

**ISOLASI BAKTERI PENDEGRADASI SAMPAH
SAYUR DAN BUAH SEBAGAI *GREEN AGENT*
PEMBUATAN PUPUK KOMPOS**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains
dalam Ilmu Biologi



Oleh:

CAESARIA ROHMATUL HAYYI'LANA
NIM : 2008016037

**PROGRAM STUDI S-1 BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

**ISOLASI BAKTERI PENDEGRADASI SAMPAH
SAYUR DAN BUAH SEBAGAI *GREEN AGENT*
PEMBUATAN PUPUK KOMPOS**

SKRIPSI

Oleh:

**CAESARIA ROHMATUL HAYYI'LANA
NIM : 2008016037**

**PROGRAM STUDI S-1 BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Isolasi Bakteri Pendegradasi Sampah Sayur dan Buah
sebagai *Green Agent* Pembuatan Pupuk Kompos

Penulis : **Caesaria Rohmatul Hayyilana**

NIM : 2008016037

Jurusan : Biologi

Telah diujikan dalam sidang *tugas akhir* oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperolehgelarsarjana dalam Ilmu Biologi.

Semarang, 24 Juni 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang,

Sekretaris Sidang


Andang Syaifuldin, M. Sc
NIP : 198907192019031010


Tara Puri Ducha Rahmani, M. Sc
NIP : 198806132019032011

Penguji I,


Hafidha Asni Akmalia, M.Sc
NIP : 198908212019032013



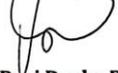
Penguji II,


Galih Kholifatun Nisa', M.Sc
NIP : 199006132019032018

Pