino untuk mengunggah program dan berkomunikasi dengan papan sirkuit arduino. Program yang ditulis menggunakan Arduino Software (IDE) disebut *sketches*. *Sketches* ini ditulis dalam editor teks dan disimpan dengan ekstensi file .ino. Editor ini memiliki fitur untuk memotong (*cut*), menempelkan (*paste*), dan pencarian atau mengganti teks [5].

2. Metodologi

2.1. Alat

Penelitian ini memerlukan berbagai kombinasi alat untuk dapat menghasilkan model kit yang diinginkan. Rincian detail dan spesifikasi alat yang diperlukan sebagai berikut:

2.1.1. Personal Computer atau Laptop

Personal Computer atau laptop digunakan sebagai sarana menyusun atau merancang program yang akan dibuat dan dimasukkan ke dalam sistem arduino uno. Berbagai bahasa

pemrograman untuk membuat suatu project dibuat melalui laptop ini dengan ditambah beberapa software yaitu Arduino IDE dan Proteus 8 Profesional. Spesifikasi minimal dari PC atau Laptop yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Processor dengan kecepatan 1,6 GHz atau lebih tinggi
- Sistem operasi windows 7, 8.1, 10
- RAM minimal 2 Gb
- Ruang kosong pada harddisk minimal 10 Gb.

2.1.2. Arduino UNO

Arduino uno digunakan sebagai pengendali sistem. Arduino mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yaitu bahasa C. Board arduino terdapat loader yang berupa USB sehingga memudahkan pengguna ketika memprogram mikrokontroler di dalam Arduino. Program yang telah dibuat di PC atau Laptop akan dikelola oleh arduino Uno dan dikirimkan ke sensor atau objek alat lainnya seperti speaker, LED, LCD, dll. Arduino UNO yang digunakan menggunakan mikrokontroller ATmega 328 (Arduino R3).

2.1.3. Project Board

Project Board merupakan papan proyek yang difungsikan untuk sirkuit elektronika sebagai dasar konstruksi dan prototype suatu rangkaian elektronika. *Project board* atau sering disebut *bread board*, banyak digunakan dalam merangkai komponen karena penggunaannya cukup praktis dimana hanya perlu menancapkan komponen atau kabel jumper ke papan proyek dan tidak perlu melalui tahap penyolderan. Sehingga dapat memudahkan apabila terdapat kesalahan pemasangan atau kerusakan kabel pada *project board* tersebut.

2.1.4. Kabel Konektor USB

Kabel konektor USB berfungsi untuk menghubungkan antara laptop / PC dengan board arduino UNO. Jika tidak menggunakan kabel konektor USB, maka program yang telah dibuat di PC tidak dapat diupload di *board* arduino.

2.1.5. Kabel Jumper

Kabel *jumper* merupakan kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkan pengguna untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan arduino tanpa solder. Konektor yang ada pada ujung kabel terdiri atas dua jenis yaitu konektor jantan (*male connector*) dan konektor betina (*female connector*).

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

2.2.1. Software Arduino IDE

Arduino IDE merupakan software yang digunakan untuk pemrograman mikrokontroler. Software ini merupakan *freeware* sehingga dapat dengan mudah diperoleh di situs resmi arduino (arduino.cc/en/software). Minimum spesifikasi minimum laptop untuk dapat menggunakan software ini sebagai berikut:

- CPU core i5
- Operating System Windows 7
- Hardisk 500 GB
- Ruang kosong pada hardisk min. 1 GB
- Lampu LED *Diffused* 5 mm (Merah, Kuning, Hijau)
- Resistor ¼ Watt (220 ohm, 10K ohm, 1K ohm)
- Potensiometer 10K ohm
- Active Buzzer dan Passive Buzzer
- Sensor Suhu LM35DZ
- Sensor Flame infrared sensor photodiode 5 mm
- Sensor LDR ukuran 5 mm
- Push Button
- LCD 1602 ukuran 16x2
- Sensor suhu dan kelembaban DHT11
- Sensor ketinggian air
- Jack DC 9V battery connector

2.3. Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan. Metode penelitian merupakan metode yang digunakan untuk meneliti, merancang, memproduksi, dan menguji validitas



produk yang telah dihasilkan. Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan untuk membuat produk yang belum ada dan dibutuhkan dalam kegiatan tridharma laboratorium teknologi rekayasa pangan khususnya dalam mata kuliah otomasi dan pengendalian otomatis. Penelitian ini menghasilkan produk model kit mikrokontroler berbasis arduino uno yang akan digunakan untuk praktikum mata kuliah otomasi dan pengendalian otomatis.

2.3.1. Pengumpulan Data dan Informasi

Pengumpulan data dan informasi dalam penelitian ini menggunakan teknik wawancara dan studi literatur. Tahapan teknik wawancara dimaksudkan untuk memperoleh informasi mengenai acara praktikum yang dilaksanakan pada mata kuliah otomasi dan pengendalian otomatis supaya penelitian ini selaras dengan kegiatan tridharma khususnya di mata kuliah otomasi dan pengendalian otomatis. Wawancara dilakukan kepada koordinator mata kuliah dan teknisi lab mekatronika jurusan teknik politeknik negeri jember. Tahapan studi literatur dimaksudkan untuk memperoleh informasi mengenai rancangan pembuatan program dengan arduino UNO serta bahasa pemrograman yang digunakan.

2.3.2. Pembuatan Alat

Perancangan dan pembuatan alat terdiri dari *hardware* dan *software*. Pada perancangan model kit mikrokontroler berbasis arduino menggunakan sumber tegangan baterai 9 V dan mikrokontroler arduino UNO. Alat dan bahan yang digunakan telah disampaikan di atas. Pada pembuatan alat ini, penulis akan menyusun berbagai simulasi program untuk bahan praktikum mata kuliah otomasi dan pengendalian otomatis seperti contohnya rangkaian alarm banjir, rangkaian lampu lalu lintas, rangkaian *audio speaker*, rangkaian alat pengukur suhu, dan lain sebagainya.

2.3.3. Pembuatan Program

Pemrograman *board* arduino UNO dilakukan menggunakan *software* arduino yaitu *integrated development environment* (IDE) yang dapat diunduh secara gratis. Bahasa yang

digunakan adalah pustaka C++ yang berbasis pada bahasa C. pada *software* arduino IDE dapat dilakukan proses *compile* dan upload program yang telah dibuat ke dalam mikrokontroler arduino. Program yang akan dibuat ada berbagai macam disesuaikan dengan kebutuhan praktikum. Program ini nantinya akan dibuat *database* dan buku panduan sehingga memudahkan mahasiswa dalam mempelajarinya.

2.3.4. Penyusunan Buku Panduan

Model kit dan program yang telah selesai dibuat dan telah dilakukan pengujian kinerja, kemudian dibuatkan buku panduan penggunaannya. Buku panduan ini berisi mengenai cara install *software* arduino IDE ke dalam laptop/PC, cara merangkai komponen beserta foto dokumentasi berbagai macam program yang sudah dibuat beserta deskripsi masing – masing komponen dan fungsinya, cara membuat program dengan bahasa pemrograman yang sesuai dan deskripsinya, dan *troubleshooting* untuk masalah yang kemungkinan akan muncul. Buku panduan ini dapat berbentuk *hardcopy* dan *softcopy*.

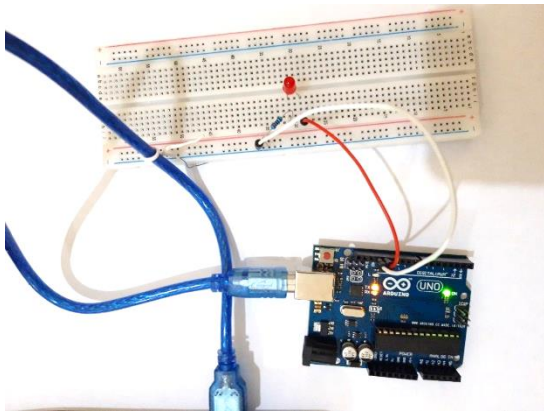
3. Pembahasan

Hasil penelitian yaitu berupa kumpulan project arduino sederhana yang meliputi peralatan yang diperlukan, skema rangkaian, pemrograman, dan hasil proyek. Adapun proyek arduino sederhana yang berhasil dibuat diantaranya sebagai berikut:

3.1. Single LED

Proyek sederhana ini bertujuan untuk menyalakan lampu LED dan mengatur waktu hidup dan waktu mati dari lampu LED tersebut, sehingga lampu LED terkesan berkedip. Kecepatan berkedip lampu LED dapat diatur melalui pemrograman yang diupload ke arduino UNO. Hasil proyek dapat dilihat pada gambar 3.

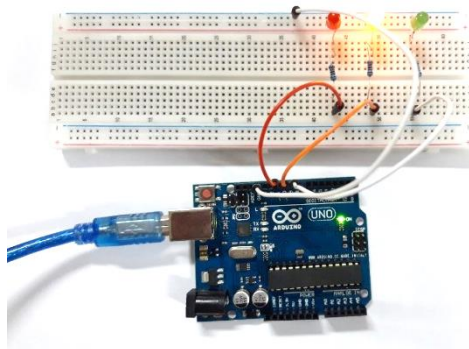




Gambar 3. Single LED

3.2. Traffic Light

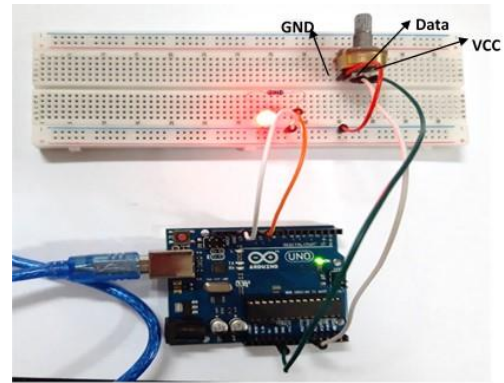
Proyek sederhana ini bertujuan untuk membuat *prototype* sederhana lampu lalu lintas menggunakan lampu LED merah, kuning, dan hijau. Intensitas waktu hidup dan mati tiap lampu dapat diatur di pemrograman. Hasil proyek dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Traffic Light

3.3. Setting Pencahayaan dengan Potensiometer

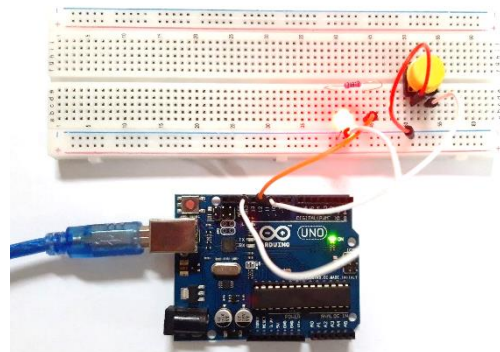
Proyek sederhana ini bertujuan untuk memahami fungsi komponen potensiometer dalam mengatur intensitas arus yang masuk ke lampu LED. Potensiometer dapat meningkatkan hambatan maupun menurunkan hambatan sehingga tingkat kecerahan lampu LED dapat diatur dengan memutar knob potensiometer. Hasil proyek dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Setting Pencahayaan dengan Potensiometer

3.4. Kontrol Lampu LED dengan Pushbutton

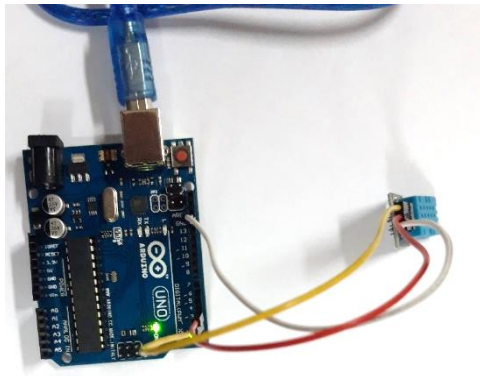
Proyek sederhana ini bertujuan untuk memahami fungsi komponen *pushbutton* dalam memutus dan menyambungkan arus listrik sehingga lampu LED hidup atau mati. Lampu LED dapat dinyalakan /dimatikan dengan cara menekan *pushbutton* serta digabungkan ke LED melalui pemrograman yang diupload ke arduino UNO. Hasil proyek dapat dilihat pada gambar 6.



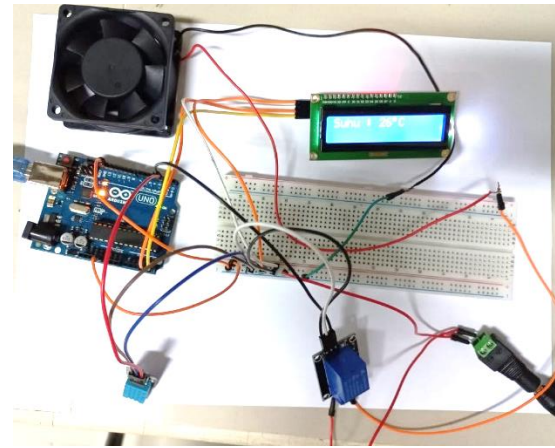
Gambar 6. Kontrol Lampu LED dengan Pushbutton

3.5. Mengukur Suhu dan Kelembaban dengan sensor DHT11

Proyek sederhana ini bertujuan untuk memahami fungsi komponen sensor DHT11 dalam mengukur suhu dan kelembaban. Hasil pengukuran suhu dan kelembaban dapat dilihat di serial monitor software arduino IDE. Hasil proyek dapat dilihat pada gambar 7.



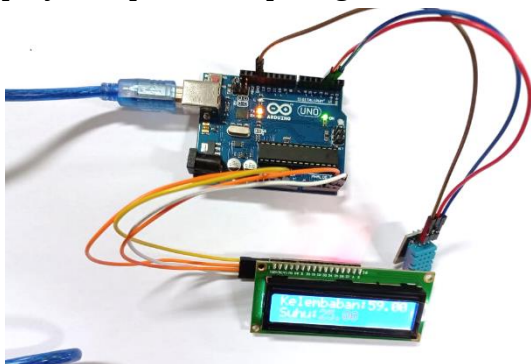
Gambar 7. Mengukur suhu dan kelembaban dengan sensor DHT11



Gambar 9. Membuat Kipas Angin Otomatis

3.6. Menampilkan Teks di Layar LCD 16x2

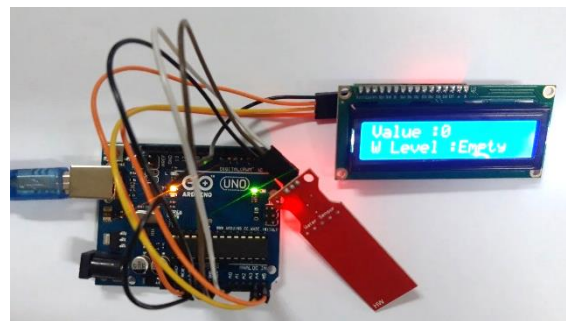
Proyek sederhana ini bertujuan untuk memahami cara menampilkan teks yang diinginkan dari hasil pembacaan sensor maupun kalimat biasa di layar LCD 16 x 2. Hasil pembacaan teks dapat di program melalui *software* arduino IDE yang selanjutnya diupload ke arduino UNO. Hasil proyek dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Menampilkan Teks di Layar LCD 16x2

3.8. Mengukur tingkat ketinggian air dengan *water level sensor*

Proyek sederhana ini bertujuan untuk membuat indikator ketinggian air sederhana dengan menggunakan *water level sensor*. Hasil pembacaan sensor akan ditunjukkan di layar LCD dengan 3 kategori yaitu *High*, *Medium*, dan *Low*. Hasil proyek dapat dilihat pada gambar 10.



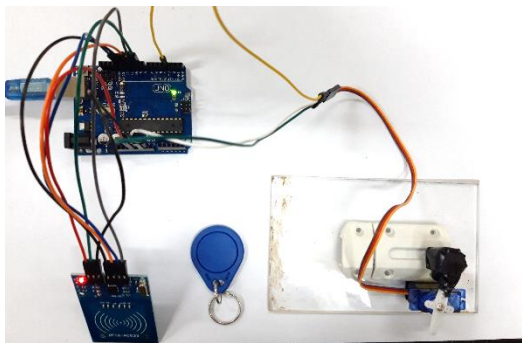
Gambar 10. Mengukur tingkat ketinggian air dengan *water level sensor*

3.7. Membuat Kipas Angin Otomatis

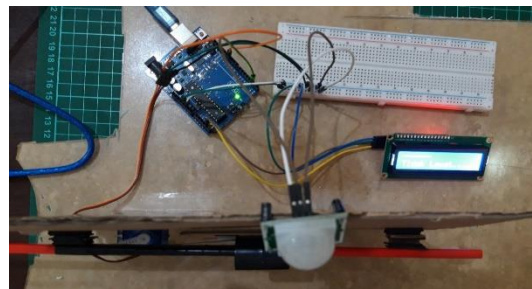
Proyek sederhana ini bertujuan untuk membuat kipas angin otomatis dengan *trigger* utama adalah suhu. Sensor DHT 11 digunakan sebagai alat pengukur suhu, yang kemudian dihubungkan dengan relay dan kipas angin DC. Pemrograman dibuat sedemikian rupa sehingga jika suhu diatas 29⁰ C maka kipas angin akan menyala. Hasil proyek dapat dilihat pada gambar 9.

3.9. Kunci Pintu Otomatis

Proyek sederhana ini bertujuan untuk membuat *prototype* kunci pintu otomatis. *Trigger* yang digunakan yaitu kartu tanda pengenal yang dibaca oleh RFID, dimana RFID ini nanti akan menggerakkan servo untuk membuka kunci grendel. Hasil proyek dapat dilihat pada gambar 11.



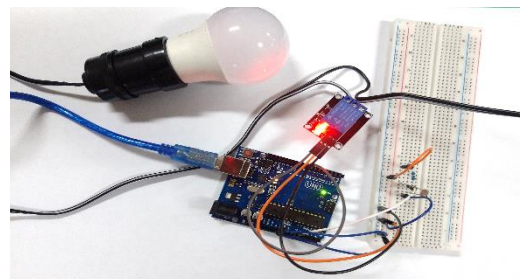
Gambar 11. Kunci Pintu Otomatis



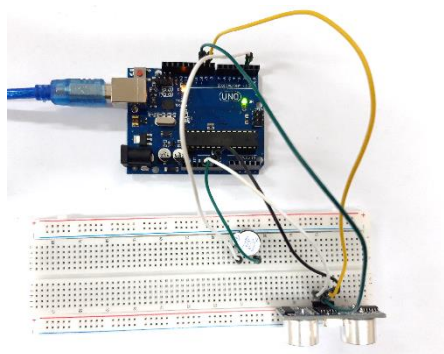
Gambar 14. Pintu Otomatis dengan Sensor PIR

3.10. Alat Pendeteksi dan Peringatan Objek Yang Mendekat

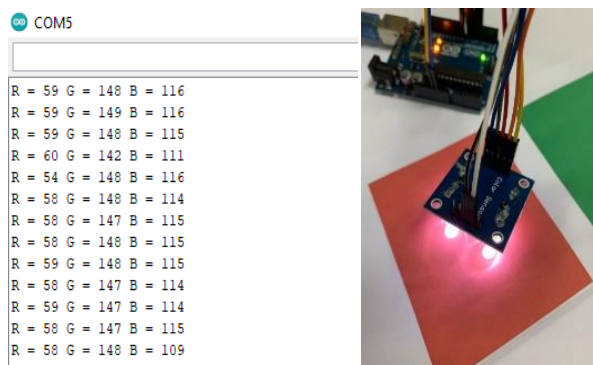
Proyek sederhana ini bertujuan untuk indikator sederhana apabila ada objek yang mendekat. Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik, apabila objek berada di depan sensor ultrasonik dengan jarak 0 – 50 cm maka *buzzer* akan berbunyi. Hasil proyek dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 15. Lampu Otomatis dengan sensor LDR



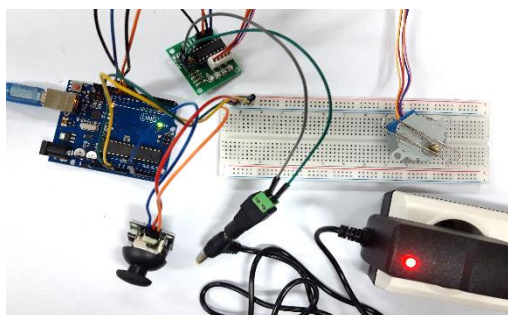
Gambar 12. Alat pendeteksi dan peringatan objek yang mendekat



Gambar 16. Sensor Warna

3.11. Proyek Arduino Lainnya

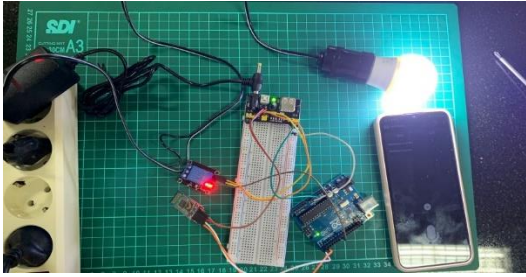
Penulis membuat berbagai proyek arduino sederhana yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



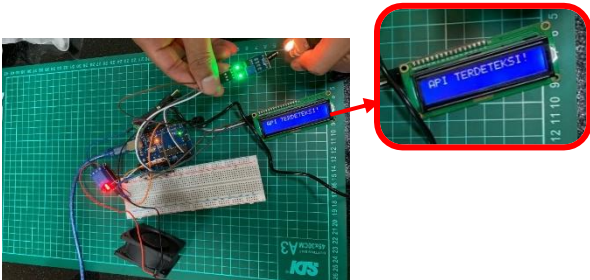
Gambar 13. Mengontrol *stepper* motor dengan *joystick*



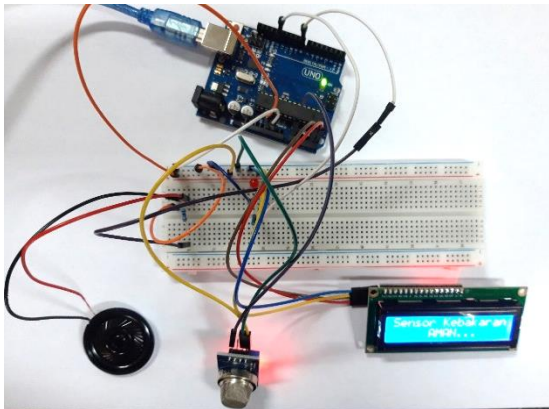
Gambar 17. Palang parkir otomatis dengan sensor IR *Proximity*



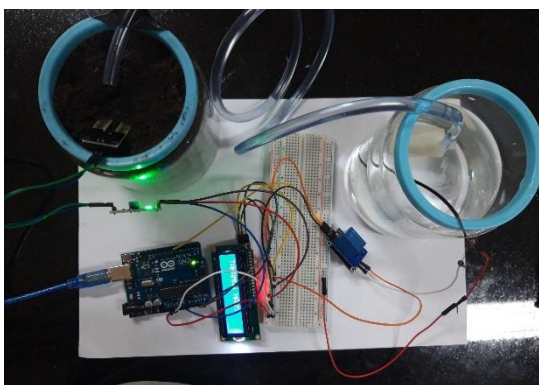
Gambar 18. Menyalakan lampu LED dengan suara



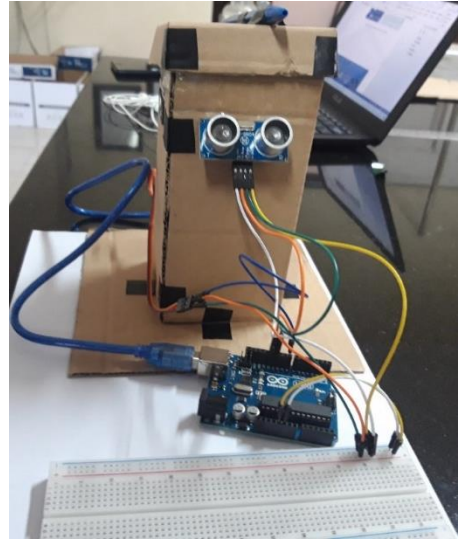
Gambar 19. Alat Pendeteksi Api



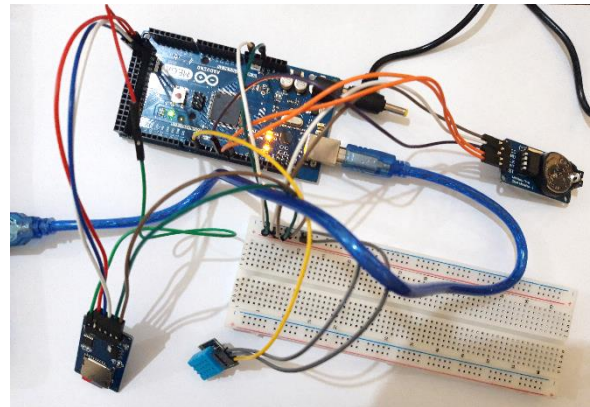
Gambar 20. Alat Pendeteksi Kebocoran Gas



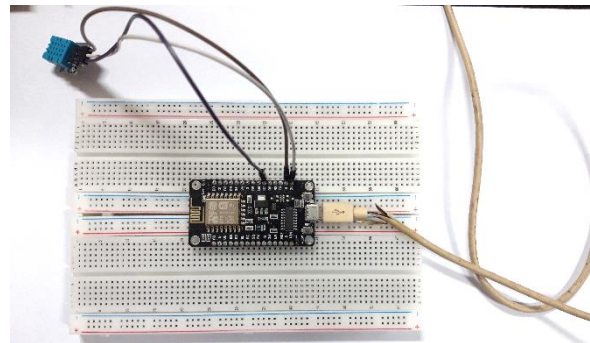
Gambar 21. Alat Penyiram Tanaman Otomatis



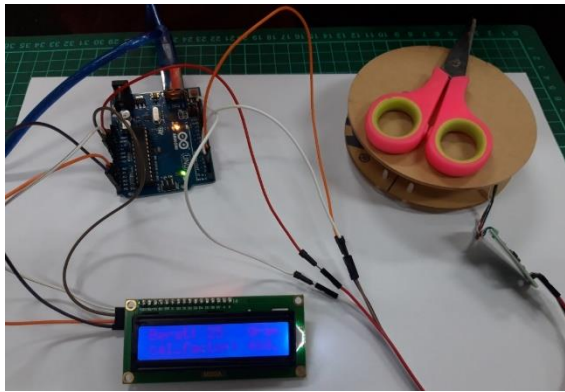
Gambar 22. Tempat Sampah otomatis



Gambar 23. Data Logger Suhu dan Kelembaban



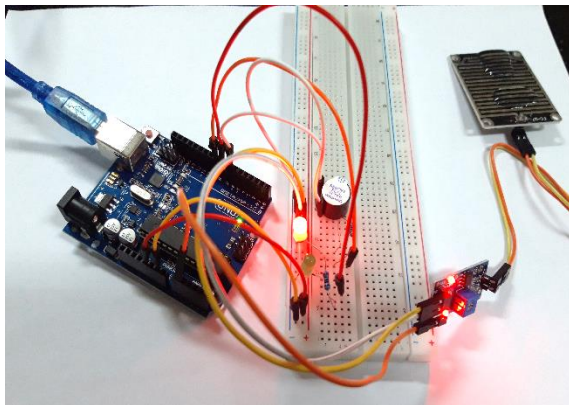
Gambar 24. Data Logger suhu dan kelembaban berbasis IoT



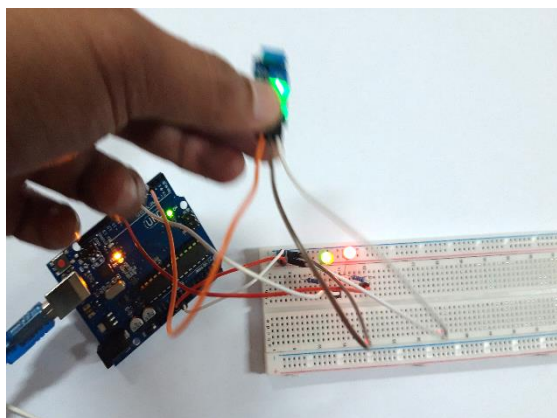
Gambar 25. Sensor Berat



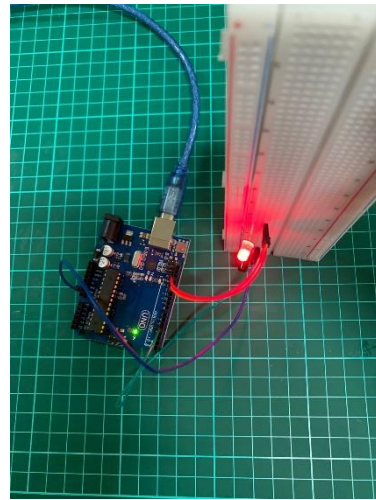
Gambar 26. Sensor pH



Gambar 27. Sensor Hujan



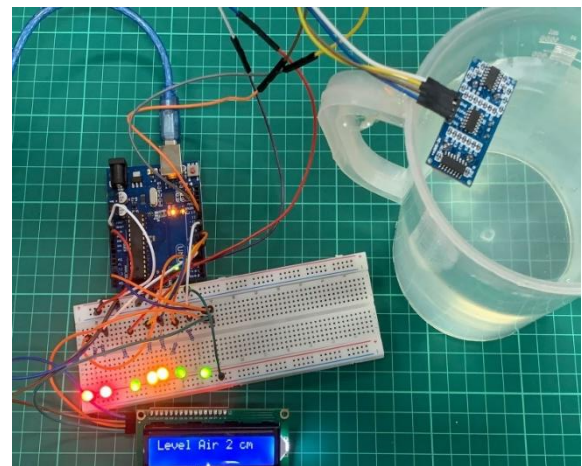
Gambar 28. Sensor Getar



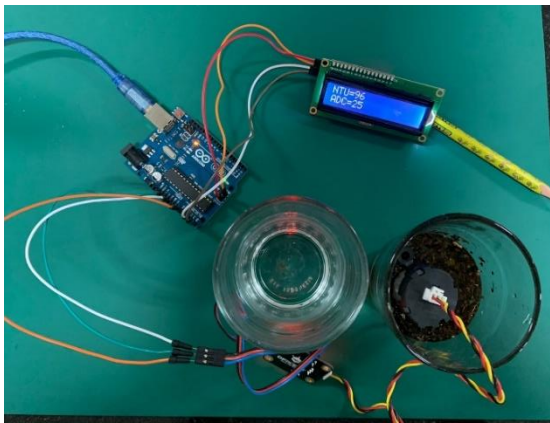
Gambar 29. Sensor Pendeteksi Kemiringan



Gambar 30. Alat Ukur Jarak Menggunakan Sensor Ultrasonik



Gambar 31. Alat Ukur Level Air dengan sensor Ultrasonik



Gambar 32. Sensor TDS (Kekeruhan Air)

4. Kesimpulan dan saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa model kit mikrokontroller berbasis arduino UNO telah selesai dibuat. Model kit yang dibuat dapat digunakan untuk menyusun proyek sederhana berjumlah 30 proyek sederhana. Untuk memudahkan pengguna dalam membuat proyek sederhana tersebut, maka penulis membuat buku panduan yang berisi tutorial menyusun proyek sederhana dan penjelasan singkat mengenai *coding* pemrograman dan komponen elektronika yang digunakan. Selain buku panduan, penulis juga membuat video tutorial sebanyak 30 video yang berisi tutorial pembuatan proyek sederhana, mulai dari alat dan bahan, skema rangkaian, hingga hasil *prototype* yang sudah berfungsi.

4.1.1. Saran

Saran terhadap kegiatan penelitian selanjutnya yaitu mengembangkan berbagai macam proyek sederhana yang telah dibuat untuk dapat diaplikasikan di dalam laboratorium. Aplikasi di dalam laboratorium contohnya seperti pembuatan penghangat lemari penyimpanan alat dan bahan, pembuatan alarm kebakaran, dan lain sebagainya.

5. Ucapan Terima Kasih

Kami sampaikan ucapan terima kasih kepada Direktur Politeknik Negeri Jember, Ketua Jurusan Teknologi Pertanian, Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M), Kepala Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan, Kepala Laboratorium Logam

dan kayu, Kepala UPT Biosain, Staf bagian keuangan Politeknik Negeri Jember, Tim Penguji, Civitas akademika Politeknik Negeri Jember serta semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] A. H. Ikhwanudin, M. P. Narendro, and N. Widadi, "Rancang Bangun Alat Destilasi Sederhana Untuk Memenuhi Kebutuhan Akuades Di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan," *Pengabdi. Masy. Polje Proc. Ser.*, vol. 4, no. 1, pp. 284–290, 2020, [Online]. Available: <https://proceedings.polije.ac.id/index.php/ppm/article/view/79>
- [2] A. H. Ikhwanudin, M. P. Narendro, and N. Widadi, "Optimalisasi Kondensor dan Otomasi Kontrol Mesin Distilator Sederhana Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan," *J. Pengemb. Potensi Lab.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2022, doi: 10.25047/plp.v1i1.2984.
- [3] K. W. Humaidillah, "Modul Belajar Arduino Uno," *Jombang: LPPMUNHASYSY Tebuireng..* Available: <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- [4] B. Bin Dahlan, "Sistem Kontrol Penerangan Menggunakan Arduino Uno Pada Universitas Ichsan Gorontalo," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 9, no. 3, pp. 282–289, 2017, doi: 10.33096/ilkom.v9i3.158.282-289.
- [5] M. Nasucha. (2019). Mikrokontroller dan Project INF 204. *Banten: Universitas Pembangunan Jaya.*

Isolasi Bakteri *Bacillaceae* untuk Memenuhi Kebutuhan Bahan Praktikum di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan

Isolation of Bacillaceae Bacteria as Learning Materials in the Food Engineering Technology Laboratory

Wahyu Setyaji Dwiantara ^{1*}, Widya Rahmawati ¹

¹ Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

* wahyu.sd@polije.ac.id

ABSTRAK

Mikroorganisme atau mikroba perlu dipelajari di Program Studi Teknologi Rekayasa Pangan (TRP). Salah satu manfaatnya adalah dalam melakukan pengendalian mikroba yang merugikan. Tidak hanya itu, penggunaan mikroba yang bermanfaat, terutama pada makanan juga dapat digali. Penelitian ini bertujuan mendapatkan isolat bakteri *Bacillaceae* untuk melengkapi bahan praktikum di Laboratorium TRP. Ada dua sampel yang digunakan untuk isolasi yaitu sampel tanah dan susu. Isolasi dilakukan dengan metode sebar pada media *nutrient agar* (NA), kemudian koloni tunggal yang tumbuh ditumbuhkan kembali dengan metode gores. Pewarnaan gram dilakukan pada kultur murni yang didapatkan. Kemudian, isolat yang berbentuk batang dan gram positif dilakukan pengamatan morfologi koloni di NA miring, uji katalase dan hidrolisis pati serta diidentifikasi secara molekuler. Hasilnya, hanya isolat D4-02 yang berbentuk batang dan gram positif. Isolat tersebut berasal dari sampel tanah. Kemampuan dalam hidrolisis pati dan penguraian hidrogen peroksida dimiliki oleh D4-02. Hasil identifikasi secara molekuler menunjukkan bahwa D4-02 memiliki kesamaan dengan *Priestia megaterium* NBRC 15308 dengan persentase kemiripan sebesar 99,93%. Isolat ini dapat digunakan untuk kegiatan praktikum di Laboratorium seperti saat melakukan pengamatan morfologi mikroskopis mikroba sebagai contoh bakteri gram positif berbentuk batang.

Kata kunci — *Bacillaceae*, *Priestia megaterium*, tanah, susu

ABSTRACT

Microorganisms or microbes are needed to be studied in the Food Engineering Technology Study Program. For example, how to control harmful microbes. Not only that, but also the uses of beneficial microbes, especially in food, can also be explored. This study aims to obtain *Bacillaceae* bacterial isolates to complete the learning materials in our Laboratory. There were two samples used for isolation, those were soil and milk samples. Isolation was carried out by spread-plate method on nutrient agar (NA), then the single colonies grown were reinoculated by streak method. Gram staining was performed on the pure cultures obtained. After that, rod-shaped and gram-positive isolates were observed for colony morphology in NA slant, catalase test, starch hydrolysis test and molecular identification. As a result, only D4-02 isolate was rod-shaped and gram-positive. The isolate was derived from soil samples. The ability to hydrolyze starch and decompose hydrogen peroxide is owned by D4-02. Molecular identification results show that D4-02 has similarity with *Priestia megaterium* NBRC 15308 with a similarity percentage of 99.93%. This isolate can be used for learning material in the laboratory such as when observing microscopic morphology of microbes as an example of gram-positive rod-shaped bacteria.

Keywords — *Bacillaceae*, *Priestia megaterium*, soil, milk

1. Pendahuluan

Mikroorganisme atau mikroba perlu dipelajari di Program Studi Teknologi Rekayasa Pangan (TRP). Pengetahuan ini bermanfaat dalam melakukan pengendalian mikroba yang merugikan dan penggunaan mikroba yang bermanfaat, terutama pada makanan. Beberapa mata kuliah di Program Studi TRP yang mempelajari mikroba adalah Mikrobiologi Pangan, Analisa Pangan Terpadu, Higiene & Sanitasi, Teknik Bioproses dan Bioteknologi Pangan. Tidak hanya dipelajari secara teoritis, mikroba juga digunakan dalam kegiatan praktikum seperti identifikasi bakteri, pengendalian mikroba dan rekayasa genetika mikroba.

Laboratorium TRP belum memiliki koleksi kultur mikroba. Selama ini, kebutuhan kultur mikroba dipenuhi dengan cara isolasi dari suatu sampel secara langsung saat praktikum. Sampel yang digunakan adalah sayur, roti berjamur dan daging mentah. Akibatnya, kultur mikroba yang digunakan tidak menentu sehingga hasil praktikum juga sering tidak sesuai dengan harapan. Masalah lain yang muncul adalah mikroba yang didapatkan hanya mewakili sebagian kecil kelompok mikroba.

Penelitian ini bertujuan mendapatkan isolat bakteri *Bacillaceae* untuk melengkapi bahan praktikum di Laboratorium TRP. Isolasi bakteri ini adalah lanjutan dari penelitian sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya telah didapatkan dua spesies bakteri koliform yang merupakan bakteri gram negatif yaitu *Klebsiella pneumoniae* dan *Pseudocitrobacter faecalis* [1]. *Bacillaceae* merupakan kelompok bakteri gram positif. Secara mikroskopis bakteri ini berbentuk batang [2]. Bakteri ini banyak ditemukan di tanah [3]. *Bacillaceae* dikatakan sebagai penghasil enzim protease yang paling penting. Enzim protease banyak diaplikasikan dalam pengolahan makanan, produksi peptida bioaktif dan bahan tambahan pada deterjen [4].

2. Metodologi

2.1. Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan untuk isolasi bakteri *Bacillaceae* berasal dari sampel tanah dan

susu. Pengambilan sampel tanah diadaptasi dari Suryadi et al. (2015) [5]. Sampel tanah diambil di dalam area kampus utama Politeknik Negeri Jember. Sampel tanah yang diambil berada 30 cm di dekat tanaman dengan kedalaman 5-10 cm. Sebanyak 40 gram sampel tanah diambil dan disimpan dalam botol steril. Sampel susu yang dijadikan sampel adalah susu segar yang dijual di sekitar kampus utama Politeknik Negeri Jember.

2.2. Isolasi Bakteri

Empat puluh gram sampel tanah dicampur dengan 360 ml larutan NaCl 0,85% (faktor pengenceran 10^{-1}). Dibuat pengenceran berseri hingga faktor pengenceran 10^{-4} . Isolasi dilakukan dengan metode sebar pada medium *Nutrient Agar (NA)(oxoid)* untuk pengenceran 10^{-2} hingga 10^{-4} . Sampel susu diisolasi dengan metode yang sama. Inkubasi dilakukan pada suhu 30°C selama 24 jam [6]. Koloni tunggal yang tumbuh diinokulasi ulang dengan metode gores pada medium NA hingga diperoleh kultur murni.

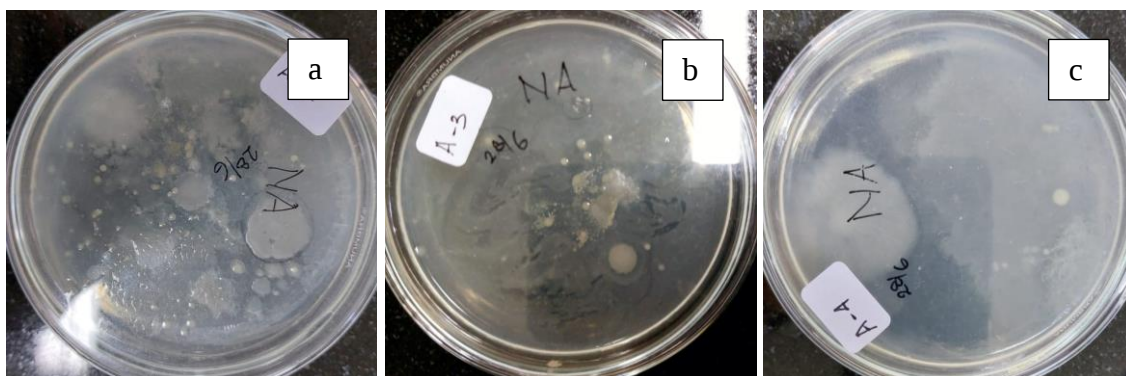
2.3. Identifikasi Bakteri

Kultur murni yang didapat ditumbuhkan di medium NA miring pada tabung reaksi. Diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam. Dilakukan pewarnaan gram terhadap semua isolat. Isolat yang berbentuk batang dan gram positif dilakukan pengamatan morfologi koloni di NA miring, uji katalase dan hidrolisis pati sesuai dengan metode dari Cappuccino & Welsh (2019) [7] dan diidentifikasi secara molekuler melalui pengurutan DNA bakteri (gen 16S *rRNA*) di PT. Genetika Science Indonesia.

3. Pembahasan

Habitat *Bacillaceae* tersebar luas. Bakteri ini berbentuk batang dan gram positif ukuran dengan 0,5-2,5×1,2–10 μm . Jenis bakteri ini ditemukan di tanah, air dan makanan fermentasi non-susu [8]. Martinez et al. (2017) [9] berhasil mengisolasi *Bacillus licheniformis* dari susu mentah dan susu pasteurisasi. Pada penelitian ini, sampel yang digunakan adalah sampel tanah dan susu. Sampel tanah diambil di sekitar Laboratorium TRP sedangkan susu didapatkan dari Toko G Fresh Milk.



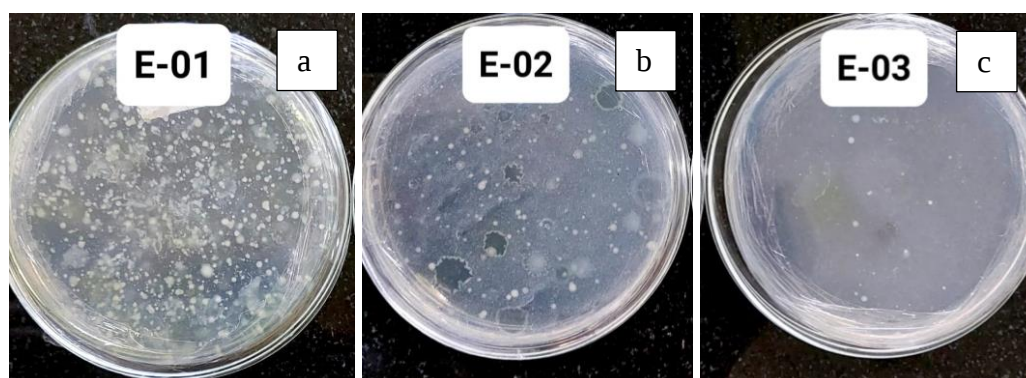


Keterangan: a. pengenceran 10^{-2}
b. pengenceran 10^{-3}
c. pengenceran 10^{-4}

Gambar 1. Hasil isolasi sampel tanah dengan metode spread

Terlihat adanya pertumbuhan bakteri dari sampel tanah dan sampel susu yang digunakan. Pada sampel tanah, pertumbuhan bakteri masih terdapat hingga pengenceran 10^{-4} (Gambar 1). Bakteri di tanah berperan dalam menyediakan nutrisi penting untuk tanaman [10]. Jumlah dan jenis bakteri pada tanah sangat dipengaruhi oleh iklim [11]. Pada sampel susu, bakteri tumbuh

hingga pengenceran 10^{-3} (Gambar 2). Jumlah total bakteri pada sampel susu yang digunakan diperkirakan tidak lebih dari standar susu pasteurisasi (SNI 3951-2018) yaitu sebesar 10^4 koloni/ml. Proses pemanasan susu pada suhu $71,1^{\circ}\text{C}$ selama 15 detik dapat merusak sebagian besar sel vegetatif bakteri [12].



Keterangan: a. pengenceran 10^{-1}
b. pengenceran 10^{-2}
c. pengenceran 10^{-3}

Gambar 2. Hasil isolasi sampel susu dengan metode *spread*

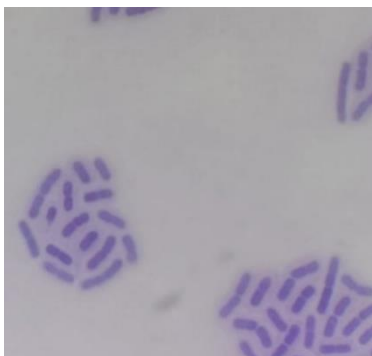
Dari hasil isolasi dengan metode spread, koloni tunggal yang terbentuk diinkolulasi kembali dengan metode gores untuk mendapatkan isolat murni bakteri. Didapatkan empat isolat dari sampel tanah yaitu D2-01, D3-02, D4-02 dan D5-01 sedangkan dari sampel susu didapatkan dua isolat yaitu E3-01 dan E3-02. Selanjutnya dilakukan pewarnaan gram terhadap tujuh isolat yang didapatkan untuk mengetahui bentuk dan jenis gramnya. Hasil

pewarnaan gram isolat bakteri dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pewarnaan gram isolat bakteri

No	Isolat	Bentuk	Gram
1	D2-01	Bulat	Positif
2	D3-02	Bulat	Negatif
3	D4-02	Batang	Positif
4	D5-01	Batang	Negatif
5	E3-01	Bulat	Positif
6	E3-02	Bulat	negatif

Hanya isolat D4-02 yang memiliki bentuk batang dan gram positif (Gambar 3) seperti *Bacillaceae*. Maka dari itu hanya isolat D4-02 yang dilakukan pengamatan morfologi koloni, uji katalase uji hidrolisis pati dan identifikasi molekuler. Hasil pengamatan morfologi koloni, uji katalase uji hidrolisis pati dapat dilihat pada Gambar 4. Secara molekuler, isolat D4-02 teridentifikasi sebagai *Priestia megaterium* NBRC 15308 (nomor aksesori NR_112636.1) dengan persentase kemiripan sebesar 99,93%. Dengan hasil ini, Laboratorium TRP telah memiliki dua isolat bakteri gram negatif dengan bentuk batang [1] dan satu isolat bakteri gram positif berbentuk batang. Isolat ini dapat digunakan untuk kegiatan praktikum di Laboratorium seperti saat melakukan pengamatan morfologi mikroskopis mikroba.



Gambar 3. Pewarnaan gram isolat D4-02 (berbentuk batang dan gram positif)

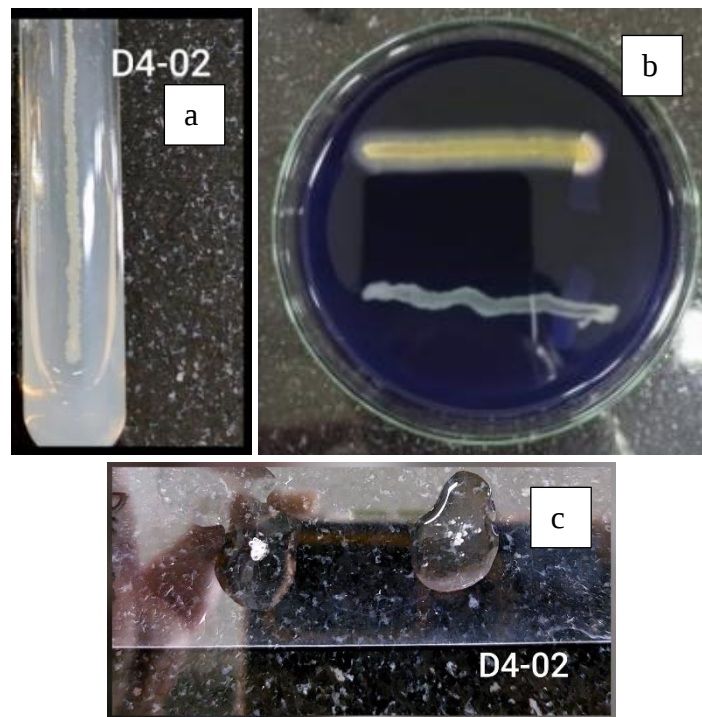
P. megaterium yang sebelumnya dikenal sebagai *Bacillus megaterium* sering ditemukan

pada tanah. Pada daerah rhizosfer tanaman, *P. megaterium* dapat berperan dalam melarutkan fosfor anorganik sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman [13]. Isolat D4-02 yang teridentifikasi sebagai *P. megaterium* juga diisolasi dari tanah. Kemampuan D4-02 dalam melarutkan fosfor organik perlu dilakukan pengujian lebih lanjut. Gupta et al. (2020) [14] mengklarifikasi klasifikasi genus *Bacillus* melalui filogenomik dan mengajukan genus baru yaitu *Priestia*. *B. megaterium* diajukan tergolong genus tersebut.

Tabel 2. Pengamatan morfologi koloni di NA miring

Karakteristik	D4-02
Kelimpahan pertumbuhan	Sedang
Pigmentasi	Kuning
Karakteristik optik	Tidak transparan
Bentuk	Echinulate
Konsistensi	Mengilap

Hasil uji katalase dan hidrolisis pati isolat D4-02 sama dengan yang dilakukan oleh Sura & Hiremath (2019) [15]. D4-02 memiliki enzim katalase yang ditandai dengan munculnya gelembung udara pada larutan H₂O₂ 3% (Gambar 4.c). Gelembung tersebut merupakan gas oksigen hasil penguraian H₂O₂ [7]. Selain enzim katalase, D4-02 juga memiliki enzim amilase. Hal ini terlihat pada hasil uji hidrolisis pati (Gambar 4.b), terdapat zona bening di sekitar bakteri. Pada uji ini, *Klebsiella pneumoniae* yang tidak mempunyai aktivitas hidrolisis pati [7] digunakan sebagai kontrol negatif. Hasil pengamatan morfologi koloni dapat dilihat pada Tabel 2. Pengamatan dilakukan pada karakteristik kelimpahan pertumbuhan, pigmentasi, karakteristik optik, bentuk dan konsistensi [7].



Keterangan: a. koloni pada NA miring
b. uji hidrolisis pati (bagian atas: D4-02, bagian bawah: *K. pneumoniae*)
c. uji katalase

Gambar 4. Karakteristik D4-02

4. Kesimpulan

Hanya isolat D4-02 yang berbentuk batang dan gram positif. Isolat tersebut berasal dari sampel tanah. Kemampuan dalam hidrolisis pati dan penguraian hidrogen peroksida dimiliki oleh D4-02. Hasil identifikasi secara molekuler menunjukkan bahwa D4-02 memiliki kesamaan dengan *Priestia megaterium* NBRC 15308 dengan persentase kemiripan sebesar 99,93%. Isolat ini dapat digunakan untuk kegiatan praktikum di Laboratorium seperti saat melakukan pengamatan morfologi mikroskopis mikroba sebagai contoh bakteri gram positif berbentuk batang.

5. Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh DIPA Politeknik Negeri Jember SP DIPA - SP DIPA-023.18.2.677607/2022 17 November 2021, Tahun Anggaran 2022.

6. Daftar Pustaka

- [1] Dwiantara, W. S., Rahmawati, W., & Nursuci, W. K. (2022). Isolasi Bakteri Koliform untuk memenuhi Kebutuhan Bahan Praktikum di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan. *Jurnal Pengembangan*
- Potensi Laboratorium, 1(1), 14–21. <https://doi.org/10.25047/plp.v1i1.2981>
- [2] Madigan, M.T., Clark, D.P., Stahl, D. and Martinko, J.M. (2015). *Brock biology of microorganisms* 14th edition. Benjamin Cummings.
- [3] Saxena, A. K., Kumar, M., Chakdar, H., Anuroopa, N., & Bagyaraj, D. J. (2020). *Bacillus* Species in Soil as a Natural Resource for Plant Health and Nutrition. *Journal of applied microbiology*, 128(6), 1583–1594. <https://doi.org/10.1111/jam.14506>
- [4] Contesini, F. J., Melo, R. R. D., & Sato, H. H. (2018). An overview of *Bacillus* proteases: from production to application. *Critical reviews in biotechnology*, 38(3), 321–334. <https://doi.org/10.1080/07388551.2017.1354354>
- [5] Suryadi, B. F., Yanuwadi, B., Ardyati, T., & Suharjo (2015). Isolation of *Bacillus sphaericus* from Lombok Island, Indonesia, and Their Toxicity against *Anopheles aconitus*. *International journal of microbiology*, 2015, 854709. <https://doi.org/10.1155/2015/854709>
- [6] Zheng, X., Liu, G., Wang, Z., Wang, J., Zhang, H., & Liu, B. (2020). *Bacillus dafuensis* sp. Nov., Isolated from a Forest Soil in China. *Current microbiology*, 77(9), 2049–2055. <https://doi.org/10.1007/s00284-020-02014-2>

- [7] Cappuccino, J. G., & Welsh, C. T. (2019). *Microbiology: A Laboratory Manual*. Pearson Education.
- [8] Jeżewska-Frąckowiak, J., Seroczyńska, K., Banaszczyk, J., Jedrzejczak, G., Żylicz-Stachula, A., & Skowron, P. M. (2018). The promises and risks of probiotic *Bacillus* species. *Acta biochimica Polonica*, 65(4), 509–519. https://doi.org/10.18388/abp.2018_2652
- [9] Martinez, B. A., Stratton, J., & Bianchini, A. (2017). Isolation and genetic identification of spore-forming bacteria associated with concentrated-milk processing in Nebraska. *Journal of dairy science*, 100(2), 919–932. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11660>
- [10] Bar-On, Y. M., Phillips, R., & Milo, R. (2018). The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(25), 6506–6511. <https://doi.org/10.1073/pnas.1711842115>
- [11] Islam, W., Noman, A., Naveed, H., Huang, Z., & Chen, H. Y. H. (2020). Role of environmental factors in shaping the soil microbiome. *Environmental science and pollution research international*, 27(33), 41225–41247. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10471-2>
- [12] Ryser, E.T. (2016). *Pasteurization of Liquid Milk Products: Principles, Public Health Aspects*, Reference Module in Food Science. Elsevier.
- [13] Huang, F. L., Zhang, Y., Zhang, L. P., Wang, S., Feng, Y., & Rong, N. H. (2019). Complete genome sequence of *Bacillus megaterium* JX285 isolated from *Camellia oleifera* rhizosphere. *Computational biology and chemistry*, 79, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.compbiolchem.2018.12.024>
- [14] Gupta, R. S., Patel, S., Saini, N., & Chen, S. (2020). Robust demarcation of 17 distinct *Bacillus* species clades, proposed as novel Bacillaceae genera, by phylogenomics and comparative genomic analyses: description of *Robertmurraya kyonggiensis* sp. nov. and proposal for an emended genus *Bacillus* limiting it only to the members of the *Subtilis* and *Cereus* clades of species. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 70(11), 5753–5798. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.004475>
- [15] Sura, N. K., & Hiremath, L. (2019). Isolation of *Bacillus megaterium* and its Commercial Importance. *International Journal of ChemTech Research*, 12(4), 30-36. <http://dx.doi.org/10.20902/IJCTR.2019.120405>



Pemanfaatan Limbah Isi Rumen Domba sebagai Mikro Organisme Lokal (MOL) untuk Memenuhi Kebutuhan Bahan Praktikum di Laboratorium Teknologi Pakan

Utilization of Sheep Rumen Waste as Local Micro Organisms (LMO) to Meet the Need for Learning Materials in the Feed Technology Laboratory

Wahyu Kartika Nursuci^{1*}, Bagus Djuni Ahadi

Jurusan Peternakan, Politeknik Negeri Jember
wahyu.kn@polije.ac.id

ABSTRAK

Industri peternakan menghasilkan limbah hasil kegiatan produksi setiap harinya. Salah satu dari limbah tersebut yaitu isi rumen domba. Limbah yang tidak dikelola dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan di sekitar industri peternakan tersebut. Rumen domba banyak mengandung mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan, salah satunya sebagai sumber bakteri pembuatan Mikro Organisme Lokal (MOL). MOL digunakan sebagai bahan praktikum yang dilaksanakan pada beberapa mata kuliah di Jurusan Peternakan, Politeknik Negeri Jember. Tujuan penelitian ini untuk dapat menunjang kegiatan praktikum serta dapat menjadi produk yang dapat diproduksi dalam skala terbatas oleh Laboratorium Teknologi Pakan. Penelitian ini dilaksanakan menggunakan proses fermentasi anaerob pada suhu ruang sampai 21 hari. Sampel MOL rumen domba diambil setiap hari ke- 7, 14 dan 21 untuk diamati sifat fisik serta total bakteri, total bakteri asam laktat (BAL) dan total bakteri selulolitik (TBS). Metode yang digunakan adalah pengujian deskriptif untuk sifat fisik dan metode perhitungan cawan untuk menghitung total bakteri, total BAL, dan TBS. Hasil penelitian menunjukkan perubahan warna menjadi coklat tua, bau yang dihasilkan menjadi bau aroma tape dan terjadi penurunan pH. Pada perhitungan total bakteri terlihat adanya kenaikan total bakteri pada fermentasi hari ke-14 dan penurunan pada hari ke-21, total bakteri asam laktat hari ke-7 dan 14 hari mengalami sedikit kenaikan dan terjadi penurunan pada hari ke- 21, total bakteri selulolitik terjadi kenaikan pada hari ke 14 dan mengalami penurunan pada hari ke-21. Penelitian ini menyimpulkan MOL rumen domba dengan fermentasi 14 hari merupakan lama fermentasi yang paling ideal untuk memenuhi kebutuhan bahan praktikum di Laboratorium Teknologi Pakan.

Kata kunci — Fermentasi, Mikro Organisme Lokal, MOL, Rumen Domba

ABSTRACT

The livestock industry produces waste from production activities every day. One of these wastes is the contents of the sheep's rumen. Waste that was not managed can cause a decrease in the quality of the environment around the livestock industry. Sheep rumen contains many microorganisms that can be utilized, one of which is as a source of bacteria for the production of Local Micro Organisms (LMO). LMO was used as learning material which is carried out in several courses at the Department of Animal Science, Politeknik Negeri Jember. The purpose of this research was to be able to support learning activities and to become a product that can be produced on a limited scale by the Feed Technology Laboratory. This research was carried out using an anaerobic fermentation process at room temperature for up to 21 days. Sheep rumen LMO samples were taken every 7th, 14th and 21st day to observe physical properties also total bacteria, total lactic acid bacteria and total cellulolytic bacteria. The method used is descriptive for physical properties and cup counting method to calculate total bacteria, total lactic acid bacteria and total cellulolytic bacteria. The results showed that the color changed to dark brown, the odor produced became the aroma of fermentation and a decrease in pH. In the calculation of the total bacteria, it can be seen that there was an increase in the total bacteria on the 14th day of fermentation and decreased on the 21st day, the total lactic acid bacteria on the 7th and 14th days experienced a slight increase and decreased on the 21st day, the total cellulolytic bacteria occurred increased on day 14 and decreased on day 21. This study concluded that LMO of sheep rumen with 14 days of fermentation is the most ideal fermentation time to meet the needs for learning materials in the Feed Technology Laboratory.

Keywords — Fermentation, LMO, Local Micro Organisms, Sheep Rumen

1. Pendahuluan

Industri peternakan menghasilkan limbah hasil kegiatan produksi setiap harinya. Salah satu dari limbah tersebut yaitu isi rumen domba. Limbah yang tidak dikelola dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan di sekitar industri peternakan tersebut. Limbah isi rumen mengandung mikroorganisme yang baik untuk pembuatan mikroorganisme lokal (MOL), dikarenakan rumen merupakan lingkungan yang cocok untuk sejumlah pertumbuhan mikroorganisme [1]. Cairan MOL sering digunakan sebagai media dalam pembuatan kompos oleh masyarakat sampai saat ini. Hal ini dikarenakan cairan MOL mengandung mikroorganisme yang menguntungkan. Cairan dalam MOL mengandung bakteri yang dapat membantu proses penghancuran bahan organik untuk membuat kompos [2]. Kandungan unsur hara kompos dengan pemanfaatan MOL yang berbeda menunjukkan hasil yang sama dengan kompos yang menggunakan EM4, sehingga pemanfaatan MOL dapat diaplikasikan sebagai pengganti aktivator yang dijual di pasaran [3].

Mikro Organisme Lokal (MOL) terdiri dari bahan-bahan yang memiliki mikroorganisme pengurai dimana bahan tersebut dapat ditemui di sekitar kita. Mikroorganisme lokal (MOL) merupakan bioaktivator yang terdiri dari kumpulan berbagai macam mikroorganisme pengurai [1]. Isi rumen dapat menjadi sumber mikroba untuk pembuatan MOL karena isi rumen memiliki berbagai macam mikroorganisme pengurai yang dapat dimanfaatkan sebagai bioaktivator. Isi rumen domba yang mengandung banyak mikroba pengurai dapat dimanfaatkan sebagai sumber mikroba alami untuk menjadi bahan bioaktivator.

MOL sendiri digunakan sebagai bahan praktikum yang dilaksanakan pada beberapa mata kuliah di Jurusan Peternakan, Politeknik Negeri Jember. Pembuatan MOL isi rumen domba ini diharapkan dapat menunjang kegiatan praktikum dan menjadi produk yang dapat diproduksi dalam skala terbatas oleh Laboratorium Teknologi Pakan, Jurusan Peternakan, Politeknik Negeri Jember.

2. Metodologi

2.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pakan, Jurusan

Peternakan, Politeknik Negeri Jember pada bulan April hingga Oktober 2022.

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi : Laminar Air Flow (LAF), tabung reaksi, cawan petri, timbangan analitik, bunsen, autoklaf, hotplate, magnetic stirer, erlenmeyer, micropipette, blue tip, inkubator, vortex, colony counter, bunsen, kompor gas, ember kapasitas 15 liter, timbangan, panci kapasitas 10 liter, kain saring, plastik lembaran transparan, jerigen plastik kapasitas 5 liter, ayakan tepung, pisau, dan corong plastik.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain bekatul, molases/tetes, terasi, isi rumen domba, NaCl, aquadest, alkohol, media Nutrient Agar, media MRS (Man deRogosa Sharpe), agar, Carboxymethyl Cellulose (CMC), ekstrak yeast, glukosa, KNO_3 , K_2HPO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, CaCl_2 dan FeSO_4 .

2.3. Pembuatan MOL

Sebanyak 250 g terasi diiris tipis. Sebanyak 1 kg bekatul di ayak lalu ambil bagian yang halus. Kemudian encerkan molases/tetes 2kg menjadi 4 kg. Rebus molases encer di dalam panci. Masukkan terasi dan bekatul. Rebus selama 1 jam dan selalu di aduk. Setelah 1 jam masukkan dalam ember dan ditutup didinginkan selama 24 jam. Setelah dingin, masukkan 500 mL isi rumen domba. Tutup ember dengan plastik transparan, diamkan selama 7, 14 dan 21 hari (± 2 hari timbul jamur di atas permukaan). Setelah itu di saring dengan kain saring. Hasil penyaringan (starter/ biang bakteri MOL) dimasukkan dalam jerigen.

2.4. Perhitungan Total Bakteri

Sebanyak 1 mL sampel diencerkan pada NaCl 0,85% sebanyak 9 mL kemudian dihomogenkan dengan menggunakan vortex sehingga didapat pengenceran 10^{-1} . Cara kerja sebelumnya dilakukan kembali sampai pengenceran 10^{-10} . Kemudian dari masing-masing pengenceran ditumbuhkan pada medium *Nutrient Agar* (NA) dengan metode *pour plate* secara aseptis. Lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 2×24 jam, kemudian dilakukan penghitungan jumlah bakteri dalam satuan sel/ml [2].



2.5. Perhitungan Total Bakteri Asam Laktat (BAL)

Perhitungan total BAL dilakukan dengan menghitung total bakteri yang tumbuh pada medium de Man de Rogosa Sharpe (MRS) [4]. Pencawanan dilakukan dengan memipet sebanyak 1 mL hasil pengenceran ke dalam cawan petri, dari pengenceran 10^{-1} hingga 10^{-10} . Selanjutnya MRS agar yang telah disterilisasi sebelumnya, didinginkan sampai suhu $47-50^{\circ}\text{C}$, kemudian dituangkan ke dalam cawan petri sebanyak 10 mL dan dihomogenkan dengan cara digerakkan mengikuti angka delapan kemudian didiamkan hingga memadat. Selanjutnya inkubasikan cawan petri tersebut dalam kondisi terbalik pada suhu 37°C selama 48 jam. Tahap terakhir yaitu melakukan perhitungan jumlah BAL [5].

2.6. Perhitungan Total Bakteri Selulolitik

Perhitungan total bakteri selulolitik dilakukan dengan menggunakan media CMC yang kemudian dihitung dengan menggunakan metode Total Plate Count/ TPC.

Pembuatan media CMC yaitu dengan melarutkan 1,8 g agar; 1 g CMC; 0,2 g ekstrak yeast; 0,1 g glukosa; 0,075 g KNO_3 ; 0,05 g K_2HPO_4 ; 0,02 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0,004 g CaCl_2 ; dan 0,002 g FeSO_4 ke dalam 100 mL aquadest [6], selanjutnya dipanaskan sehingga media larut. Media tersebut kemudian disterilisasi dengan autoklaf selama 15 menit dengan tekanan 1 atm dan suhu 121°C .

3. Pembahasan

3.1. Sifat Fisik Mikro Organisme Lokal (MOL)

Mikro Organisme Lokal (MOL) yang telah difermentasi diamati kualitas fisiknya yaitu warna dan bau. Pengamatan dilakukan pada hari ke- 7, 14, dan 21. Hasil pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengamatan kualitas fisik MOL

Sifat Fisik	Lama Fermentasi			
	0 hari	7 hari	14 hari	21 hari
Warna	Coklat kekuningan	Coklat tua	Coklat tua	Coklat tua
Bau	Berbau khas tetes dan nanas	Berbau khas tape	Berbau khas tape	Berbau khas tape
pH	*	4,4	4,4	4,1

* Tidak dilakukan pengujian

MOL yang selesai di inkubasi selama 7 sampai 21 hari memiliki warna coklat tua, beraroma tape, dan memiliki benang-benang putih di permukaan MOL. Hal ini menunjukkan bahwa pembuatan MOL telah berhasil yang ditandai dengan perubahan warna, bau seperti tape dan tidak berbau busuk [7]. Perubahan warna MOL semula berwarna coklat kekuningan menjadi coklat tua. Hal ini disebabkan karena adanya dekomposisi bahan-bahan organik akibat dari proses fermentasi yang terjadi [8]. MOL yang sudah matang memiliki aroma tape yang terjadi karena adanya aktivitas mikroba mengubah karbohidrat menjadi alkohol atau asam dalam kondisi anaerob yang menyebabkan penurunan nilai pH. Proses ini disebut juga dengan proses fermentasi. Proses fermentasi ini yang menekan mikroba tidak baik dan menyuburkan mikroba yang baik atau disebut dengan probiotik. Tabel 3.1 menunjukkan penurunan nilai pH pada hari ke-21. Waktu fermentasi yang semakin lama, mengakibatkan tingkat dekomposisi bahan organik akan semakin berlanjut yang mengakibatkan peningkatan konsentrasi ion-ion H^+ sehingga pH menjadi lebih rendah [9]. Jamur terbentuk di atas permukaan MOL dimana juga merupakan salah satu indikator keberhasilan pembuatan MOL.

3.2. Total Bakteri, Total Bakteri Asam Laktat (BAL), Total Bakteri Selulolitik (TBS)

Data hasil perhitungan total bakteri, total BAL dan TBS pada fermentasi MOL selama 7 hari, 14 hari dan 21 hari disajikan pada Tabel 2.



Tabel 2. Total Bakteri, Total BAL dan TBS MOL

Parameter	Lama Fermentasi		
	7 hari	14 hari	21 hari
Total Bakteri	$7,3 \times 10^8$	$2,7 \times 10^9$	$6,4 \times 10^7$
Total Bakteri Asam Laktat	$7,2 \times 10^8$	$8,1 \times 10^8$	$8,3 \times 10^6$
Total Bakteri Selulolitik	2×10^2	2×10^4	$3,5 \times 10^2$

Penghitungan total bakteri bertujuan untuk mengetahui berapa jumlah koloni yang dapat hidup dengan penambahan nutrisi atau diberikan perlakuan tertentu. Pada total bakteri terlihat adanya kenaikan total bakteri pada fermentasi hari ke-14 dan penurunan pada hari ke-21. Pada perhitungan total bakteri asam laktat terjadi penurunan total bakteri asam laktat pada hari ke-21 sedangkan pada hari ke- 7 dan 14 hari mengalami sedikit kenaikan. Pada perhitungan total bakteri selulolitik terjadi kenaikan pada hari ke 14 dan mengalami penurunan pada hari ke-21.

Kenaikan dan penurunan total bakteri, total bakteri asam laktat dan total bakteri selulolitik berhubungan dengan ketersediaan nutrisi untuk mikroba dimana mikroba akan berkompetisi dalam mengambil nutrisi yang tersedia. Hal ini akan mempengaruhi jumlah bakteri yang bisa tumbuh dengan optimal. Total bakteri, total BAL dan TBS pada MOL cenderung menurun pada hari ke-21. Proses fermentasi yang lama menyebabkan cadangan makanan akan berkurang karena dimanfaatkan oleh mikroba di dalamnya [10]. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba antara lain ketersediaan nutrisi, aktivitas air, oksigen dan senyawa penghambat bakteri [4].

Bakteri asam laktat menghasilkan asam laktat dalam proses metabolismenya sehingga akan menekan laju pertumbuhan bakteri patogen. Asam laktat membuat pH menurun sehingga terjadi penekanan bakteri patogen. Oleh karena itu asam laktat tersebut termasuk dalam senyawa penghambat bakteri. Hasil pengukuran nilai pH juga dapat dilihat pada Tabel 2 dimana pH stabil pada hari ke- 7 dan hari ke- 14 kemudian mengalami penurunan di hari ke- 21.

Bakteri probiotik bekerja secara anaerob menghasilkan asam laktat dari hasil metabolisme BAL yang mengakibatkan turunnya pH saluran pencernaan yang menghalangi perkembangan dan pertumbuhan bakteri-bakteri patogen. Probiotik merupakan suatu istilah yang merujuk kepada mikroorganisme yang memberikan manfaat terhadap manusia dan hewan [11]. Mikroorganisme tersebut berperan pada keseimbangan mikroba usus dan juga berperan penting dalam mempertahankan kesehatan [12]. Sampai saat ini diketahui bahwa produk probiotik memiliki syarat konsentrasi minimum sebesar 10^6 CFU/mL atau gram [13]. Hal ini menunjukkan bahwa total bakteri asam laktat yang tumbuh setelah difermentasi selama 7 hari dan 14 hari telah memenuhi persyaratan jumlah bakteri probiotik pada produk probiotik.

Bakteri selulolitik adalah bakteri yang memiliki kemampuan menghidrolisis selulosa dengan cara mensintesis enzim kompleks selulase [6]. Berdasar Tabel 2, total bakteri selulolitik berada pada jumlah tertinggi pada lama fermentasi 14 hari. Selanjutnya mengalami penurunan pada lama fermentasi 21 hari. Hal ini disebabkan berkurangnya cadangan makanan yang tersedia. Bakteri selulolitik (yang berfungsi meningkatkan pencernaan serat produk) mampu hidup bersama dengan bakteri asam laktat (BAL) yang menghasilkan asam laktat yang mempunyai sifat preservative dimana dalam perkembangannya bakteri asam laktat tersebut mendapatkan gula terlarut dari hasil perombakan selulosa oleh bakteri selulolitik [14].

4. Kesimpulan

MOL rumen domba dengan fermentasi 14 hari merupakan lama fermentasi yang paling ideal untuk memenuhi kebutuhan bahan praktikum di Laboratorium Teknologi Pakan.

5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Direktur Politeknik Negeri Jember, Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M), Ketua Jurusan Peternakan, Kepala Laboratorium dan teknisi Laboratorium Teknologi Pakan, serta semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.



6. Daftar Pustaka

- [1] M. I. Hudha, "Pemanfaatan Limbah Isi Rumen Sapi sebagai Mikroorganisme Lokal," *Atmosphere (Basel)*, vol. 1, no. 1, pp. 30–36, Oct. 2020, doi: 10.36040/atmosphere.v1i1.2958.
- [2] M. Astriani and E. Mukharomah, "Penggunaan Strategi Inkuiri dalam Pembelajaran Isolasi Bakteri Asal MOL dan Penerapannya sebagai Pupuk Hayati," *Florea : Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, vol. 4, no. 1, p. 17, Apr. 2017, doi: 10.25273/florea.v4i1.1058.
- [3] L. Parlinah and O. Hidayat, "Mikroorganisme Lokal dalam Pengomposan pada Mutu Lobak Var. Greenbow yang Dipanen Berbeda," *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, vol. 4, no. 1, p. 40, Oct. 2017, doi: 10.35138/paspalum.v4i1.22.
- [4] S. Fardiaz, *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1992.
- [5] A. H. Septiani, Kusrahayu, and A. M. Legowo, "Pengaruh Penambahan Susu Skim pada Proses Pembuatan Frozen Yogurt yang Berbahan Dasar Whey terhadap Total Asam, pH dan Jumlah Bakteri Asam Laktat," *Animal Agriculture Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 225–231, 2013.
- [6] H. Murtiyaningsih and M. Hazmi, "Isolasi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase pada Bakteri Selulolitik Asal Tanah Sampah," *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, vol. 15, no. 2, pp. 293–308, 2017.
- [7] I. D. A. Y. Aprianthina, "Mikro Organisme Lokal (MOL) Nasi Basi," *Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Bali*, Jul. 26, 2022. <https://distanpangan.baliprov.go.id/mikro-organisme-lokal-mol-nasi-basi/> (accessed Sep. 09, 2022).
- [8] R. Sutanto, *Pertanian Organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 2002.
- [9] A. A. Suhastyo, I. Anas, D. A. Santosa, and Y. Lestari, "Studi mikrobiologi dan sifat kimia Mikroorganisme Lokal (MOL) yang digunakan pada budidaya padi metode SRI (System of Rice Intensification)," *Sainteks*, vol. 10, no. 2, pp. 29–39, 2013.
- [10] F. J. Panjaitan, O. K. Lele, R. A. Taopan, and Y. Kurniawan, "Aplikasi Beberapa Jenis dan Dosis Mikroorganisme Lokal Limbah Tomat dan Sayuran dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai (*Capsicum Annum L.*)," *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, vol. 5, no. 1, pp. 72–81, 2020.
- [11] C. Hill *et al.*, "Expert consensus document: The international scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic," *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, vol. 11, no. 8, pp. 506–514, 2014, doi: 10.1038/nrgastro.2014.66.
- [12] C. R. Soccol *et al.*, "The Potential of Probiotics: A Review," *Biotechnol*, vol. 48, no. 4, pp. 413–434, 2010.
- [13] I. G. H. Ganesha and I. M. S. Wibawa, "Probiotik," Universitas Udayana, Denpasar, 2016.
- [14] S. Wulandari *et al.*, "Nilai Cerna dan Biodegradasi Theobromin Pod Kakao dengan Perlakuan Fermentasi Menggunakan Inokulum Multi Mikrobia," *AGRITECH*, vol. 34, no. 2, 2014, doi: <https://doi.org/10.22146/agritech.9506>.



Optimalisasi Alat (Penambahan Elemen Plat Pemanas dan vacuum Sealer pada Hand sealer Manual Hasil Modifikasi) Guna Meningkatkan Kinerja Alat dan Kualitas Kemasan Produk yang Dihasilkan

Optimization of Tools (Addition of Heating Plate Elements and vacuum Sealer to Modified Manual Hand Sealer) to Improve Tool Performance and Product Packaging Quality

Mulyadi Nyoto ^{1*}, Ety Widiastuti¹, Suharianto ²

¹ Jurusan Manajemen Agribisnis, Politeknik Negeri Jember

² Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri Jember

* mulyadi_nyoto@polije.ac.id

ABSTRAK

Penemuan teknologi tepat guna dewasa ini telah banyak memberikan pengaruh besar dalam segala aspek kehidupan manusia, salah satunya mampu untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui pemenuhan kebutuhannya, pemecahan masalahnya dan penambahan hasil produksi yang makin meningkat dari biasanya. Teknologi ini relatif murah, dan mudah dipahami mekanismenya, pemeliharaannya serta mudah diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian ini merupakan hasil penelitian sebelumnya yaitu modifikasi pada alat *hand sealer* manual yaitu penambahan *Thermostat* digital dihasilkan performa alat semakin meningkat dari alat sebelum dimodifikasi. Dari hasil tersebut maka kami melakukan tindak lanjut berupa optimalisasi alat ini dengan penambahan *double* pemanas dan *vacuum* dengan tujuan supaya didapat performa alat *hand sealer* ini lebih meningkat dari sebelumnya dan penggunaannya tidak hanya sebatas merekatkan kemasan tetapi juga bisa digunakan untuk produk makanan dan minuman bebas dari pengaruh oksigen (kedap udara) sehingga dapat memperpanjang kesegaran dan masa kadaluarsa dari makanan dan minuman yang dikemas yang pada akhirnya dapat membantu pengusaha terutama industri mikro, kecil dan menengah dalam menghasilkan kemasan produk yang berkualitas. Selain itu juga bisa dimanfaatkan dalam kegiatan praktikum mahasiswa tentang Desain dan Pengemasan Produk di Laboratorium Manajemen Agroindustri, Politeknik Negeri Jember yang selama ini menggunakan salah satu alat berupa *hand sealer* manual ini.

Kata kunci — *Hand Sealer, Element Pemanas, vacuum Sealer, Plastic Product Packaging*

ABSTRACT

The discovery of appropriate technology today has had a major impact on all aspects of human life, one of which is being able to improve people's welfare by addressing their needs, solving problems, and boosting production output. This technology is relatively affordable, and the mechanism is easy to understand and maintain and as well as the daily application. This research is conducted based on the prior study, by adding a digital thermostat, which improves tool performance in comparison to the tool's pre-modification performance. From these results, we conducted further research by optimizing this tool by adding a double heaters and vacuum to get the performance of this hand sealer tool to be more improved than before and and its use is now not only limited to gluing packages but can also be used for food and beverage products that are free from the influence of oxygen (airtight), extending the freshness and expiration date of packaged foods and beverages, which in turn can help entrepreneurs, especially micro, small and medium scale industries in producing quality product packaging. Furthermore, it can also be used in student practicum activities on Product Design and Packaging under the supervision of Agroindustry Management Laboratory, State Polytechnic of Jember, thus so far has used manual hand sealer.

Keywords — *Hand Sealer, Heater Element, vacuum Sealer, Plastic Product Packaging*

1. Pendahuluan

Penemuan teknologi tepat guna dewasa ini telah banyak memberikan pengaruh besar dalam segala aspek kehidupan manusia, salah satunya mampu untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui pemenuhan kebutuhannya, pemecahan masalahnya dan penambahan hasil produksi yang makin meningkat dari biasanya. Teknologi ini relatif murah, dan mudah dipahami mekanismenya, pemeliharaannya serta mudah diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Penemuan dan pengembangan tersebut tidak lepas dari ide-ide yang menginginkan tercapainya kesempurnaan serta kepuasan manusia dalam menikmati hasil dari teknologi ini.

Mesin *sealer* manual merupakan salah satu mesin teknologi tepat guna yang berfungsi untuk menutup permukaan plastik kemasan produk sehingga memberikan kesan rapi, indah, higienis dan tidak tumpah (memudahkan membawa minuman atau makanan bagi pembeli), mesin *sealer* ini menggunakan prinsip kerja pemanasan (*heating*) dan cutting (pemotongan otomatis). Pada umumnya di pasaran beredar tipe mesin *sealer* manual, semi auto dan otomatis, yang membedakannya secara keseluruhan adalah cara pengoperasian mesin. Saat ini, banyak yang menyediakan 1 jenis mesin *sealer* yaitu jenis manual, dengan modal kecil sehingga dengan modal yang dapat ditekan seminimal mungkin diharapkan mampu mengurangi modal yang dikeluarkan dan menghasilkan profit yang lumayan. Salah satu modal yang dianggap penting adalah tersedianya mesin *sealer* ini, apabila harga mesinnya saja sudah mahal maka tentunya *Return of Investment*-nya (ROI) juga akan semakin lama (Halifah, 2018)

Di dalam dunia industri bisnis yang sangat kompetitif menuntut para perusahaan untuk adaptif dan inovatif agar dapat bertahan. Hal tersebut mendorong munculnya kebutuhan terhadap strategi pemasaran yang baik, salah satunya dalam aspek pengemasan produk karena dengan melakukan pengemasan yang baik diharapkan mampu menarik selera konsumen, sehingga dapat dijadikan sebagai alat promosi yang juga diharapkan dapat mendongkrak volume penjualan, sehingga dapat memberikan

dampak yang baik bagi kelangsungan hidup perusahaan.

Fungsi paling mendasar dari kemasan adalah sebagai tempat dan melindungi produk dari kerusakan, sehingga lebih mudah disimpan dan diangkut (Syarief et al., 1989). Kemasan fleksibel adalah suatu bentuk kemasan yang bersifat fleksibel yang dibentuk dari *aluminium foil*, film plastik, selopan, film plastik (*metalized film*), kertas dan bahan perekat yang dapat berbentuk lembaran, kantong, sachet maupun bentuk lainnya (Direktorat Jenderal Industri Kecil Menengah, 2007).

Mengacu pada hasil penelitian sebelumnya tentang “Penambahan Alat Indikator Suhu pada *Hand sealer* Manual Guna Optimalisasi Kemasan Produk di Laboratorium Manajemen Agroindustri Politeknik Negeri Jember” didapatkan hasil sebagai berikut:

- Berdasarkan data uji hasil pengukuran kinerja suhu untuk press kemasan plastik pada kedua alat *hand sealer* yaitu model standar dan model modifikasi terdapat perbedaan yang cukup signifikan terutama kinerja suhu kedua alat tersebut. Dimana alat *hand sealer* modifikasi hasilnya lebih baik dibandingkan dengan *hand sealer* yang standar karena dengan perlakuan suhu yang sama ternyata dengan alat *hand sealer* modifikasi kemasan lebih rapi dan merekat lebih baik dibandingkan alat *hand sealer* yang standar.
- Pengujian kinerja waktu *press* (pemanas) pada *hand sealer* pada kedua alat *hand sealer* (Standar dan Modifikasi) dilakukan dengan menentukan waktu *press* pemanas pada aneka plastik kemasan dengan menggunakan sampel kemasan plastik dengan ketebalan dan suhu yang sama. Hasil pengujian yang dilakukan terhadap kedua alat ini juga menunjukkan hasil perbedaan kualitas panas yang cukup signifikan dimana Alat *hand sealer* modifikasi lebih unggul secara kualitas dari segi pemanasnya dibandingkan dengan alat *hand sealer* standar, bahwa daya *press* (pemanas) Alat *Hand sealer* Modifikasi lebih optimal panasnya dibandingkan dengan Alat *Hand sealer* Standart.



- Data pengujian jumlah kuantitas (banyaknya) kemasan yang dihasilkan per satuan waktu (menit) juga menunjukkan perbedaan hasil hampir + 50%, dimana dari data tersebut rata-rata alat *hand sealer* modifikasi lebih banyak menghasilkan jumlah kemasan hampir 2 (dua) kali lipat dibandingkan dengan alat *hand sealer* standart pada satuan waktu maupun jenis ketebalan plastik kemasan yang sama.
- Berdasarkan pengamatan data untuk pengujian uji daya rekat (kebocoran) terhadap kemasan plastik juga terdapat perbedaan dimana pengepressan menggunakan alat *hand sealer* modifikasi lebih rekat dan tidak ada rembesan atau bocor untuk pengemasan 2 sampel yaitu air putih dan minyak goreng, sedangkan pada alat *hand sealer* standar masih ditemukan adanya beberapa sampel yang masih terdapat rembesan air putih atau minyak goreng (Nyoto et al., 2022).

Berdasarkan hasil penelitian di atas dengan adanya modifikasi pada alat *hand sealer* manual yaitu penambahan Thermostat digital dihasilkan performa alat semakin meningkat dari alat sebelum dimodifikasi. Atas hasil tersebut maka kami ingin melanjutkan optimalisasi alat ini dengan penambahan double pemanas dan vacuum dengan tujuan supaya didapat performa alat *hand sealer* ini lebih meningkat dari sebelumnya dan penggunaannya tidak hanya sebatas merekatkan kemasan tetapi juga bisa digunakan untuk produk makanan dan minuman bebas dari pengaruh oksigen (kedap udara) sehingga dapat memperpanjang kesegaran dan masa kadaluwarsa dari makanan dan minuman yang dikemas yang pada akhirnya dapat membantu pengusaha terutama industri mikro, kecil dan menengah dalam menghasilkan kemasan produk yang berkualitas. Selain itu juga bisa dimanfaatkan dalam kegiatan praktikum mahasiswa tentang Desain dan Pengemasan Produk di Laboratorium Manajemen Agroindustri, Politeknik Negeri Jember yang selama ini menggunakan salah satu alat berupa *hand sealer* manual ini.

Dari permasalahan tersebut di atas maka dilakukan penelitian sebagai upaya optimalisasi alat *hand sealer* manual yang sudah dimodifikasi

dengan tujuan agar didapat performa alat *hand sealer* ini lebih meningkat dari sebelumnya terutama dalam peningkatan kualitas dan kuantitas hasil kemasan produk yang dihasilkan sehingga dapat dimanfaatkan oleh user dalam hal ini pengusaha maupun calon wirausahawan serta juga dapat dimanfaatkan dalam kegiatan praktikum mahasiswa di Laboratorium Manajemen Agroindustri Politeknik Negeri Jember, maka dalam hal ini kami mengambil judul “Optimalisasi Alat (Penambahan Elemen Plat Pemanas dan *vacuum Sealer* Pada *Hand sealer* Manual Hasil Modifikasi) Guna meningkatkan Kinerja Alat dan Kualitas Kemasan Produk yang Dihasilkan”

2. Metodologi

2.1. Metode Countinuos Riset and Development (Pengembangan Berkelanjutan)

Metode penelitian dan pengembangan berkelanjutan atau dalam bahasa inggrisnya *countinuous reasersch and development* adalah metode penelitian lanjutan yang digunakan untuk menghasilkan alat atau produk yang lebih berkualitas dari alat/produk sebelumnya sehingga menghasilkan alat/produk baru yang lebih baik dan berkualitas secara fungsi dan manfaatnya untuk masyarakat luas (Sugiyono, 2010).

Adapun Metode *Countinuous Research and Development* (R&D) yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan perancangan alat *hand sealer* hasil modifikasi pertama dan dilanjutkan dengan rancangan modifikasi kedua yaitu dengan menambahkan elemen pemanas (*heat seal band*) dan menambahkan alat *vacuum sealer*, lalu melakukan uji program yang akan diterapkan pada alat *hand sealer* ini serta melakukan pengujian ulang pada alat ini untuk memastikan kesiapan dan keberhasilan modifikasi yang telah dilakukan. Dalam perancangan alat ini terdiri dari perancangan perangkat keras (*hardware* 1) dan perancangan perangkat keras (*hardware* 2).

2.2. Metode Observasi (Pengamatan, Pengujian Sekaligus Membandingkan)

Dalam penelitian ini, tim peneliti melakukan observasi terkait pengemasan

makanan ringan yang hampir sebagian besar menggunakan kemasan plastik. Dalam skala industri rumahan, pengemasan makanan dengan plastik banyak menggunakan alat press manual yaitu *handsealer* dan alat *vacuum sealer* untuk fungsi pengemasan yang berbeda serta untuk memperoleh jumlah pengemasan yang banyak, *handsealer* yang digunakan biasanya lebih dari satu dan membutuhkan banyak tenaga. Kemudian apabila mau mengemas bahan makanan seperti daging, sayuran, ikan biasanya menggunakan alat lain yaitu *vacuum sealer* dengan tujuan agar bahan makanan tersebut tetap segar dan bertahan lama. Tim peneliti juga mengamati banyaknya tenaga dan alat yang dibutuhkan untuk pengemasan makanan ringan agar mencapai target produksi.

Dengan menggunakan metode komparasi ini peneliti bermaksud untuk menarik sebuah konklusi dengan cara membandingkan output (hasil) unjuk kerja alat *hand sealer* manual sebelum dan sesudah adanya dimodifikasi lanjutan. Sehingga dengan adanya perbandingan sebelum dan sesudah modifikasi akan diketahui sejauh mana efektifitas alat hasil modifikasi tersebut. Dengan indikator antara lain, seperti : Kecepatan Waktu; Kerapian Kemasan; Kebocoran Kemasan (daya rekat); Fungsi kualitas *vacuum* atau penyedot udara; dan efisiensi biaya.

3. Pembahasan

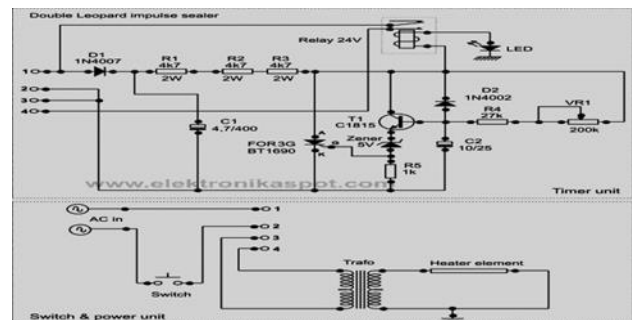
3.1. Analisis Menggunakan Metode Countinuos Riset and Development (Pengembangan Berkelanjutan)

Hand sealer (Impulse Sealer) ini adalah alat untuk merekatkan kemasan berbahan plastik dengan menggunakan sistem pemanas elektrik. Alat ini biasa digunakan untuk membungkus barang-barang dagangan seperti makanan kering, permen, manisan, obat dan lain sebagainya. Pengoperasian dari *Impulse Sealer* sendiri sangatlah mudah, dan tidak membutuhkan keahlian khusus. Sifat yang *mobile*, *flexibel*, dan ringan membuat *Impulse Sealer* sangat mudah untuk dipindah-pindah dan praktis tentunya. Alat ini berfungsi untuk mempermudah dan membantu proses pengemasan makanan yang menggunakan bahan plastik.

3.1.1. Sistem Kerja Alat Hand sealer (Impulse Sealer) Double Leopard SP-300H

Impulse sealer adalah ‘*sealer*’ untuk plastik yang bekerja dengan pewaktuan tersetting. Prinsip kerjanya adalah mengatur waktu kerja relay menyambungkan tegangan AC ke trafo, sedangkan pada sekunder trafo dibebankan ‘*heating-element*’ (nikelin pipih) untuk memanaskan plastik yang akan di ‘*seal*’. Skematik cara kerja *Impulse Sealer* dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini:

Gambar 1. Skematik cara kerja *Impulse Sealer*



Sumber: www.elektronikaspot.com

Ketika gagang press ditekan, switch akan ON, menyambungkan aliran listrik AC 220V ke satu kontak relay. Sementara itu sebagian aliran listrik disearahkan oleh D1 dan diratakan oleh C1 hingga menjadi tegangan DC. Melalui rentetan seri R1, R2, R3 tegangan DC ini diturunkan untuk menyuplai rangkaian timer kecil yang dibangun oleh T1, VR1, R4, R5, C2 dan zener 5V. Tegangan suplai di jalur suplai ada setinggi kira-kira 24V. Sebuah SCR dipasang di jalur suplai timer sedang gate-nya terhubung ke sirkit emitor T1. Coil relay terpasang seri dengan LED dan terhubung juga ke jalur suplai, karenanya relay ini langsung terenergi dan kontaknya menyambungkan aliran listrik ke trafo. Elemen pemanas pun langsung bekerja pula. Bersamaan dengan itu C2 mulai mengisi muatan, pewaktuan pun dimulai yang lamanya ditentukan oleh besarnya kapasitas C2 dan besarnya resistansi gabungan R4-VR1. Dengan VR1 yang variabel, pewaktuan jadi bisa diubah-ubah. Ketika C2 makin terisi dan tegangan padanya telah mencapai sekitar 6V, T1 jadi aktif dan emitornya menyulut SCR agar aktif juga sehingga mengubung-singkat jalur suplai. Dengan demikian coil relay kehilangan tegangan

suplai maka ia pun jadi OFF, kontak relay lalu memutuskan aliran listrik ke trafo.

3.1.2. Modifikasi Lanjutan Alat Hand sealer (Impulse Sealer) Double Leopard SP300-H

Berdasarkan Analisis gambaran umum mengenai Alat *hand sealer* (*impulse sealer*) manual baik dari spesifikasi produk, skema sistem kerja, bagian-bagian atau komponen alat, identifikasi kerusakan alat, identifikasi perbaikan, serta merawat dan pengecekan alat *hand sealer* manual maka dapat disimpulkan bahwa alat ini dapat di modifikasi dengan menambahkan alat indikator suhu digital (Thermostart Digital) sebagai Modifikasi pertama ditambahkan dengan alat *vacuum sealer* dan tambahan element pemanas sebagai modifikasi lanjutan.

Tujuan Modifikasi dengan penambahan alat indikator suhu digital, penambahan alat *vacuum sealer* dan tambahan element pemanas adalah untuk meningkatkan kinerja (performa) dan optimalisasi alat *Hand sealer* Manual dalam hal kemasan produk sehingga bisa menghasilkan output berbagai tipe kemasan plastik produk yang berkualitas baik produk kering maupun basah.

Modifikasi alat *hand sealer* ini untuk menghasilkan kemasan plastik industri makanan ringan maupun kegiatan praktek mahasiswa dilakukan untuk mengetahui seberapa besar nilai keefisienan dan nilai ekonomis dalam proses pengemasan aneka produk makanan padat maupun cair menggunakan alat tersebut dibandingkan proses sebelum alat dimodifikasi.

Berdasarkan adanya gambaran umum dan prinsip kerja dari komponen-komponen alat diatas serta berdasarkan hasil dari pengamatan dan percobaan beberapa kali (*trial and error*) untuk mengoptimalkan variasi fungsi dan kualitas alat *hand sealer* manual yang merupakan bagian dari metode *Countinuos Riset and Development* (Pengembangan Berkelanjutan) maka dapat disimpulkan bahwasanya beberapa alat atau komponen alat tersebut dapat digabungkan menjadi satu bagian alat tunggal yang menjadi alat *hand sealer* baru berupa penggabungan tambahan alat thermostat digital ditambah alat *vacuum sealer* mini dan tambahan element pemanas.

Gambar dibawah ini merupakan gambar hasil optimalisasi alat *hand sealer* yang baru (hasil modifikasi lanjutan) dan berdasarkan pengembangan menggunakan metode *Countinuos Riset and Development* (Pengembangan Berkelanjutan) dan telah melakukan uji coba (*trial and error*) beberapa kali untuk penyempurnaan variasi fungsi dan kualitas alat yang dihasilkan.

Gambar 2. Hasil Optimalisasi Alat *Hand sealer* Modifikasi Lanjutan



Sumber: Dokumentasi Tm Peneliti, tahun 2022

3.2. Metode Observasi (Pengamatan, Pengujian Sekaligus Membandingkan)

Dengan menggunakan metode komparasi ini bertujuan untuk menarik sebuah konklusi dengan cara membandingkan *output* (hasil) alat *hand sealer* manual sebelum dan sesudah adanya dimodifikasi lanjutan. Sehingga dengan adanya perbandingan sebelum dan sesudah modifikasi akan diketahui sejauh mana efektifitas alat hasil modifikasi. digital

3.2.1. Hasil Pengujian Output Alat Hand sealer Standart dan Alat Hand sealer Modifikasi Lanjutan (Penggunaan Double Sealer)

Berdasarkan data uji hasil pengukuran kinerja suhu untuk press kemasan plastik pada kedua alat *hand sealer* yaitu model standart dan model modifikasi lanjutan (*double sealer*) terdapat perbedaan yang cukup signifikan terutama kinerja suhu kedua alat tersebut. Dimana alat *hand sealer* modifikasi lanjutan (*double sealer*) hasilnya lebih baik dibandingkan dengan *hand sealer* yang standar karena dengan perlakuan suhu yang sama ternyata dengan alat *hand sealer* modifikasi lanjutan kemasan lebih

rapi dan merekat lebih baik serta terdapat double rekat (*double sealer*).

Pengujian Kinerja waktu *press* (pemanas) pada *hand sealer* pada kedua alat *hand sealer* (Standart dan Modifikasi lanjutan) dilakukan dengan menentukan waktu *press* pemanas pada aneka plastik kemasan dengan menggunakan sampel kemasan plastik dengan ketebalan dan suhu yang sama. Hasil pengujian yang dilakukan terhadap kedua alat ini juga menunjukkan hasil perbedaan kualitas panas yang cukup signifikan dimana Alat *hand sealer* modifikasi lanjutan lebih unggul secara kualitas dari segi pemanasnya dibandingkan dengan alat *hand sealer* standar.

Data pengujian jumlah kuantitas (banyaknya) kemasan yang dihasilkan per satuan waktu (menit) juga menunjukkan perbedaan yang signifikan karena hasil hampir $\pm 50\%$, dimana dari data tersebut rata-rata alat *hand sealer* modifikasi lanjutan lebih banyak

menghasilkan jumlah kemasan hampir 2 (dua) kali lipat dibandingkan dengan alat *hand sealer* standar pada satuan waktu maupun jenis ketebalan plastik kemasan yang sama.

Berdasarkan pengamatan data untuk pengujian uji daya rekat (kebocoran) terhadap kemasan plastik juga terdapat perbedaan dimana pengepressan menggunakan alat *hand sealer* modifikasi lanjutan juga lebih rekat dan tidak ada rembesan atau bocor karena terdapat double perekatan kemasan (*double sealer*).

3.2.2. Hasil Pengujian Kualitas Fungsi *vacuum* atau *Penyedot udara* dan *Double Pemanas* pada Alat Modifikasi *Hand sealer Lanjutan*

Data pengamatan hasil uji kualitas kemasan *vacuum sealer* dan kualitas sampel produk kemasan *vacuum sealer* selama 9 (Sembilan) hari dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Data pengamatan Uji Kualitas Kemasan *vacuum* dan Kualitas Sampel Produk

Kelompok (Jenis Produk)	Nama Produk	Pengamatan (Hari Ke..)	Hasil Pengamatan dengan Parameter				Gambar Produk (Pada Hari Ke-9)
			Tekstur Produk	Warna Produk	Kondisi Produk	Kondisi Kemasan	
Produk Basah (Wet Foods)	Daging Sapi Segar	3	Kenyal dan segar	Merah meng kilat, khas daging sapi	Sangat Baik	Sangat Baik	
		6	Kenyal dan segar	Merah meng kilat	Sangat Baik	Sangat Baik	
		9	Kenyal agak lunak	Merah agak pudar	Baik	Baik	
	Daging Ayam Segar	3	Kenyal dan segar	Putih, meng kilat khas daging ayam	Sangat Baik	Sangat Baik	
		6	Kenyal dan agak lembek	Putih, agak buram	Sangat baik	Sangat baik	
		9	Lembek dan sedikit berair	Putih agak buram	Baik	Baik	

Buah Anggur Merah	3	Kenyal dan segar	Merah khas warna buah anggur	Sangat baik	Sangat baik	
	6	Kenyal dan segar,	Merah khas warna buah anggur	Sangat baik	Sangat baik	
	9	Kenyal dan segar, namun ada beberapa buah yang kusut dan berair	Merah khas warna buah anggur	Masih Baik dan layak konsumsi	Sangat baik	
Sayuran Brokoli Segar	3	Segar, dan kondisi bungkul brokoli masih bagus	Hijau segar	Sangat Baik	Sangat baik	
	6	Masih segar, dan kondisi bungkul brokoli mulai mekar	Hijau segar dan sedikit ada warna putih	Sangat baik	Sangat baik	
	9	Masih segar, dan kondisi bungkul brokoli mulai mekar dan kekuningan	Hijau ada sedikit warna kuning dibagian bungkul nya	Baik	Sangat baik	

Produk Kering (Dry Foods)	Keripik Tahu Bulat	3	Crispi dan renyah	Kuning khas kripik tahu	Sangat baik	Sangat baik	
		6	Crispi dan renyah	Kuning khas kripik tahu	Sangat baik	Sangat baik	
		9	Crispi dan renyah	Kuning khas kripik tahu	Sangat baik	Sangat baik	
	Oreo Mini	3	Lembut dan renyah	Coklat ke hitam	Sangat baik	Sangat baik	
		6	Lembut dan renyah	Coklat ke hitam	Sangat baik	Sangat baik	
		9	Lembut dan renyah	Coklat ke hitam	Sangat baik	Sangat baik	
	Kerupuk Bawang Mini	3	Crispi dan Renyah	Putih sedikit ke kuningan	Sangat baik	Sangat baik	
		6	Crispi dan Renyah	Putih sedikit ke kuningan	Sangat baik	Sangat baik	
		9	Crispi dan Renyah	Putih sedikit ke kuningan	Sangat baik	Sangat baik	
	Nastar Mini	3	Lembut dan renyah	Kuning ke coklat	Sangat baik	Sangat baik	
		6	Lembut dan renyah	Kuning ke coklat	Sangat baik	Sangat baik	
		9	Lembut dan renyah	Kuning ke coklat	Sangat baik	Sangat baik	

Daging Ayam Segar	3	Kenyal dan segar	Putih, mengkilat khas daging ayam	Sangat Baik	Sangat Baik	
	6	Lembek dan segar	Pucat dan sedikit berair	Baik	Baik, Rapi dan sedikit berembun	
	9	Lembek dan kurang segar	Pucat kecoklatan dan berair	Kurang baik	Kurang rapi/longgar dan berembun	
Buah Anggur Merah	3	Kenyal dan segar	Merah khas warna buah anggur	Sangat baik	Sangat baik	
	6	Kenyal dan segar	Merah namun sedikit memucat	Baik	Sangat baik	
	9	Agak Lembek dan berair	Merah pucat dan kurang segar	Masih layak	Agak longgar dan berembun	
Sayuran Brokoli Segar	3	Keras, elastis dan segar	Hijau segar	Sangat Baik	Sangat baik	
	6	Sedikit lembek dibagian bungkulnya	Hijau ada sedikit warna kuning dibagian bungkulnya	Masih layak/baik	Agak longgar dan berembun	
	9	Sebagian besar lembek dibagian bungkulnya	Hijau ada sedikit warna kuning dan coklat dibagian bungkulnya	Masih layak konsumsi	Agak longgar dan berembun	

Produk Kering (Dry Foods)	Keripik Tahu Bulat	3	Keras dan renyah	Kuning khas kripik tahu	Sangat baik	Sangat baik	
		6	Keras dan renyah	Kuning khas kripik tahu	Sangat baik	Sangat baik	
		9	Sedikit agak lunak	Kuning sedikit ada warna putih	Masih baik dan layak konsumsi	Baik, tapi kemasan agak buram	
	Oreo Mini	3	Lembut dan renyah	Coklat kehitaman	Sangat baik	Sangat baik	
		6	Lembut dan renyah	Coklat kehitaman	Sangat baik	Sangat baik	
		9	Lembut dan renyah	Coklat kehitaman	Baik dan layak konsumsi	Kemasan mulai buram	

Sumber: Hasil Pengamatan Penelitian, 2022

Sedangkan data pengamatan hasil uji kualitas kemasan *sealer* tanpa *vacuum* dan kualitas sampel produk kemasan *sealer* tanpa *vacuum* selama 9 (Sembilan) hari dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Data pengamatan Uji Kualitas Kemasan *Sealer* tanpa *vacuum* dan Kualitas Sampel Produk tanpa *vacuum*

Kelompok (Jenis Produk)	Nama Produk	Pengamatan (Hari Ke..)	Hasil Pengamatan dengan Parameter				Gambar Produk (Pada Hari Ke-9)
			Tekstur Produk	Warna Produk	Kondisi Poduk	Kondisi Kemasan	
Produk Basah (Wet Foods)	Daging Sapi Segar	3	Kenyat dan segar	Merah mengkilat	Sangat Baik	Sangat Baik	
		6	Kenyat dan segar	Merah mengkilat	Sangat Baik	Sangat Baik	
		9	Agak Lembek serta berair	Merah pucat agak pudar	Kurang Baik	Berembun dan sedikit basah	

Kerupuk Bawang Mini	3	Keras dan Renyah	Putih sedikit keku ningan	Sangat baik	Sangat baik	
	6	Keras dan Renyah	Putih sedikit keku ningan	Sangat baik	Sangat baik	
	9	Keras dan Renyah	Putih sedikit keku ningan	Baik dan masih layak konsumsi	Kondisi baik tapi agak sedikit buram	
Nastar Mini	3	Lembut dan renyah	Kuning kecoklatan	Sangat baik	Sangat baik	
	6	Lembut dan renyah	Kuning kecoklatan	Sangat baik	Sangat baik	
	9	Lembut dan renyah	Kuning kecoklatan	Baik dan masih layak konsumsi	Kondisi baik tapi warna kemasan agak sedikit buram/berminyak	

Sumber: Hasil Pengamatan Penelitian, 2022

4. Kesimpulan

Dari data beberapa indikator pengamatan, pengujian dan perbandingan di atas dapat kita analisa hal-hal sebagai berikut :

- Berdasarkan pengamatan fisik alat untuk hasil kemasan produk dengan menggunakan fungsi *vaccum sealer* pada alat *Hand sealer* modifikasi lanjutan menunjukkan bahwa alat *hand sealer* modifikasi lanjutan ini berfungsi sangat baik, karena fungsi *vacuum* bisa disesuaikan dengan kebutuhan yang kita inginkan tidak hanya sekali fungsi *vacuum* bisa dilakukan tetapi bisa lebih dari sekali sehingga fungsi *vacuum* bisa berjalan optimal.
- Berdasarkan data pengamatan sampel produk yang dikemas *vacuum sealer* menggunakan alat *hand sealer* modifikasi lanjutan memperlihatkan bahwa produk makanan basah (Wet Foods) setelah diamati selama 9 hari dalam suhu ruang (kamar) menunjukkan bahwa kualitas produk secara umum masih baik dan

terjaga seperti kondisi awal (seperti : daging sapi, buah anggur merah, sayuran brokoli), namun untuk daging ayam pada hari ke-9 agak menurun kualitasnya karena pada hari ke-9 kondisi produk (daging ayam) mengalami perubahan tekstur , warna dan sedikit berair. Sedangkan pada daging sapi pada hari ke-9 masih baik walaupun ada sedikit penurunan kualitas yaitu tekstur agak lembek. Agar produk makanan basah dapat bertahan kualitas dan daya simpannya seharusnya di tempatkan pada suhu dingin (freezer maupun kulkas). Sedangkan untuk sampel produk makanan kering (dry foods) seperti : Keripik tahu bulat, kerupuk bawang mini, kue oreo mini dan kue nastar mini setelah diamati pada hari ke-3, ke-6 dan ke-9 dalam suhu ruang (kamar) menunjukkan bahwa kualitas produk secara umum masih sangat baik dan terjaga seperti kondisi awal produk. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan alat *hand sealer* modifikasi lanjutan (menggunakan tambahan fungsi *double sealer* dan *vacuum* (penyedot) udara dapat berfungsi sangat

baik dalam mempertahankan kualitas kondisi produk sehingga bisa memperpanjang daya kualitas dan daya simpan (expired) produk makanan terutama makanan kering walaupun disimpan dalam suhu ruang (kamar).

- Data pengamatan sampel uji kualitas kemasan *sealer* dan kualitas produk tanpa melalui proses *vacuum* dengan menggunakan alat *hand sealer* modifikasi lanjutan yaitu sampel produk makanan baik produk makanan basah (wet foods) seperti : daging sapi segar, daging ayam segar, sayuran brokoli segar dan buah anggur merah segar. Maupun sampel produk makanan kering (dry foods) seperti : Keripik tahu bulat mini, kerupuk bawang mini, kue oreo mini dan kue nastar mini pada pengamatan hari ke-3, ke-6 dan ke-9 menunjukkan bahwa penggunaan alat *hand sealer* modifikasi lanjutan ini sangat membantu dalam mempertahankan kualitas produk maupun kualitas kemasan produk.

5. Ucapan Terima Kasih (*Optional*)

Ucapan terima kasih penulis atas terselesaikannya penelitian ini kepada:

- Saiful Anwar, S.Tp, MP., Direktur Politeknik Negeri Jember.
- Dr. Ir. Budi Hariono, M.Si, Kepala Pusat Penelitian Pengabdian Kepada Masyarakat.
- Tim Reviewer Pusat Penelitian Pengabdian Kepada Masyarakat.
- PLP Politeknik Negeri Jember.
- Semua Pihak yang membantu penyelesaian penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Direktorat Jenderal Industri Kecil Menengah. (2007). *Kemasan Flexible*. <https://kemenperin.go.id/download/141/Pelatihan-Kemasan-Flexible>
- [2] Halifah. (2018). *Rancang Bangun Alat Sealer Otomatis untuk Press Kemasan Plastik Industri Makanan Ringan Berbasis Programmable Logic Controller (PLC)* [Universitas Negeri Jakarta].
- [3] <http://repository.unj.ac.id/id/eprint/327>
- [4] Nyoto, M., Widiastuti, E., & Suhariato. (2022). Penambahan Alat Indikator Suhu Digital pada *Hand sealer* Manual Guna Optimalisasi Kemasan Produk di Laboratorium Manajemen Agroindustri Politeknik Negeri Jember. *Jurnal Pengembangan Potensi Laboratorium*, 1(1), 27–33. <https://doi.org/10.25047/plp.v1i1.3022>
- [5] Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- [6] Syarief, R., Santausa, S., & Isyana, S. (1989). *Teknologi Pengemasan Pangan*.



Optimasilisasi Media Edamame Agar Dengan Penambahan Ekstrak Daging Sapi Untuk Pertumbuhan Bakteri *Bacillus Subtilis*

Nanik Andayani ^{*1}, Dian Nurhayati , Muhammad Djabir Saing

¹ Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Jember, Jl. Mastrip Kotak Pos 164 Jember

*dian_nurhayati@polije.ac.id

ABSTRAK

Edamame agar dibuat dengan tahapan yaitu pembuatan tepung edamame, pembuatan ekstrak dan pembuatan agar edamame. Penelitian dilakukan pada bulan Juni-September 2022, bertempat di Laboratorium Analisis Pangan Politeknik Negeri Jember. Tujuan penelitian yaitu Tentukan pertumbuhan *Bacillus subtilis* pada agar edamame dengan menambahkan kaldu sapi dan siapkan SOP. Metode penelitian membandingkan pertumbuhan bakteri *Bacillus Subtilis* pada agar edamame dengan inkubasi agar nutrien. 24 dan 48 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah koloni bakteri *Bacillus subtilis* pada media dengan penambahan Ekstrak Daging Sapi 8 gram, 12 gram, 16 gram, 20 gram /liter dan media *Nutrien Agar* dengan masa inkubasi 24 jam adalah sama yaitu $3,0 \times 10^{13}$ cfu per ml. Sedangkan pada inkubasi 48 jam jumlah koloni yang tumbuh pada media dengan penambahan Ekstrak Daging Sapi 8 gram, 12 gram, 16 gram, 20 gram /liter adalah $1,6 \times 10^{14}$, $9,0 \times 10^{13}$, $7,0 \times 10^{13}$, $7,0 \times 10^{13}$ cfu/ml dan pada media NA $8,0 \times 10^{13}$ cfu/ml. Kesimpulan penelitian adalah media edamame agar dengan penambahan Ekstrak Daging Sapi mampu menumbuhkan bakteri *Bacillus subtilis* secara optimal. Bakteri *Bacillus subtilis* lebih cepat beradaptasi pada media edamame agar dengan penambahan Ekstrak Daging Sapi 8 gr dengan TPC $1,6 \times 10^{14}$ cfu/ml lebih tinggi dibandingkan dengan NA dengan TPC $8,0 \times 10^{13}$ cfu/ml.

Kata kunci — Edamame Agar, Ekstrak Daging Sapi, *Bacillus subtilis*

ABSTRACT

Edamame agar is made in stages, namely making edamame flour, making meat extract; and making edamame agar. The research was conducted from June to September 2022, at Food Analysis Laboratory Politeknik Negeri Jember. The aim of the study was to determine the growth of *Bacillus Subtilis* bacteria on edamame agar with the addition of Beef Extract and to make SOP. The research method was to compare the growth of *Bacillus Subtilis* bacteria on edamame agar with Nutrien agar for 24 and 48 hours of incubation. The results showed that the number of bacterial colonies of *Bacillus subtilis* in the media with the addition of beef extract 8 grams, 12 grams, 16 grams 20 grams/liter and Nutrient Agar media with an incubation period of 24 hours was the same, namely 3.0×10^{13} cfu/ml. Whereas at 48 hours of incubation the number of colonies that grew on the media with the addition of beef extract 8 grams, 12 grams, 16 grams 20 grams / liter was 1.6×10^{14} , 9.0×10^{13} , 7.0×10^{13} , 7.0×10^{13} cfu/ml and on NA media 8.0×10^{13} cfu/ml. The conclusion of the research was that edamame agar media with the addition of beef extract was able to grow *Bacillus Subtilis* bacteria optimally. Bacteria *Bacillus Subtilis* adapted more quickly to edamame agar media with the addition of 8 grams /liter Beef Extract with a TPC of 1.6×10^{14} cfu/ml higher than NA with a TPC of 8.0×10^{13} cfu/ml.

Keywords — : Edamame Agar, Beef Extract, *Bacillus Subtilis*

1. Pendahuluan

Medium adalah substrat yang dapat digunakan untuk menumbuhkan dan mengembangkan mikroorganisme. Media yang dibutuhkan mikroorganisme untuk tempat pertumbuhannya harus mengandung nutrisi yang dibutuhkan. Menurut Cappucino, 2013 menyatakan bahwa nutrisi yang dibutuhkan mikroorganisme untuk pertumbuhan secara kuantitatif digunakan untuk memperkirakan dan perhitungan jumlah mikroorganisme adalah Carbon, Nitrogen, Ca, Zn, Na, K, Cu, Mn, Mg dan Fe.

Media alternatif untuk pertumbuhan bakteri dapat memanfaatkan sumber alam yang melimpah, yang mudah didapat dan tidak memerlukan biaya yang mahal. Menurut Fitria dan Zulaika, 2018, mengatakan bahwa pertumbuhan dan perkembangan bakteri dipengaruhi oleh faktor nutrisi dan faktor lingkungan.

Salah satu media yang dapat diasumsikan cocok untuk pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis* adalah edamame. Pernyataan ini didasari dari hasil penelitian sebelumnya bahwa edamame yang mengandung protein dan karbohidrat cukup tinggi dan bersifat netral (pH 6,49) dan mampu menumbuhkan bakteri *Bacillus subtilis* dengan jumlah *Total Plate Count* masih dibawah media *Nutrien Agar* (NA).

Kedelai jenis edamame memiliki keunggulan kandungan protein yang tinggi dan lengkap, dimana kandungan proteinnya 36% lebih tinggi dibandingkan kedelai lainnya. Grieshop et al, 2003 dalam Komala, Dela Ratna, 2019 Edamame mengandung bahan makanan yang mengandung komponen gizi kompleks yaitu asam folat 482 mega/100g, protein 16,9g/100g, lemak 18-32%, karbohidrat 12-30%. Menurut Johnson, et al. 1999 dalam Komala, Dela Ratna., 2019, Edamame mengandung vitamin A 100 mg, vitamin B1 0,27 mg, vitamin B2 0,14 mg, vitamin B3 1 mg dan vitamin C 27%, serta mineral seperti fosfor 140 mg, kalsium 70 mg, zat besi 1,7 mg dan potasium 140 mg dalam 100 g. dari edamame.

Menurut Azhar, 2016, bahwa protein berfungsi sebagai sumber nutrisi yang dibutuhkan oleh sel sebagai penyusun struktural sel itu sendiri. *Nutrien Agar* adalah salah satu

media yang menggunakan ekstrak daging dan protein sebagai sumber glukosa dan asam amino serta paling umum digunakan untuk menumbuhkan sebagian besar bakteri. *Nutrient Agar* adalah media berupa serbuk berwarna putih kekuningan yang memadat seiring pemakaian karena mengandung agar sebagai bahan pemadat. Bahan utama dalam media ini adalah karbohidrat dan protein yang terkandung dalam ekstrak daging dan pepton sesuai kebutuhan sebagian besar bakteri..

Menurut Suryanie, 2005, dengan komposisi media ekstrak daging sapi 8 gram dan agar base 15gr dan 1000 ml akuades memberikan tingkat kesuburan yang sama untuk pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *E.coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Dan media buatan terbaik terdapat pada kaldu sapi lokal dengan populasi bakteri $9,0 \times 10^7$ cfu/ml (Ari, 2019).

Pada penelitian ini digunakan daging sapi lokal sebagai ekstrak daging untuk penambahan nutrisi pada media edamame agar untuk pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis*. Hal ini dikarenakan menurut Nanik, dkk (2022) menyatakan bahwa penggunaan Agar media edamame berisi 15 gram komposisi tepung edamame dan agar agar 20 gram yang dilarutkan dalam 1 liter akuades dapat menumbuhkan bakteri *Bacillus subtilis* $6,5 \times 10^{13}$ cfu/gram yang mana lebih besar jumlahnya dibanding dengan *E.coli* $4,0 \times 10^{13}$ cfu/gram. Komposisi tersebut dinilai masih belum optimal karena jumlah bakteri yang tumbuh lebih sedikit dibandingkan dengan media nutrisi agar (NA). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengoptimalkan penggunaan media kombinasi tepung edamame sebagai sumber N nabati dan ekstrak daging sapi sebagai sumber N hewani untuk pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis*.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan untuk membandingkan pertumbuhan bakteri *Bacillus Subtilis* pada media agar edamame dengan media agar nutrisi dengan waktu inkubasi 12, 24 dan 48 jam yang dilakukan pada bulan Juni 2022 di Laboratorium Analisis Pangan Politeknik Negeri Jember.



Tujuan dari penelitian ini adalah:

- Penentuan pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis* pada media agar edamame dengan penambahan kaldu sapi
- Pembuatan Standard Operating Procedure (SOP) produksi media agar dari edamame.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agar (swallow point) edamame dan Mitratani 27, strain bakteri *Bacillus subtilis* yang diperoleh dari UGM, media agar nutrisi, Aquadest, alkohol.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah food saver (merek Harvest Saver, USA), autoclave (merk Webeco, Jerman), Laminer airflow (merk Thermo Scientific 1300 Seri A2, AS), Penghitung Coloni (merek Funke Gerber, Jerman), Inkubator (merek Memert, AS), Mikroskop (merk Olympus, Filipina), Mikropipet (merk Socorex, Swiss).

2.1. Prosedur Penelitian

2.1.1. Siapkan tepung edamame

Pembuatan tepung edamame meliputi proses blansing, pendinginan, pengupasan dan pengeringan dengan alat pengering pada suhu 60-70°C selama 12-14 jam. Edamame kering digiling dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh.

2.1.2. Sterilisasi alat dan bahan

Beberapa peralatan dan media yang digunakan dalam penelitian ini harus diautoklaf pada suhu 121°C selama 12 menit.

2.1.3. Persiapan bakteri

Bakteri yang digunakan adalah *Bacillus subtilis*, setelah itu bakteri tersebut diaktivasi dengan menumbuhkannya pada lingkungan nutrisi broth dan dikocok dengan kecepatan 100 rpm pada suhu 55 °C selama 14 jam. Setelah aktivasi, suspensi bakteri diencerkan 10⁻⁴ hingga 10⁻¹³ menggunakan pengencer pepton-air buffer dan kemudian diinokulasikan ke media agar edamame. dengan penambahan ekstrak daging sapi dan *Nutrien Agar*.

2.1.4. Pembuatan media Nutrient Agar (NA).

Siapkan 20g media Nutrient Agar (Merck) yang dilarutkan dalam air suling, aduk rata dan panaskan dengan magnetic stirrer hingga larut (mendidih). Selain itu media nutrisi agar (NA) ditempatkan dalam tabung reaksi sebanyak 15 ml per tabung reaksi dan ditutup dengan kapas dan aluminium foil, setelah itu disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit.

2.1.5. Persiapan kaldu sapi

Berat daging sapi adalah 0,5 kg. Bilas dengan air lalu buang lemaknya. Daging dipotong dadu, kemudian ditambahkan 1000 ml air suling dan dimasukkan ke dalam gelas kimia. Disimpan di kulkas selama 24 jam. Lemak yang dibuang mengambang di permukaan air. Suspensi disaring dengan kertas saring atau kain kasa halus, kemudian ditambahkan air suling hingga volume 1000 ml, kemudian direbus dalam panci selama 15-20 menit. Suspensi disaring dengan filter dan ditambahkan akuades hingga volume mencapai 1000 ml. Ekstrak daging yang sudah jadi kemudian disterilkan untuk mencegah kontaminasi. Pembuatan media *Edamame Agar* + ekstrak daging sapi.

Timbang tepung edamame dan masukkan ke dalam labu berbentuk kerucut, lalu tambahkan air suling sebanyak 15 gram per liter, aduk hingga rata, tambahkan agar-agar 20 gram per liter dan kaldu sapi sebanyak 8, 12, 16 dan 20 gram per liter ditambahkan. . Panaskan dengan magnetic stirrer hingga agar larut, uji pH. Masukkan 15 ml agar Edamame ke dalam tabung reaksi, tutupi dengan kapas dan aluminium foil dan autoklaf pada suhu 12° C selama 20 menit.

2.1.6. Pewarnaan Gram

Amati preparat yang sudah dicat gram dengan mikroskop dengan pembesaran kuat dengan minyak imersi. Jika bakteri Gram positif (+) akan berwarna ungu / violet dan bakteri Gram negatif (-) akan berwarna merah.

3. Pembahasan

Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 5 dan 6 menunjukkan bahwa bakteri *Bacillus subtilis* dapat tumbuh optimal pada konsentrasi media agar edamame. 1,5% tepung edamame



dengan penambahan ekstrak daging sapi 8gr, 12 gr, 16 gr dan 10 gr / liter dapat dilihat dari munculnya koloni bakteri *Bacillus subtilis*.

Perhitungan Hitung total bakteri menggunakan metode TPC (Total Plate Count), yaitu metode untuk memperkirakan jumlah total mikroorganisme dalam suatu bahan. Analisa *Total Plate Count* menggunakan media Plate Count Agar dengan cara menginokulasi 1 ml sampel hasil pengenceran ke dalam cawan Petri kemudian diinkubasi selama 24 jam (Zaki, 2012).

Hasil perhitungan koloni berupa koloni forming unit (cfu) per ml atau per gram. Perhitungan koloni dilakukan pada pengenceran 10^4 s/d 10^{13} . Koloni bakteri diletakan pada meja koloni counter, koloni counter diatur ke nol dan koloni bakteri dihitung dengan penunjuk sambil melihat layar hitungan. Hitung jumlah koloni dari 30 sampai 300 koloni (Damongila, 2009).

Tabel 1. Pertumbuhan Bakteri *Bacillus Subtillis* Pada Media Edamame Agar Dengan Penambahan Ekstrak Daging Sapi Pada Inkubasi 24 Jam

Pengec ran Bacillus	Edamame Agar + ekstrak daging sapi (cfu per ml)				Nutrien Agar (cfu per ml)
	8 gr/lt	12 gr/lr	16 gr/lt	20 gr /lt	
$1/10^4$	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD
$1/10^5$	5,3 x 10^6	5,1 x 10^6	3,5 x 10^6	7,6 x 10^6	1,6 x 10^7
$1/10^6$	1,1 x 10^7	1,7 x 10^7	1,0 x 10^7	1,0 x 10^7	2,8 x 10^7
$1/10^7$	5,0 x 10^7	5,0 x 10^7	1,3 x 10^8	5,0 x 10^7	1,0 x 10^7
$1/10^8$	3,0 x 10^8	6,0 x 10^8	2,0 x 10^8	3,0 x 10^8	2,7 x 10^9
$1/10^9$	3,0 x 10^9	5,0 x 10^9	2,0 x 10^9	4,0 x 10^9	1,0 x 10^{10}
$1/10^{10}$	4,0 x 10^{10}	3,0 x 10^{10}	1,2 x 10^{11}	4,0 x 10^{10}	2,0 x 10^{10}
$1/10^{11}$	5,0 x 10^{11}	3,0 x 10^{11}	2,0 x 10^{11}	7,0 x 10^{11}	2,0 x 10^{12}
$1/10^{12}$	4,0 x 10^{12}	2,0 x 10^{12}	3,0 x 10^{12}	8,0 x 10^{12}	2,0 x 10^{12}
$1/10^{13}$	3,0 x 10^{13}	3,0 x 10^{13}	3,0 x 10^{13}	3,0 x 10^{13}	3,0 x 10^{13}

Sumber: Data pribadi

Tabel 5 menunjukkan bahwa pada media edamame agar dengan penambahan ekstrak daging 8gr, 12 gr, 16 gr ,20 gr per liter dan media *Nutrien Agar* pada 24 jam lama inkubasi koloni *Bacillus subtilis* dapat tumbuh mulai pengenceran 10^{-4} sampai 10^{-13} yang mana pada pengenceran 10^{-4} pertumbuhan koloni tidak bisa dihitung (TBUD). Dan pengenceran 10^{-5} sampai 10^{-13} pertumbuhan koloninya dari masing-masing media berbeda jumlahnya , hal ini karena jumlah nutrisi berbeda dengan adanya penambahan jumlah ekstrak daging sapi yang berbeda yaitu 8gr, 12 gr, 16 grn dan 20 gr.

Tabel 2. Pertumbuhan Bakteri *Bacillus Subtillis* Pada Media Edamame Agar Dengan Penambahan Ekstrak Daging Sapi Pada Inkubasi 48 Jam

Pengec n Bacillus	Edamame Agar + ekstrak daging sapi (cfu per ml)				Nutri en Agar (cfu per ml)
	8 gr /lt	12 gr/lt	16 gr /lt	20 gr/lt	
$1/10^4$	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD
$1/10^5$	5,7 x 10^6	5,8 x 10^6	7,6 x 10^6	8,2 x 10^6	1,9 x 10^7
$1/10^6$	2,3 x 10^7	2,8 x 10^7	2,6 x 10^7	2,5 x 10^7	2,9 x 10^7
$1/10^7$	7,0 x 10^7	8,0 x 10^7	1,6 x 10^8	1,3 x 10^8	2,0 x 10^8
$1/10^8$	1,5 x 10^9	1,6 x 10^9	1,0 x 10^9	1,2 x 10^9	3,0 x 10^9
$1/10^9$	9,0 x 10^9	1,2 x 10^{10}	1,0 x 10^{10}	1,4 x 10^{10}	1,5 x 10^{10}
$1/10^{10}$	5,0 x 10^{10}	6,0 x 10^{10}	2,2 x 10^{11}	9,0 x 10^{10}	5,0 x 10^{11}
$1/10^{11}$	7,0 x 10^{11}	5,0 x 10^{11}	6,0 x 10^{11}	1,0 x 10^{12}	2,1 x 10^{12}
$1/10^{12}$	7,0 x 10^{12}	6,0 x 10^{12}	8,0 x 10^{12}	2,1 x 10^{13}	4,0 x 10^{13}
$1/10^{13}$	1,6 x 10^{14}	9,0 x 10^{13}	7,0 x 10^{13}	7,0 x 10^{13}	8,0 x 10^{13}

Sumber: Data pribadi

Tabel 6 diatas menunjukkan bahwa koloni bakteri *Bacillus subtilis* pada media edamame agar dengan penambahan ekstrak daging sapi 8 gr, 12 gr, 16 gr dan 20 gr /liter serta *Nutrien Agar* mengalami kenaikan jumlah koloni pada



pengenceran 10^{-4} sampai dengan 10^{-13} pada lama inkubasi 48 jam. Pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis* pada pengenceran 10^{-5} s/d 10^{-12} pada media edamame agar dengan penambahan ekstrak daging 8 gr, 12 gr, 16 gr dan 20 gr/liter rata-rata jumlah koloninya masih di bawah media nutrien agar, yang mana jumlah koloni yang tumbuh pada media *Nutrien Agar* yaitu $1,9 \times 10^7$, $2,9 \times 10^7$, $2,0 \times 10^8$, $3,0 \times 10^9$, $1,5 \times 10^{10}$, $5,0 \times 10^{11}$, $2,1 \times 10^{12}$, $4,0 \times 10^{13}$. Sedangkan pada pengenceran 10^{-13} pada media *Nutrien Agar* jumlah koloni bakteri *Bacillus subtilis* lebih sedikit dibandingkan dengan koloni yang tumbuh pada media edamame agar yaitu $8,0 \times 10^{13}$. Dan pada edamame agar dengan penambahan ekstrak daging 8 gr per liter jumlah koloninya $1,6 \times 10^{14}$ dan 12 gr jumlah koloninya $9,0 \times 10^{13}$.

Dilihat dari munculnya koloni bakteri jika dibandingkan dengan media *Nutrien Agar* menunjukkan bahwa bakteri *Bacillus subtilis* telah mampu beradaptasi terhadap lingkungan yang baru yang mana pada media edamame agar kandungan nutrisinya sesuai bagi bakteri *Bacillus subtilis* untuk digunakan, sehingga pertumbuhan yang terjadipun lebih optimal.

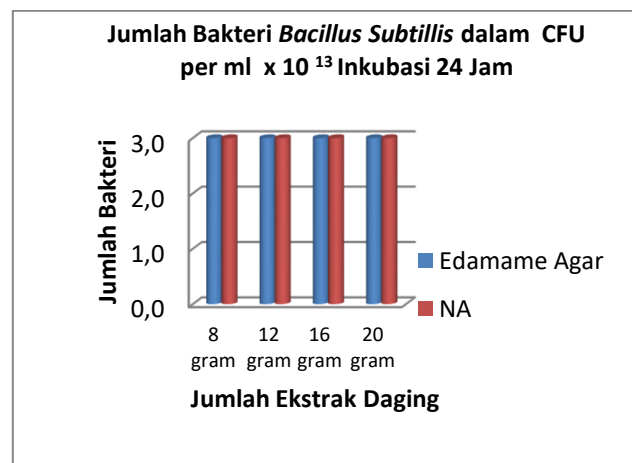
Tabel 3. Hasil Perhitungan Jumlah bakteri *Bacillus subtilis* 24 jam inkubasi

Media edamame agar + ekstrak daging sapi	Pengenceran <i>Bacillus subtilis</i>	Media Edamame Agar (cfu/ml)	Kontrol negatif	Nutrien Agar (cfu/ml)
8 gr /lt	10^{13}	$3,0 \times 10^{13}$	0	$3,0 \times 10^{13}$
12 gr/lt	10^{13}	$3,0 \times 10^{13}$	0	$3,0 \times 10^{13}$
16 gr/lt	10^{13}	$3,0 \times 10^{13}$	0	$3,0 \times 10^{13}$
20 gr/lt	10^{13}	$3,0 \times 10^{13}$	0	$3,0 \times 10^{13}$

Keterangan: Kontrol negatif: Media NA (*Nutrient Agar*) tanpa penambahan mikroba

Berdasarkan Tabel 7 dan Gambar 4 di atas terlihat bahwa koloni bakteri *Bacillus subtilis* tumbuh pada media agar edamame dengan penambahan ekstrak daging 8 gr, 12gr, 16 grn

dan 20 gr per liter pada pengenceran 10^{-13} yaitu $3,0 \times 10^{13}$ cfu per ml. Pada media *Nutrien Agar* bakteri *Bacillus subtilis* pada pengenceran 10^{-13} tumbuh dengan jumlah yang sama yaitu $3,0 \times 10^{13}$ cfu per ml. Tidak adanya perbedaan jumlah koloni yang tumbuh antara media edamame agar dengan *Nutrien Agar* karena bakteri *Bacillus subtilis* sudah mampu beradaptasi dengan lingkungan yang baru dan didukung dengan komposisi media pertumbuhan yang sesuai yang diinginkan oleh bakteri *Bacillus subtilis*. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan nutrisi pada media agar tepung edamame dengan penambahan ekstrak daging cukup baik dan sebanding dengan media *Nutrien Agar* dan bakteri *Bacillus subtilis* mampu beradaptasi dengan baik sehingga koloni bakteri dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.



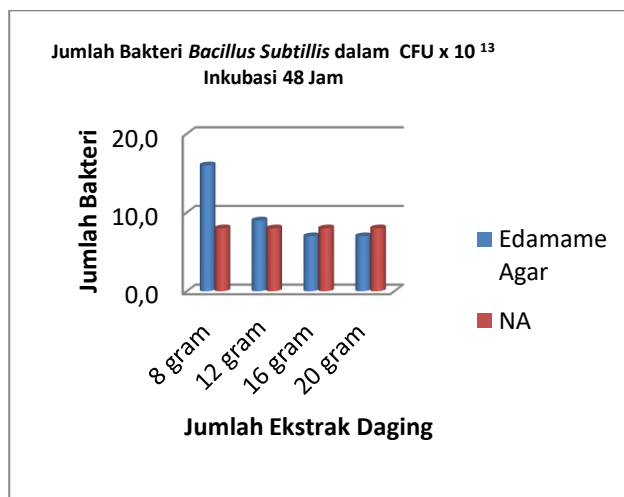
Gambar 1. Diagram hasil perhitungan Jumlah bakteri *Bacillus subtilis* (TPC)

Tabel 4. Hasil Perhitungan Jumlah bakteri *Bacillus subtilis* 48 jam inkubasi

Media edamame agar + ekstrak daging sapi	Pengen ceran <i>Bacillus subtilis</i>	Media Edamame Agar (cfu /ml)	Kontr ol negatif	Nutrien Agar (cfu/ml)
8 gr /lt	10^{13}	$1,6 \times 10^{14}$	0	$8,0 \times 10^{13}$
12 gr/lt	10^{13}	$9,0 \times 10^{13}$	0	$8,0 \times 10^{13}$
16 gr/lt	10^{13}	$7,0 \times 10^{13}$	0	$8,0 \times 10^{13}$
20 gr/lt	10^{13}	$7,0 \times 10^{13}$	0	$8,0 \times 10^{13}$

Keterangan:

Kontrol negatif: Media NA (Nutrient Agar) tanpa penambahan mikroba



Gambar 2. Grafik Hasil Perhitungan Jumlah bakteri *Bacillus subtilis* (TPC)

Berdasarkan tabel 8 dan gambar grafik 5 di atas menunjukan bahwa terdapat pertumbuhan koloni pada Media Edamame Agar dengan penambahan ekstrak daging 8 gr, 12gr, 16 gr dan 20gram per liter dengan masa inkubasi 48 jam dapat dilihat jumlah populasi bakteri *Bacillus subtilis* yaitu $1,6 \times 10^{14}$, $9,0 \times 10^{13}$, $7,0 \times 10^{13}$ dan $7,0 \times 10^{13}$ cfu per ml . Sedangkan pada media *Nutrien Agar* jumlah koloni bakteri *Bacillus subtilis* yang tumbuh yaitu $8,0 \times 10^{13}$ cfu per ml dan jumlah populasinya pada media *Nutrien Agar* lebih rendah dibanding dengan jumlah koloni Media Edamame Agar dengan penambahan ekstrak daging 8 gram per liter.

Perbedaan jumlah pertumbuhan bakteri disebabkan karena komposisi media edamame agar yang sesuai dengan lingkungan yang diinginkan oleh bakteri *Bacillus subtilis* sehingga jumlah koloninya lebih tinggi dibanding dengan *Nutrien Agar*.

Media pertumbuhan harus memiliki unsur yang diperlukan oleh mikroorganisme salah satunya yang terpenting adalah karbohidrat dan protein karena digunakan untuk proses sintesis oleh bakteri. Tepung edamame (*Glycine max* (L) Merr) memiliki Kandungan protein dan karbohidrat yaitu 56,90 gram protein dan 19,27 gram karbohidrat per 100 gram diharapkan memiliki potensi yang sama untuk digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri.

Selain itu, pH mempengaruhi pertumbuhan bakteri. pH merupakan salah satu faktor dominan dalam pertumbuhan bakteri patogen. Bakteri patogen tidak dapat bertahan pada kondisi asam dan pH optimal pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis* adalah 7-8 (Graumann, 2007). PH media Edamame Agar (*Glycine max* (L) Merr) sebelum sterilisasi adalah 6,72, sehingga ditambahkan basa. untuk membuat pH media edamame agar menjadi lebih netral dari medium agar nutrisi (NA) benar. Padahal jamurnya sangat enak tumbuh pada media dengan pH 5 sampai dengan 6. Apabila mikroba ditanam pada mendia pH 5 sampai dengan 6 maka pertumbuhan yang terjadi akan didominasi oleh jamur, tetapi apabila ditanam pada media pH 8 maka pertumbuhan didominasi oleh bakteri (Andrestian , 2018).

Pengamatan lebih lanjut terhadap pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis* pada media edamame agar maupun media *Nutrien Agar* nutrient agar) menunjukan bahwa media *Nutrien Agar* sebagai media standar dalam menumbuhkan bakteri menghasilkan jumlah koloni yang lebih rendah dibandingkan media tepung edamame.

Berdasarkan uraian di atas, jika dilihat jumlah bakteri yang tumbuh pada media edamame agar dengan penambahan ekstrak daging sapi hasil yang terbaik adalah pada media edamame agar dengan penambahan ekstrak daging sapi 8 gram per liter menunjukkan hasil yang optimal pada media tersebut. Hal ini dikarenakan kandungan nutrisi pada ekstrak daging sapi yang digunakan mengandung protein

yang tinggi menjadi sumber nitrogen yang dapat mendukung pertumbuhan bakteri menurut Clausen (1985). Menurut Jawet, 2005 bahwa Salah satu nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroba adalah nitrogen. Nitrogen ini bertindak sebagai protein pada manusia dan hewan, yaitu. sebagai zat pembangun dan pertumbuhan bagi tubuh. Sumber nitrogen ini berlimpah dalam bahan mentah kaya protein, dan pertumbuhan bakteri juga dapat dipengaruhi oleh tingkat nutrisi, suhu, dan ventilasi pusat.

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa komposisi daging sapi menunjukan nilai protein yang tinggi dan mikro nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroorganisme (Suarsana, 2016).

Tabel 5. Komposisi kimia daging sapi lokal per 100 gram

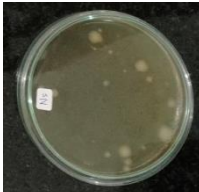
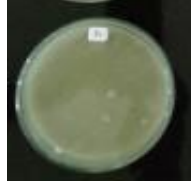
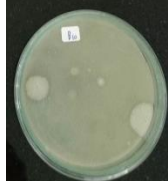
No	Kandungan Gizi	Jumlah (gr/100g)
1	Air	66
2	Kalori	207
3	Protein	18,8
4	Lemak	14,0
5	Kalsium	11,0
6	Besi	2,8
7	Retinol	1,5
8	Beta karotin ekuiv	5,0
9	Thiamin	0,08
10	Ribhoflavin	0,20
11	Niacin	5,0

Sumber: Suhardjo,dkk 1986:246

Pada media edamame agar dengan penambahan ekstrak daging sapi, menunjukkan hasil pertumbuhan koloni yang cukup optimal dan lebih banyak dibandingkan dengan *Nutrien Agar* insta. Berdasarkan uraian diatas media edamame agar dengan penambahan ekstrak daging sapi diperlukan untuk pertumbuhan mikroorganisme (Suarsana, 2016) edmamme agar dengan penambahan ekstrak daging sapi 8 % per liter karena pertumbuhan populasi bakteri dikatakan baik dan koloninya besar serta mudah terlihat. Sehingga Media agar edmamme dengan tambahan kaldu sapi direkomendasikan

sebagai media alternatif untuk pertumbuhan bakteri.

Tabel 6. Penampakan Koloni Bakteri *Bacillus Subtillis* Yang Tumbuh Pada Media Edamame adengan penambahan ekstrak daging sapi dan *Nutrien Agar*.

Media Edamame Agar	Koloni Bakteri <i>Bacillus Subtillis</i>	
	24 Jam	48 jam
Nutrien Agar		
Penambahan ekstrak daging 8 gram per liter		
Penambahan ekstrak daging 12 gram per liter		

Tabel 10 memperlihatkan penampakan koloni yang tumbuh pada media agar edamame berwarna putih keruh, berukuran besar, bentuk tunggal, tepi tidak beraturan, dan mudah dilihat, meskipun koloni tidak padat karena media di sekitar koloni hampir sama. warna Sedangkan koloni pada media Nutrie Agar tampak putih kekuningan, besar dan seragam, tepi koloni tampak halus dan bersih, tegas dan mudah dilihat.

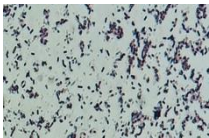
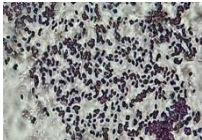
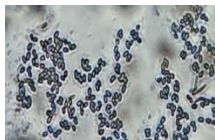
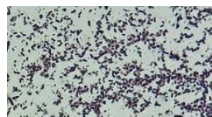
Perbedaan ini dikarenakan media Nutrient Agar sudah teruji secara klinis pertumbuhan bakteri baik untuk memungkinkan proses metabolisme bakteri bekerja maksimal, sedangkan media Edamame Agar masih mengandung nutrisi kompleks, sehingga pertumbuhan bakteri tidak seoptimal Nutrient Agar. Media massa..

Pada media dengan konsentrasi nutrisi yang tinggi, metabolisme bakteri bekerja dengan optimal, sehingga pembelahan sel berjalan

dengan baik, yang dapat memperbesar ukuran koloni bakteri.

Berdasarkan pengamatan pewarnaan Gram yang ditunjukkan pada Tabel 11, terlihat warna bakteri *Bacillus subtilis* yang ditumbuhkan pada media agar edamame dengan penambahan ekstrak daging sapi 8 gr, 12 gr, 16 gr dan 20 gr per liter dan media *Nutrien Agar* dengan lama inkubasi 48 jam.

Tabel 7. Pewarnaan Gram dihasilkan dari bakteri *Bacillus subtilis* yang tumbuh pada agar edamame dan agar nutrisi

Media Edamame Agar	Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>
Nutrien Agar	
Media Edamame Agar Penambahan ekstrak daging 8 gram per liter	
Media Edamame Agar Penambahan ekstrak daging 12 gram per liter	
Media Edamame Agar Penambahan ekstrak daging 16 gr per liter	
Media Edamame Agar Penambahan ekstrak daging 20 gram per liter	

Hasil pewarnaan Gram berbentuk batang dan berwarna biru. Dan ini menunjukkan bahwa bakteri tumbuh pada media edamame dan media agar nutrisi adalah sama yaitu termasuk bakteri gram positif.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan hasilnya dianalisis maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Dari hasil penelitian diketahui bahwa bakteri *Bacillus subtilis* dapat beradaptasi dengan cepat pada lingkungan baru dan tumbuh optimal pada media edamame-agar dengan menambahkan kaldu sapi per 8 liter.
- Dari hasil perhitungan TPC pada media edamame dengan penambahan ekstrak daging sapi 8 % diperoleh jumlah bakteri *Bacillus subtilis* $1,6 \times 10^{14}$ cfu per ml lebih banyak dibandingkan pada media *Nutrien Agar* jumlah bakteri *Bacillus subtilis* $8,0 \times 10^{13}$ cfu per ml. Berdasarkan uraian tersebut media edamame agar dengan penambahan ekstrak daging sapi dapat digunakan sebagai media alternatif untuk pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis* Alat yang paling efektif adalah media edamame agar dengan penambahan ekstrak daging sapi per liter karena pertumbuhan populasi bakteri dikatakan baik dan koloni besar serta mudah diamati. Sehingga media edamame agar dengan penambahan Kaldu sapi lebih direkomendasikan sebagai media alternatif pertumbuhan bakteri.
- Hasil pengecatan Gram menunjukkan bakteri *Bacillus subtilis* yang tumbuh pada media agar edamame dan media agar nutrisi menunjukkan hasil pewarnaan gram berbentuk batang dan berwarna biru termasuk bakteri gram positif.

4.2. Saran

Penelitian Optimalisasi Media Edamame Agar Dengan Penambahan Ekstrak Daging Sapi Untuk Pertumbuhan Bakteri *Bacillus Subtilis* dalam rangka untuk mendukung kegiatan praktikum dapat disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap Media edamame agar sehingga tercapai komposisi media edamame agar yang sesuai dengan komposisi media yang dibutuhkan oleh bakteri. Dan untuk menghemat biaya hasil penelitian ini dapat

digunakan bagi laboratorium mikrobiologi umumnya.

4.3. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada direktur Ilmu Terapan Universitas Negeri Jember, direktur Jurusan Teknologi Pertanian, direktur Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M), Direktur Laboratorium Analisis Pangan, tim penguji, civitas akademika Universitas Ilmu Terapan Universitas Negeri Jember, dan semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Aini, F.N., S. Sukamto, D. Wahyuni, R.G Suhesti, dan Q. Ayyunin. 2013.
- [2] Penghambatan pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporioides* oleh *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. Jurnal Pelita Perkebunan 29(1): 44-52.
- [3] Ari,D.C.2018.Aplikasi Bakteri *Bacillus Subtillis* Denagn Dosis Yang Berbeda Terhadap Dinamika Fitoplankton Pada Tambak Intensif Udang Vaname. Jurusan Budidaya Perairan. Fakultas Pertanian.Universitas Muhamadiyah Makassar.2018
- [4] Azhar,M.2016. Biomolekul Sel Karbohidrat, Protein dan Enzim. Padang . UNP Press Padang.
- [5] Cappucino, JG and N.Sherman.1987. Microbiology, A Laboratory Manual. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc. California USA.P.127-148.
- [6] Fitria,AN & E.Zulaika.(2018). Aklimatisasi pH dan Pola Pertumbuhan *Bacillus cereus* S1 Pada Medium MSM Modifikasi. Jurnal Sains dan Seni ITS. 7(2): E39-E41.
- [7] Hatmanti, A. 2000. Pengenalan *Bacillus Spp*. Oseana, 25(1): 31-41.
- [8] Komala, Dela Ratna,2019. Pengaruh perbandingan sari edamame dengan sari Black Mulberry dan konsentrasi penstabil terhadap karakteristik minuman edamuberry. Program studi Teknologi Pangan. Fakultas Teknik Univesitas Pasundan Bandung.
- [9] Rahayu,A.T.2015. Media Alternatif untuk pertumbuhan Bakteri Menggunakan Sumber Karbohidrat yang berbeda. Siminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS 2015
- [10] Rizky,WD.2013 Pengaruh Kandungan tepung bulu ayam sebagai Media pertumbuhan Bakteri *Esherichia coli*. Semarang. Jurusan analis Kesehatan, Poltekkes Semarang.
- [11] Rasyid,A, 2004, Beberapa catatan tentang agar, Oseanea,volume XXIX nomor 2, 2004. Pusat penelitian Oseanografi LIPI .Jakarta.
- [12] Suyono dan Susijohadi, 1994. Bercocok Tanam Edamame (vegetable Soybean). Fakultas Pertanian. Universitas Jember
- [13] Soeparno,2005. Ilmu dan Teknologi Daging. Gadjah Mada Universty Press, Yogyakarta.
- [14] Suharjo,Harper,J.L, deaton.J.B dan Driskel,A.j.1986.Pangan, Giz dan Pertanian. Jakarta UI Press.
- [15] Suryanie.2000. Metode Pembuatan Media Pertumbuhan Kuman dari Ekstrak Daging Sapi. Media Kedokteran Hewan .Vol.15.No.5. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya.
- [16] Soesanto, L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman, Suplemen ke Gulma dan Nematoda. Rajawali Pers. 573 p.
- [17] United States Departemen Of Agriculture (2021), Plant Profile for Glycine max (soybean) .Plant home/USD.gov/NRCS (diakses pada 4 April 2021).
- [18] Wiwik Tyasningsih dan Suryanie.1999. Pembuatan Media Pertumbuhan Kuman dari Ekstrak Daging Sapi. Media Kedokteran Hewan .Vol.15.No.4. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya.
- [19] NanikAndayani, Dian Nurhayati dan Muh. Djabir Saing. 2022. Optimalisasi Pertumbuhan Bakteri *E.coli* dan *Bacillus subtillis* pada media Media Edamame Agar . Jurusan Teknologi Pertanian. Politeknik Negeri Jember.
- [20] Jawet, E., Melnick, J.L & Adelberg,E,A. 2005. Mikrobiologi Kedokteran, diterjemahkan oleh Mudihardi, E., kuntaman, Wasito, E. B., Mertaniasih, N. M., Harsono, S., Alimsardono, L., Edosi XXII, 327-335, 362-363, Penerbit Salemba Medika, Jakarta.
- [21] Suarsana,2016. Konsumsi daging Sapi Bali dan Pengaruhnya Pada Profil lipo Protein Plasma Tikus. Buletin Veteriner Udayana, (darin 0, 8(10:86-92
- [22] Zaki, I . 2012. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Mikrobiologi Biskuit Bayi Dengan Substitusi Tepung Labu Kuning (Cucurbita Moschata) Dan Tepung Ikan Patin (Pangasius Spp) Sebagai MP- ASI, (Tesis), Universitas Diponegoro.



Rancang Bangun Alat Perkecambahan Benih (Germinator) Portabel

Design of a Portable Seed Germinator (Germinator)

Prayitno^{*1}, Saiful Mukhlis¹, Budi Hariyanto²

¹ Program Studi Teknik Produksi Benih Politeknik Negeri Jember

² Program Studi Produksi Tanaman Perkebunan Politeknik Negeri Jember

*prayitno_2@polije.ac.id

ABSTRAK

Pengujian daya berkecambah merupakan salah satu pengujian mutu benih yang harus dilakukan untuk mengetahui berapa persentase daya berkecambah benih. Dalam pengujian daya dan kecepatan berkecambah dibutuhkan kondisi optimum pada media perkecambahan, suhu dan kelembaban. Pengujian perkecambahan benih bisa dilaksanakan di laboratorium maupun rumah kaca atau green house. Pengujian perkecambahan di laboratorium memerlukan sebuah alat yang dapat menciptakan lingkungan dengan kondisi optimum untuk perkecambahan. Tujuan penelitian ini untuk merancang alat perkecambahan benih yang mudah digunakan, bersifat mobil, serta akurasi alat baik untuk pengujian benih. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor 1 adalah jenis alat germinator, meliputi : G1: Germianator IPB, G2 : Germinator Jaya Teknik dan G3 : germinator rancangan/potable. Sedangkan faktor 2 adalah macam benih, meliputi B1: benih jagung, B2 : benih kacang tanah, B3: benih kedelai dan B4: benih padi.. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan alat germinator rancangan/portable pada uji daya berkecambah didapatkan hasil tertinggi sebesar untuk semua jenis benih kecuali kacang tanah. Pada pengujian kecepatan berkecambah penggunaan germinator rancangan/portabel juga memberikan nilai persentase tertinggi untuk semua jenis benih, kecuali kacang tanah. Penggunaan germinator rancangan/portable mudah digunakan, mudah dipindahkan/mobil, dan tahan karat karena terbuat dari bahan aluminium.

Kata kunci — rancang bangun, germinator, daya kecambah, kecepatan kecambah

ABSTRACT

Germination test is one of the seed quality tests that must be carried out to find out what percentage of seed germination is. In its implementation, germination testing requires optimum conditions on germination media, temperature and humidity. Seed germination testing can be carried out in the laboratory or greenhouse or green house. Germination testing in the laboratory requires a tool that can create an environment with optimum conditions for germination. The purpose of this study was to design a germination tool that is easy to use, mobile, and has good accuracy for seed testing. The study used a completely randomized design (CRD) with 2 factors. Factor 1 was the type of germinator device, including: G1: Germianator IPB, G2: Germinator Jaya Teknik and G3: Germinator design/potable. While factor 2 is the type of seed, including B1: corn seed, B2: peanut seed, B3: soybean seed and B4: rice seed. seeds except peanuts. In the test of germination speed using a designed/portable germinator also gave the highest percentage value for all types of seeds, except peanuts. The use of a design/portable germinator is easy to use, easy to move/car, and rust resistant because it is made of aluminum.

Keywords — design, germinator, germination rate, germination speed

1. Pendahuluan

Perkecambahan atau germinasi merupakan tahap awal perkembangan tumbuhan khususnya tumbuhan berbiji. Dalam tahap ini, embrio di dalam benih yang semula berada pada kondisi dorman mengalami sejumlah perubahan fisiologi yang menyebabkan benih berkembang menjadi tumbuhan muda yang disebut sebagai kecambah. Perkecambahan benih menjadi salah satu tolak ukur dari kualitas benih. Semakin tinggi prosentasi perkecambahan atau viabilitas benih maka semakin bagus kualitas benih tersebut.

Pengujian daya berkecambah merupakan salah satu pengujian mutu benih yang harus dilakukan untuk mengetahui berapa persentase daya berkecambah benih. Dalam pengujian daya dan kecepatan berkecambah dibutuhkan kondisi optimum pada media perkecambahan, suhu dan kelembaban. Pengujian perkecambahan benih bisa dilaksanakan di laboratorium maupun rumah kaca atau green house. Pengujian perkecambahan di laboratorium memerlukan sebuah alat yang dapat menciptakan lingkungan dengan kondisi optimum untuk perkecambahan.

Alat perkecambahan yang diperlukan untuk pengujian perkecambahan di laboratorium biasa disebut dengan Germinator. Tingginya harga germinator membuat terbatasnya jumlah germinator yang ada di laboratorium. Terbatasnya jumlah germinator sering menyebabkan praktikum pada kegiatan perkecambahan menjadi sedikit terganggu. Selain pengujian di laboratorium dan pada kegiatan praktikum, kegiatan pengujian Daya Berkecambah di tingkat petani juga mengalami kendala yaitu keterbatasan penyediaan alat pengujian kecambah karena minimnya anggaran biaya. Dengan adanya permasalahan tersebut Diperlukan adanya modifikasi alat germinator yang lebih ekonomis dengan konsep sederhana namun tetap dapat memenuhi kondisi optimum yang dibutuhkan saat proses perkecambahan. Selain alat perkecambahan benih ekonomis, diperlukan pula inovasi metode baru dalam pengujian daya berkecambah.

2. Tinjauan Pustaka

Germinator merupakan alat yang digunakan sebagai tempat benih untuk berkecambah dengan lingkungan

perkecambahan yang sesuai benih berkecambah. Germinator ini biasa digunakan pada Laboratorium Benih pada instansi Perguruan Tinggi, instansi pemerintahan dibidang pertanian, balai-balai penelitian dibidang perbenihan dan Industri Perbenihan. Instansi pemerintahan dibidang pertanian salah satunya Balai Penelitian Tanaman Hortikultura (BPTH).

BPTH menyatakan bahwa pembenihan digunakan untuk mengembangkan benih dalam keadaan gelap atau terang, atau direncanakan benih dengan perlakuan awal untuk memecahkan dormansi/istirahat, misalnya prapendinginan (precheling). Germinator ruang adalah perubahan dari tempat penetasan, namun cukup terbuka bagi para ahli untuk masuk ke dalamnya untuk melakukan pengujian. Ruang penetasan dan germinator sangat terlindungi dan dilengkapi dengan sistem penghangat dan pendingin untuk memastikan suhu tetap konsisten sesuai kebutuhan. Suhu ruang germinator harus seragam di semua permukaan untuk menjamin bahwa semua contoh di germinator berada di dalam batas suhu yang telah ditentukan (20C) atau perlakuan. Jika ruang germinator tidak memiliki sistem yang memungkinkan perubahan suhu, pengujian dapat dipindahkan dari ruang germinator ke ruang germinator lain dengan suhu yang berbeda untuk mencapai siklus perdagangan yang ideal. Pengujian perlu air yang cukup untuk perkecambahan agar tidak mengering. Hal ini dapat dilakukan dengan menjaga tingkat kelembaban yang tinggi pada ruang germinator.

Perkecambahan di tempatkan pada keadaan yang optimal. Pengujian perkecambahan benih adalah menempatkan benih pada media yang dapat menjaga kelembapan, tidak meracuni benih, serta iklim yang sesuai dengan fase perkecambahan benih (memerlukan cahaya atau tidak). Selain itu, besaran ukuran benih juga menentukan cara pengujian. Benih berukuran sedang hingga besar diuji menggunakan teknik UKDp (Tes pada Paper Moves Laid out in plastic). Sementara itu, benih berukuran kecil hingga sedang diuji menggunakan UDK (Uji di atas Kertas) atau UAK (Ujian Antar Kertas). Tahapan pengujian perkecambahan benih dengan metode UKDp adalah sebagai berikut: lima lembar kertas jerami dijenuhkan sampai lembab. Tiga lembar



diletakkan di atas plastik dengan ukuran sedikit lebih besar dari kertas. Kemudian benih sebanyak 25 butir disusun di atas kertas. Selanjutnya ditutup dengan dua lembar kertas dan dipindahkan ke atas plastik. Untuk sementara, UAK membutuhkan cawan petri sebagai wadahnya. Kertas merang dicetak sesuai ukuran cawan petri. , letakkan tiga lembar ke atas. Kemudian direndam dan lebih dari 25 benih diatur di atasnya. Setiap pengujian membutuhkan metode perkecambahan benih berbeda.

Alat perkecambahan benih digunakan untuk meletakkan benih yang telah diuji. Alat perkecambahan yang dikenal adalah tipe APB IPB 73-2A, IPB 73-2B, IPB 73-2A/B, IPB 72-1, dan IPB 81-2A yang dibuat oleh Sjamsoe'oed Sadjad tanpa bergantung pada hardware yang tidak dikenal dalam pengujian benih secara langsung. Setiap pengujian menggunakan metode perkecambahan benih yang berbeda dengan indikator kualitas benih (ukuran benih dan sumber cahaya). Jenis germinator IPB 73-2A dan IPB 73-2A/B digunakan untuk teknik UDK (Top Paper Test) digunakan untuk pengujian benih kecil yang membutuhkan banyak cahaya dalam perkecambahannya dan UAK (Between Paper Test), IPB 73 -2B digunakan dalam metode UKDdP (Moved Paper Test lay out on Plastic) untuk benih berukuran kecil hingga sedang, IPB 72-1 untuk UKDdP benih berukuran sedang hingga besar dan IPB 81-2A untuk teknik UKD (Moved Paper Test)/ Moved Paper Test) yang membutuhkan cahaya terang untuk perkecambahan secara terus-menerus. Substrat untuk pengujian benih berupa kertas jerami yang telah dibuat oleh Sjamsoe'oed Sadjad sekitar tahun 1964. Talei et al. (2012) mengungkapkan bahwa mematahkan dormansi pada biji Sambiloto dengan menggunakan amplas juga memberikan daya kecambah yang paling tinggi dan daya kecambah yang paling cepat bila dibandingkan dengan metode skarifikasi fisik dan bahan lainnya. Benih diampelas pada sisi punggung benih dan tepinya sehingga tidak menyentuh organisme yang belum berkembang.

Sadjad (2008) menyatakan bahwa media perkecambahan baik waktu maupun keadaan ekologi perkecambahan harus ideal untuk memenuhi semua yang dibutuhkan oleh benih sehingga masuk akal dan mengatasi

kemungkinan perkembangan benih dalam kondisi lapangan yang ideal.

Penelitian menunjukkan bahwa metode uji perkecambahan dengan ecogerminator tipe IPB 72-1 (suhu 27 – 30 0C) terhadap benih padi (*Oryza sativa*) dapat menggantikan metode perkecambahan standar ISTA yang menggunakan germinator standar (suhu 23 – 24 0C) karena daya berkecambah (DB) tidak berbeda antara ecogerminator (90,4 – 93,4%) dan germinator standar (91,6 – 92,8%).

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Juni sampai Desember 2022 di laboratorium Teknologi Benih Jurusan Produksi Pertanian Politeknik Negeri Jember.

Bahan yang digunakan meliputi : plat alumunium , kabel, hollow alumunium, lampu DOP, kaca, viting, pengatur suhu digital, saklar, paku Rivet , benih jagung, kacang tanah, kedelai, padi. Sedangkan alat yang digunakan meliputi: pemotong besi, alat bengkel las, germinator IPB, germinator, Jaya Teknik, dan alat lain pendukung.

Metode pengujian hasil peralatan dilakukan pengamatan dan pengukuran secara langsung dari hasil pengujian dengan membandingkan alat germinasi tipe/model lainnya. Metode percobaan dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 faktor, yaitu: faktor pertama adalah jenis alat germinator yang berbeda terdiri dari germinator IPB 73-2A (G1), Germinator Jaya teknik (G 2), dan germinator portabel yang di rancang (G3). Sedangkan faktor kedua jenis benih berbeda, yaitu benih jagung (B1), benih Kacang tanah (B2), benih Kedelai (B3) , dan benih padi (B4) .

Pengujian alat dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian/performa alat , pengujian meliputi daya berkecambah benih dan kecepatan kecambah benih. Metode pengujian benih jagung, padi, kedelai dan kacang tanah dengan uji kertas digulung didirikan di atas plastik (UKDdP).

3.1. Pengujian Daya Kecambah

- Kertas uji di basahi dengan air bersih (pH 6-7)
- Kertas ditiriskan dengan cara pres dengan alat pres kertas.
- Benih (jagung, padi kedelai) di tata diatas kertas sejumlah 100 butir
- Benih ditutup kembali dengan kertas dan digulung
- Kegiatan diulang sebanyak 4 kali sesuai standart ISTA.
- Benih yang di gunakan untuk pengujian diletakkan di 3 alat germinator.
- Pengamatan DK (daya kecambah dilakukan 2 kali, first count dan final count)
 - Benih jagung dan kedelai hari ke 4 dan 7
 - Benih padi hari ke 7 dan 14
- Evaluasi kecambah: normal, abnormal, benih keras (Hard Seed), benih segar tidak tumbuh (Fresh Seed), mati, mulai pengamatan first count dan final count

Cara Perhitungan:

$$\%DB: \frac{\text{Jumlah kecambah normal first count} + \text{final count}}{\text{Jumlah benih yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

3.2. Pengujian Kecepatan Berkecambah

- Kertas uji di basahi dengan air bersih (pH 6-7)
- Kertas ditiriskan dengan cara pres dengan alat pres kertas.
- Benih di tata diatas kertas sejumlah 100 butir
- Benih ditutup kembali dengan kertas dan digulung
- Kegiatan diulang sebanyak 4 kali sesuai standart ISTA .
- Benih yang di gunakan untuk pengujian diletakkan di 3 alat germinator.
- Pengamatan Kecepatan berkecambah dilakukan tiap hari (mulai hari 1 sampai hari ke 7)
- Evaluasi kecambah : normal, abnormal, benih keras (Hard Seed),benih segar tidak tumbuh (Fresh Seed), mati.

Cara Perhitungan:

$$\%KCB = \frac{\text{Jumlah kecambah normal} - \text{Jumlah benih}}{\text{hari ke} \dots} \times 100\%$$

Data hasil pengujian di lakukan analisis menggunakan model matematika dengan membandingkan antar perlakuan pengujian alat. Selanjutnya di buat model grafik untuk memudahkan pembacaan hasil pengujian.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil

Hasil penelitian rancang bangun alat perkecambahan benih (germinator) portable.

Berdasarkan hasil pengujian daya berkecambah dan kecepatan berkecambah terhadap 3 alat germinator meliputi germinator portabel/rancang bangun, germinator IPB type 73-2A dan germinator Jaya Teknik (besar) dengan komoditas jagung, kacang tanah, kedelai, dan padi. Didapatkan hasil pengujian seperti tabel di bawah ini:

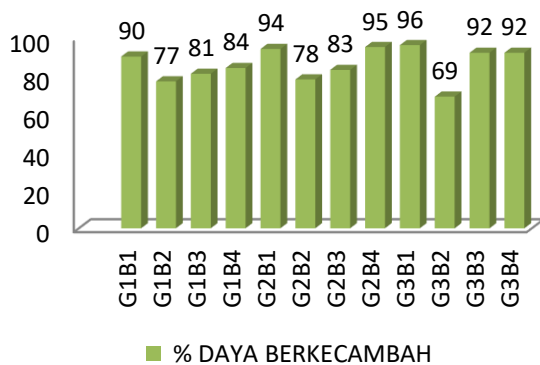
Tabel 1. Persentase Daya dan Kecepatan Berkecambah dari pengujian 3 Alat Germinator

PERLAKUAN	DAYA KECAMBAH (%)	KECEPATAN KECAMBAH (%)
G1B1	90	15,51
G1B2	77	15,00
G1B3	81	15,32
G1B4	84	12,19
G2B1	94	16,67
G2B2	78	15,60
G2B3	83	15,40
G2B4	95	16,56
G3B1	96	17,35
G3B2	69	13,70
G3B3	92	17,79
G3B4	92	18,00

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa persentase daya berkecambah benih dengan berbagai alat germinator didapatkan hasil yang beragam sesuai jenis komoditas. Metode pengujian benih untuk komoditas jagung, kedelai, kacang tanah dan padi menggunakan metode UKDdP (Uji Kertas Digulung didirikan di atas Plastik).



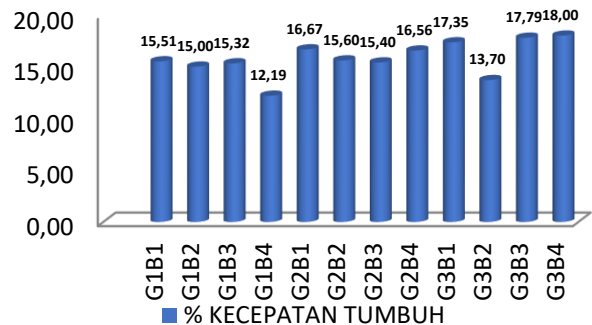
Hasil perhitungan persentase daya berkecambah benih terhadap tiga alat germinator didapatkan hasil dimana persentase daya kecambah untuk benih jagung tertinggi pada perlakuan G3B1 (Germinator portable/rancangan) dengan besaran prosentase daya kecambah 96%. Persentase daya berkecambah untuk benih kacang tanah tertinggi pada perlakuan G2B2 (germinator jaya teknik) dengan persentase daya kecambah 78%. Persentase daya berkecambah untuk benih kedelai tertinggi pada perlakuan G3B3 (germinator portable/rancangan) dengan persentase daya kecambah 92%. Persentase daya berkecambah untuk benih padi tertinggi pada perlakuan G2B4 (germinator jaya teknik) dengan persentase daya kecambah 95%. Gambar tersaji dibawah ini.



Gambar 1. Persentase daya berkecambah benih dari 3 alat germinator

Hasil perhitungan persentase kecepatan berkecambah benih terhadap tiga alat germinator didapatkan hasil dimana persentase daya kecambah untuk benih jagung tertinggi pada perlakuan G3B1 (Germinator portable/rancangan) dengan besaran persentase kecepatan kecambah 17,5%. Persentase kecepatan berkecambah untuk benih kacang tanah tertinggi pada perlakuan G2B2 (germinator jaya Teknik) dengan persentase kecepatan kecambah 15,40%. Persentase daya berkecambah untuk benih kedelai tertinggi pada perlakuan G3B3 (germinator portable/rancangan) dengan persentase kecepatan kecambah 17,79%. Persentase daya berkecambah untuk benih padi tertinggi pada perlakuan G3B4 (germinator

portable/rancangan) dengan persentase daya kecambah 18%. Gambar tersaji dibawah ini.



Gambar 2. Persentase kecepatan berkecambah benih dari 3 alat germinator

4.2. Pembahasan

Hasil pengujian alat berdasarkan nilai persentase daya berkecambah terhadap 4 komoditas memberikan hasil dimana alat germinator portabel hasil rancangan/rekayasa mempunyai akurasi dan presisi alat yang cukup baik dibandingkan dengan alat sejenis seperti germinator IPB type 73-2A serta germinator produksi jaya yang bersifat statis. Germinator rancangan bersifat portabel untuk mudah di pindah sesuai keperluan atau bersifat mobil. Selain itu alat ini dibuat dari bahan alumunium sehingga ringan dan tahan karat sesuai dengan keperluan pengujian mutu benih dilaboratorium, baik untuk kegiatan praktikum mahasiswa, pengujian dari masyarakat maupun petani tanaman hortikultur.

Berdasarkan hasil pengujian daya berkecambah nilai rerata dari semua komoditas yang diuji, nilai tertinggi persentase daya kecambah didapatkan dari alat germinator portabel/ rancangan yaitu diatas 90 %. Hal ini memberikan informasi bahwa alat hasil rancangan mempunyai kualitas cukup baik karena di lengkapi dengan wadah air dan sumber cahaya yang cukup, baik itu sumber cahaya dari luar atau matahari karena dinding terbuat dari kaca pada 3 sisi sehingga cahaya mudah masuk. Selain itu dilengkapi dengan lampu DOP yang dapat digunakan apabila sumber cahaya tidak ada/cuaca mendung serta dapat digunakan untuk meningkatkan suhu khusus pada pengujian/perkecambahan benih tertentu. Sedangkan untuk mengatur suhu dan

kelembaban dilengkapi dengan pengatur suhu/kelembaban digital.

Hasil diatas sesuai penelitian Faisal et al (2022), tingginya viabilitas benih dipengaruhi oleh kondisi alat perkecambahan benih yang optimal sehingga benih berkecambah dengan baik yang ditunjukkan dengan performa benih yang baik. Pratama et al (2014) alat yang mendukung akan berpengaruh terhadap kemampuan tumbuh benih.

Kuswanto (1996) menyatakan set of faktor yang terdiri dari air, suhu, cahaya dan komposisi gas. Ada 2 faktor yang berpengaruh terhadap perkecambahan yaitu faktor internal (kadar air awal, viabilitas awal dan fisik benih). Sedangkan faktor eksternal adalah media perkecambahan, suhu, kelembaban dan intensitas cahaya.

Penambahan sumber cahaya dalam rancangan germinator memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap daya kecambah. Hal ini terlihat dari hasil persentase daya kecambah dan penampakan kecambah yang lebih hijau dengan vigor tanaman yang lebih baik. Hal ini sesuai pendapat Kumalasari dan Arief (2015) tumbuhan jagung yang ditanam di tempat yang terang akan berwarna hijau segar, sedangkan yang kurang cahaya akan berwarna hijau muda dan sedikit pucat sampai kuning pucat. Rosida et al., (2015) menyatakan standart minimal berkecambah benih harus terpenuhi untuk menjaga kualitas vigor salah satunya adalah cahaya.

Kecepatan berkecambah tertinggi didapatkan dari hasil pengujian dengan alat germinator portable/rancangan untuk benih padi, kedelai, dan jagung. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan sumber cahaya tambahan yang terpasang dalam alat germinator dapat mempercepat proses perkecambahan benih. Kumalasari dan Arief (2015) menyatakan kecepatan berkecambah yang tinggi memberikan gambaran vigor tanaman tinggi serta tahan terhadap kondisi lingkungan yang kurang sesuai. Gairola et al (2011) menyatakan spesies benih yang berbeda mempunyai respon suhu yang berbeda.

Suhu dalam alat perkecambahan/germinator berpengaruh terhadap kecepatan tumbuh/berkecambah benih (Rusmin et al., 2014). Copeland dan Mc Donald

(2011) menyatakan proses perkecambahan benih juga di tentukan oleh cahaya yang di terima.

5. Kesimpulan danSaran

5.1. Kesimpulan

- Alat perkecambahan benih (germinator) hasil rancangan memberikan performa terbaik terhadap hasil pengujian.
- Interaksi antara perlakuan jenis alat germinator dan macam benih memberikan nilai daya dan kecepatan berkecambah benih yang berbeda.
- Penambahan implemen sumber cahaya dan pengatur suhu dalam germinator memberikan pengaruh positif terhadap hasil perkecambahan.

5.2. Saran

Perlu pengujian lebih lanjut mengenai kestabilan alat, dan alat perlu di uji dengan benih yang berbiji keras untuk pengembangan alat germinator lebih luas penggunaannya.

Daftar Pustaka

- [1] Buletin. Agrohorti 3 (1): 18-27 (2015)
- [2] Copeland dan Mc Donald (2011) *Principle of Seed Science and Technology*. New York . Kluwer Akademik Publisher
- [3] Faisal, Ismadi, M.Rafli. 2022. *Upaya peningkatan performaperkecambahan benih dalam pengujian di Laboratorium melalui perancangan alat pengecambahan benih yang ideal*. Vol.19 No.1 Jurnal Agrium.
- [4] Gairola KC, AR Nautiyal and AK Dwivedi. 2011. *Effect of Temperatures and Germination of Jatropha curcas Linn*. Adv. Biores.2 (2):66-71
- [5] Oom Kumalasari, R.Arief .2015. *Pengaruh cahaya dan lama penyimpanan terhadap mutu benih jagung*. Balitsereal. Litbang pertanian
- [6] Rosida, A., M. Sari, A. Qodir. *Pendugaan vigor daya simpan benih kubis menggunakan metode pengusangandengan etanol*. J.Hort. Indonesia.
- [7] Rusmin D, FC Suwarno, I Darwati, S Ilyas (2014), *Pengaruh suhu dan media perkecambahan terhadap viabilitas dan vigor benih Purwoceng untuk menentukan metode perkecambahan benih*. Bul. Littro, 25 (1)
- [8] Sadjad, S. 2008. *The Phylosophy of Seed*. Bogor (ID): IPB
- [9] Suyanto, 2011, *Analisis regresi dan uji hipotesis*, Yogyakarta.



- [10] Pratama, M. Baskara, B. Guritno. 2014 *Pengaruh ukuran biji dan kedalaman tanah terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (Zea mays)*. Jurnal Produksi Tanaman 7(2).
- [11] *Validasi Metode Uji Viabilitas Menggunakan Ecogerminator Tipe IPB 72-1 Pada Beberapa Varietas Padi (Oryza sativa L.)*. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/86657>
- [12] BPTH, 2011, *Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura*, Kementerian Pertanian 327-335, 362-363, Penerbit Salemba Medika, Jakarta.



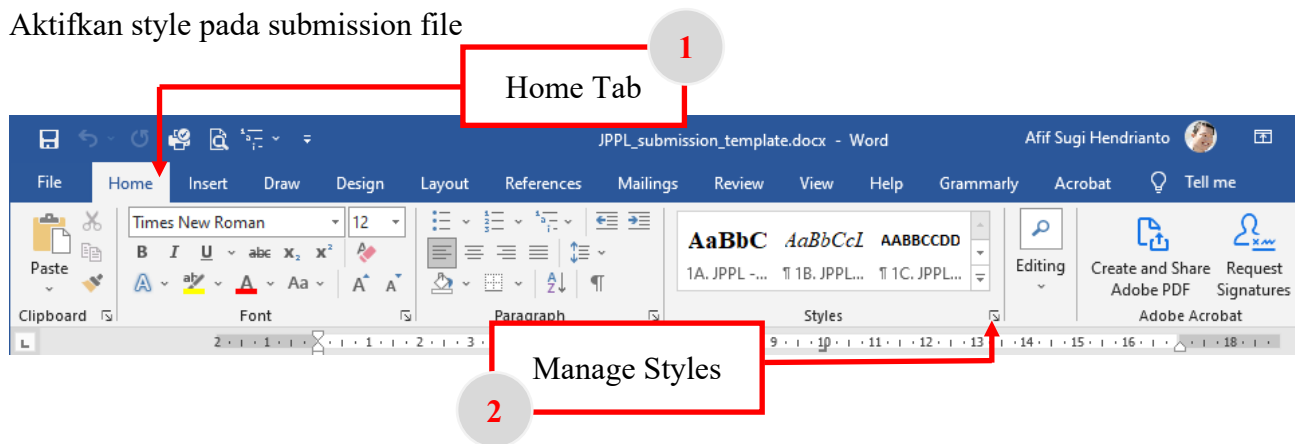
Jurnal Pengembangan Potensi Laboratorium menyediakan template jurnal, Adapun nama file sebagai berikut:

[JPPL_submission_template.docx](#)

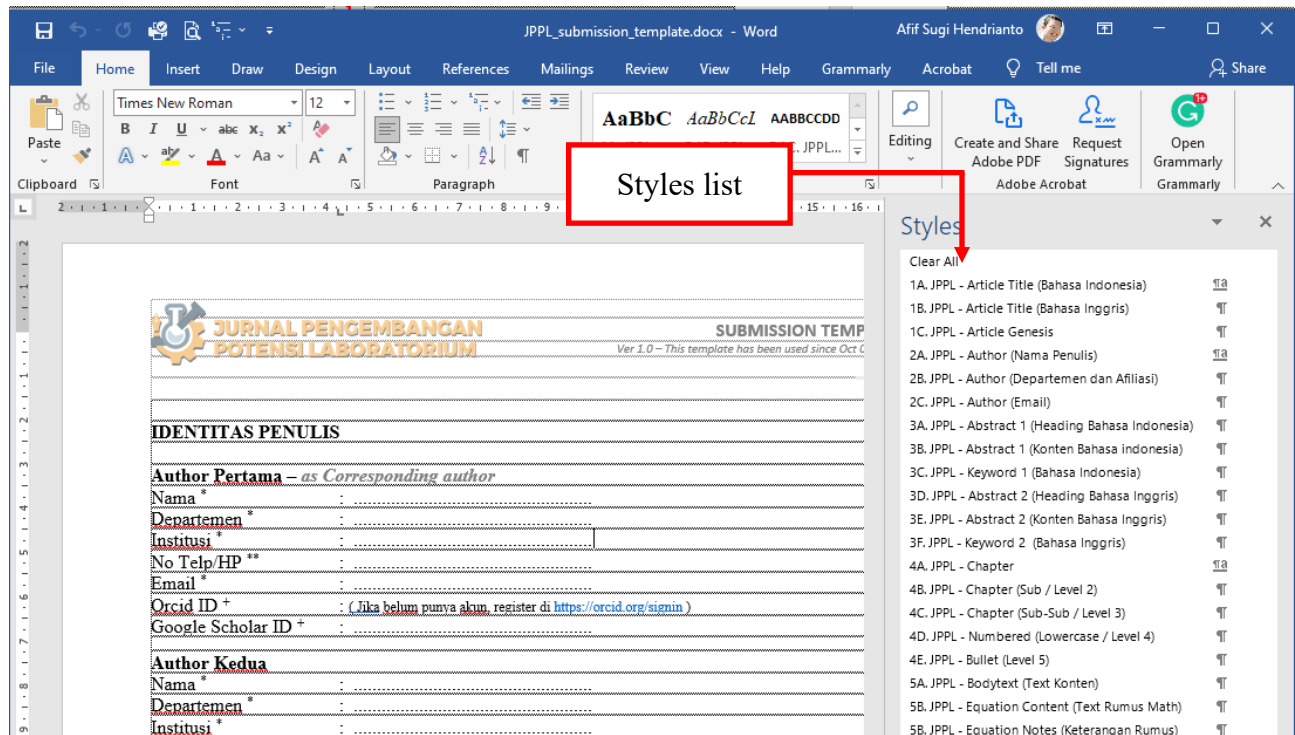
Kami menyarankan untuk membuka file menggunakan versi Microsoft Office Word 2010 atau yang lebih baru, untuk memastikan bahwa desain dan gaya berfungsi dengan baik.

GET STARTED

Aktifkan style pada submission file



Daftar gaya muncul di sebelah kanan



1. Article Title and Genesis

Code	Style	Used for
1A	JPPL - Article Title (Bahasa Indonesia)	Judul artikel berbahasa Indonesia
1B	JPPL - Article Title (Second Lang)	Judul artikel berbahasa Inggris
1C	JPPL - Article Genesis	Article Genesis “ <i>Hanya diisi oleh Editor</i> ”

2. Author’s

Code	Style	Used for
2A	JPPL - Author (Nama Penulis)	Nama penulis
2B	JPPL - Author (Departemen dan afiliasi)	Jurusan/fakultas/unit , Univ/Institusi
2C	JPPL - Author (Email)	Corresponding author email

3. Abstract and Keyword

Code	Style	Used for
3A	JPPL - Abstract 1 (Heading Bhs Indo)	Judul Abstrak Berbahasa Indonesia
3B	JPPL - Abstract 1 (Konten Bhs Indo)	Konten Abstrak Berbahasa Indonesia
3C	JPPL - Keyword 1 Bhs Indo)	Kata Kunci Berbahasa Indonesia
3D	JPPL - Abstract 2 (Heading Bhs Inggris)	Judul Abstrak Berbahasa Inggris
3E	JPPL - Abstract 2 (Konten Bhs Inggris)	Judul Abstrak Berbahasa Inggris
3F	JPPL - Keyword 2 (Bhs Inggris)	Konten Abstrak Berbahasa Inggris

4. Chapter list

Code	Style	Used for
4A	JPPL - Chapter	Chapter – level 1
4B	JPPL - Chapter (Sub / Level 2)	SubChapter – level 2
4C	JPPL - Chapter (Sub-Sub / Level 3)	SubSubChapter – level 3
4D	JPPL - Numbered (Lowercase / Level 4)	Numbered – lowcase / level 4
4E	JPPL - Bullet (Level 5)	Bullet – Dot list / level 5

5. Content

Code	Style	Used for
5A	JPPL - Bodytext (Text Konten)	Paragraph / text only
5B	JPPL - Equation Content	Rumus dan Penulisan Konten Matematika
	JPPL - Equation Notes	Keterangan Rumus

6. Table

Code	Style	Used for
6A	JPPL - Table (Judul Tabel)	Penomoran otomatis judul tabel
6B	JPPL - Table (Heading Box)	Table headings – top of box
6C	JPPL - Table (Konten)	Konten tabel
6D	JPPL - Table (Sumber Tabel)	Sumber akuisisi tabel
6E	JPPL - Table (Keterangan Tabel)	Keterangan tabel

7. Figure

Code	Style	Used for
7A	JPPL - Figure (Judul Gambar)	Penomoran otomatis judul gambar/grafik
7B	JPPL - Figure (Konten Gambar)	Hanya untuk konten grafik dan tidak tersedia untuk gambar
7C	JPPL - Figure (Sumber Gambar)	Sumber perolehan gambar
7D	JPPL - Figure (Keterangan Gambar)	Keterangan gambar

8. References

Code	Style	Used for
8A	JPPL - References (Daftar Pustaka)	Daftar Pustaka

PAGE LAYOUT

Paper size : A4 (21 cm x 29.7 cm)
Margin : Top 2 cm, Bottom 2 cm, Left 2 cm, Right 2 cm
1 Column : Width 17 cm
2 Columns : Width 8.25 cm, Spacing 0.5 cm

CHAPTER NUMBERING

1. Chapter (Level 1)

1.1. Sub Chapter (Level 2)

1.1.1. Sub-sub chapter (level 3)

1.1.2. Sub-sub chapter (level 3)

1.2. Sub Chapter (Level 2)

2. Chapter (Level 1)

2.1. Sub Chapter (Level 2)

2.1.1. Sub-sub chapter (level 3)

a. Numbered lowercase (level 4)

• Bullet (level 5)

b. Numbered lowercase (level 4)

2.1.2. Sub-sub chapter (level 3)

Notes:

Chapter

Time New Roman, 12 pt, Bold, Capitalize Each Word

Sub Chapter

Time New Roman, 12 pt, Normal, Capitalize Each Word

Sub-sub chapter

Time New Roman, 12 pt, Italic, Sentence case

Numbered lowercase

Time New Roman, 12 pt, Normal, Sentence case

Bullet

Time New Roman, 12 pt, Normal, Sentence case

TABLE NUMBERING

Tabel 1. Judul tabel pertama berbahasa Indonesia

FIGURE NUMBERING

Gambar 1. Judul gambar pertama berbahasa Indonesia



Contoh Layout untuk 2 kolom

Interdum posuere lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit duis tristique sollicitudin nibh sit amet commodo nulla facilisi nullam vehicula ipsum a vestibulum mattis ullamcorper velit sed ullamcorper morbi arcu cursus vitae congue mauris rhoncus aenean vel elit scelerisque mauris pellentesque pulvinar pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et maecenas pharetra convallis posuere morbi leo (Ashriady et al., 2020)

Tabel 1. Judul tabel pertama dengan sumber dan keterangan tabel tercantum di bawah ini

HeadBox1	HeadBox 2	HeadBox 3
Content	Content	Content
Content	Content	Content

Source: Ashriady et al., 2020

Keterangan:

a. ullamcorper velit sed ullamcorper

b. purus viverra accumsan

Feugiat vivamus at augue eget arcu dictum varius duis at consectetur lorem donec massa sapien faucibus et molestie ac feugiat sed lectus vestibulum mattis ullamcorper velit sed ullamcorper morbi tincidunt ornare massa eget egestas purus viverra accumsan in nisl nisi scelerisque eu ultrices vitae auctor eu augue ut lectus arcu bibendum at neque vitae tempus quam. (Hayati et al., 2012)

Tabel 2. Judul tabel kedua hanya dengan sumber tercantum di bawah

HeadBox1	HeadBox 2	HeadBox 3
Content	Content	Content
Content	Content	Content

Source: lorem ipsum, 2021

Menurut Adiwena et al., 2020, Orci phasellus vestibulum mattis ullamcorper velit sed ullamcorper morbi egestas tellus rutrum tellus pellentesque eu tincidunt tortor aliquam nulla facilisi cras fermentum odio eu feugiat pretium nibh. Amet nisl purus in mollis nunc sed

id semper risus in hendrerit gravida rutrum quisque non tellus orci ac auctor augue mauris augue neque gravida in fermentum et sollicitudin ac orci phasellus egestas tellus rutrum tellus pellentesque eu tincidunt tortor aliquam nulla facilisi cras fermentum.

Tabel 3. Judul tabel ketiga hanya dengan keterangan tabel

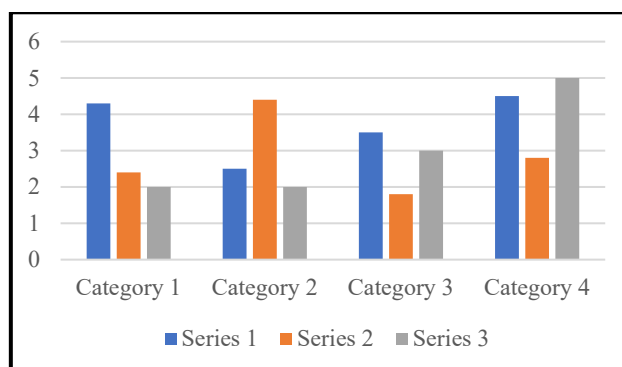
HeadBox1	HeadBox 2	HeadBox 3
Content	Content	Content
Content	Content	Content

Keterangan:

a. ullamcorper velit sed ullamcorper

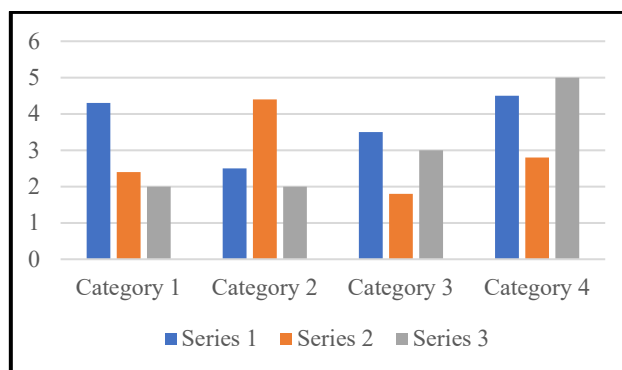
b. purus viverra accumsan

Consectetur lorem donec massa sapien faucibus et vestibulum mattis ullamcorper velit sed ullamcolum mattis vel pharetra vel turpis nunc eget lorem dolor sed viverra ipsum nunc facilisis gravida neque convallis a cras semper auctor neque vitae tempus et molestie ac feugiat sed lectus vestibulum mattis quam. (Javadzadeh & Yaqoubi, 2017)



Source: lorem ipsum, 2021

Gambar 1. Judul gambar pertama



Gambar 2. The chart title



Contoh Layout untuk multiple columns

Varius duis at consectetur lorem donec massa sapien faucibus et molestie ac feugiat sed lectus vestibulum mattis vel pharetra vel turpis nunc eget lorem dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a lorem dolor sed viverra ipsum nunc cras consectetur lorem semper auctor neque vitae tempus quam. (Wiratmaya, 2021)

Feugiat vivamus at augue eget arcu dictum varius duis at consectetur lorem donec massa sapien faucibus et molestie ac feugiat sed lectus vestibulum mattis ullamcorper velit sed ullamcorper morbi tincidunt ornare massa eget egestas purus viverra accumsan in nisl nisi scelerisque eu ultrices vitae auctor eu augue ut lectus arcu bibendum at neque vitae tempus

quam. Feugiat vivamus at augue eget arcu dictum varius duis at consectetur lorem donec massa sapien faucibus et molestie ac feugiat sed lectus vestibulum mattis ullamcorper velit sed ullamcorper morbi tincidunt ornare massa eget egestas purus viverra accumsan in nisl nisi scelerisque eu ultrices vitae auctor eu augue ut lectus arcu bibendum at neque vitae tempus quam. (Gusty et al., 2020)

Feugiat vivamus at augue eget arcu dictum varius duis at consectetur lorem donec massa sapien faucibus et molestie ac feugiat sed lectus vestibulum mattis ullamcorper velit sed ullamcorper morbi tincidunt ornare massa eget egestas purus viverra accumsan in nisl nisi scelerisque eu ultrices vitae auctor eu augue ut lectus arcu bibendum at neque vitae tempus quam. (Doudna et al., 2019)

Tabel 4. Judul tabel lain untuk beberapa kolom dengan sumber dan catatan tercantum di bawah ini

HeadBox1	HeadBox2	HeadBox3	HeadBox4	HeadBox5
Content	Content	Content	Content	Content
Content	Content	Content	Content	Content
Content	Content	Content	Content	Content
Content	Content	Content	Content	Content
Content	Content	Content	Content	Content

Source: lorem ipsum, 2021

Keterangan : a. ullamcorper velit sed ullamcorper
b. purus viverra accumsan

Feugiat vivamus at augue eget arcu dictum varius duis at consectetur lorem donec massa sapien faucibus ullamcorper ullamcorper velit sed ullamcorper morbi tincidunt ornare massa eget egestas purus viverra accumsan in nisl nisi scelerisque eu ultrices velit sed ullamcorper morbi tincidunt ornare massa eget egestas purus viverra accumsan in et molestie ac feugiat sed lectus vestibulum mattis ullamcorper velit.

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + b_n \sin \frac{n\pi x}{L} \right)$$

Keterangan :

x : Consectetur lorem donec massa sapien faucibus
b : Mattis ullamcorper velit sed ullamcorper
a : Feugiat vivamus at augue eget
n : Et molestie ac feugiat sed

Tabel 5. Judul tabel kelima hanya dengan sumber tercantum di bawah

HeadBox1	HeadBox 2	HeadBox 3
Content	Content	Content
Content	Content	Content

Source: lorem ipsum, 2021

Feugiat vivamus at augue eget arcu dictum varius duis at consectetur lorem donec massa sapien faucibus et molestie ac feugiat sed lectus vestibulum mattis ullamcorper velit sed ullamcorper morbi tincidunt ornare massa eget egestas purus viverra accumsan in nisl nisi scelerisque eu ultrices vitae auctor eu augue ut lectus arcu bibendum at neque vitae tempus quam. (Badan Pusat Statistik, 2020)



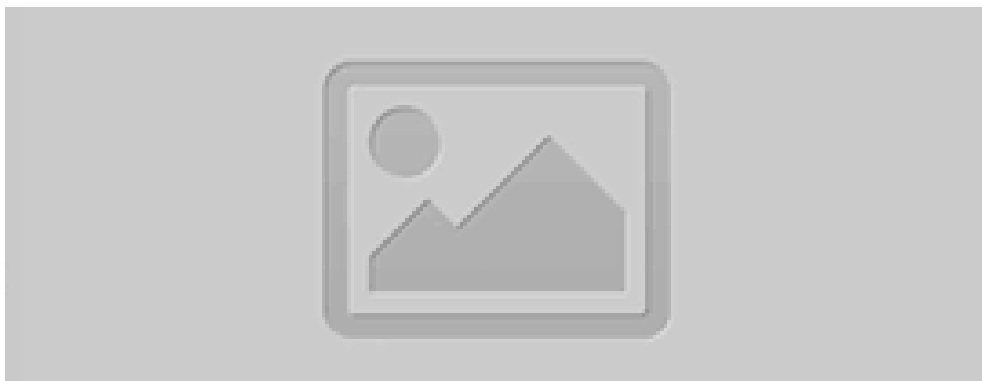
Contoh Layout untuk multiple columns



Source: lorem ipsum, 2021

Keterangan: a. ullamcorper velit sed ullamcorper
b. purus viverra accumsan
c. ullamcorper velit sed ullamcorper morbi tincidunt

Gambar 3. The figure title

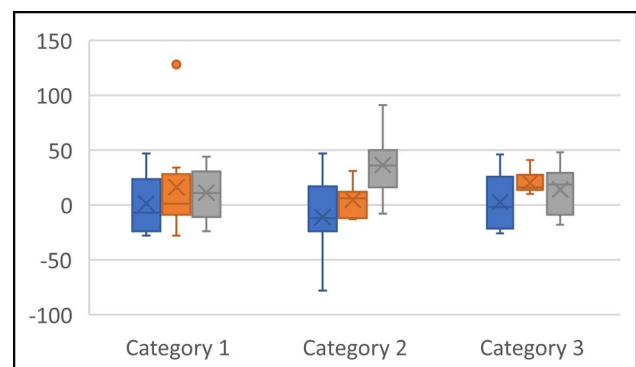


Source: lorem ipsum, 2021

Gambar 4. The other figure title

Porttitor lacus luctus accumsan tortor posuere ac ut consequat semper viverra nam libero justo laoreet sit amet cursus sit amet dictum sit amet justo donec enim diam vulputate ut pharetra sit amet aliquam id diam maecenas ultricies mi eget mauris pharetra et ultrices neque ornare aenean euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin sagittis nisl rhoncus mattis rhoncus urna neque viverra justo nec ultrices dui sapien eget mi proin sed libero enim sed faucibus turpis ante metus dictum at tempor in eu mi bibendum neque egestas congue quisque egestas diam in arcu cursus euismod quis viverra nibh cras pulvinar mattis nunc sed blandit libero volutpat sed cras ornare arcu dui vivamus arcu felis bibendum ut tristique et egestas quis ipsum suspendisse ultrices gravida dictum fusce ut placerat orci nulla pellentesque dignissim enim sit amet venenatis urna cursus eget nunc augue interdum velit pellentesque massa placerat

duis ultricies lacus sed turpis tincidunt id aliquet risus feugiat in ante metus dictum at tempor commodo ullamcorper eget mauris pharetra et ultrices a lacus elementum nisi quis eleifend quam adipiscing volutpat blandit aliquam etiam erat velit scelerisque in.



Source: lorem ipsum, 2021

Gambar 5. The chart title



REFERENCE

- Adiweni, M., Mardiana, F., Murti Laksono, A., Santoso, D., Wijaya, R., & Pradana, A. P. (2020). Seleksi dan Karakterisasi Pertumbuhan Cendawan Tanah Penghasil Enzim Protease Asal Rhizosfer Padi di Tarakan – Kalimantan Utara. *Peran Teaching Factory Di Perguruan Tinggi Vokasi Dalam Mendukung Ketahanan Pangan Pada Era New Normal*, 92–100. <https://doi.org/10.25047/agropross.2020.40>
- Ashriady, A., Satriani, G., & Nurdiana, N. (2020). Pendidikan Kesehatan Kader tentang Pantangan dan Anjuran Makan Selama Kehamilan pada Masyarakat Pesisir Desa Karampuang Kabupaten Mamuju. *J-Dinamika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 13–16. <https://doi.org/10.25047/j-dinamika.v5i2.1494>
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Tenaga Listrik yang Dibangkitkan Menurut Provinsi (GWh), 2017-2019*. <https://www.bps.go.id/indicator/7/864/1/tenaga-listrik-yang-dibangkitkan-menurut-provinsi.html>
- Doudna, J. A., Jinek, M., Chylinski, K., & Charpentier, E. (2019). *Methods and compositions for RNA-directed target DNA modification and for RNA-directed modulation of transcription* (Patent No. US11008590B2). <https://patentimages.storage.googleapis.com/fa/90/aa/1f4dca363fd030/US11008590.pdf>
- Gusty, S., Nurmianti, N., Muliana, M., Sulaiman, O. K., Ginantra, N. L. W. S. R., Manuhutu, M. A., Sudarso, A., Leuwol, N. V., Apriza, A., Sahabuddin, A. A., & others. (2020). *Belajar Mandiri: Pembelajaran Daring di Tengah Pandemi Covid-19*. Yayasan Kita Menulis.
- Hayati, M., Marlia, A., & Fajri, H. (2012). Pengaruh Varietas dan Dosis Pupuk SP-36 Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Agrista Unsyiah*, 16(1), 7–13. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/agrista/article/view/677/633>
- Javadzadeh, Y., & Yaqoubi, S. (2017). Therapeutic nanostructures for pulmonary drug delivery. In *Nanostructures for Drug Delivery* (pp. 619–638). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-46143-6.00020-8>
- Wiratmaya, A. C. (2021). *Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kehamilan Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis WEB* [Undergraduate thesis, Politeknik Negeri Jember]. <https://sipora.polije.ac.id/6372/>

REFERENCE STYLE: APA (American Psychological Association) 7th Edition

- [1] Adiweni, M. = **Proceedings**
Author. (Year). Article_title. *Proceedings_title*, Page. DOI/URL
- [2] Ashriady, A. = **Journal article with DOI**
Author. (Year). Article_title. *Journal_name*, Vol(No), Page. DOI
- [3] Badan Pusat Statistik = **Webpage**
Author. (Year). Page_title. URL
- [4] Doudna, J. A. = **Patent**
Author. (Year). Patent_title (Patent_number). URL.
- [5] Gusty, S = **Book / Monograph**
Author. (Year). Book_title. Publisher_name.
- [6] Hayati, M. = **Journal article with URL/PDF**
Author. (Year). Article_title. *Journal_name*, Vol(No). URL
- [7] Javadzadeh, Y. = **Chapter Book**
Author. (Year). Chapter_title. in *Book_title*. (pp. Page). Publisher_name. URL.
- [8] Wiratmaya, A. C. = **Skripsi / Thesis / Disertasi**
Author. (Year). Thesis_title [Thesis_genre, University]. URL

Anda dapat mempelajari Panduan lengkap tentang cara menulis referensi menggunakan APA Style di:
<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/references/examples>

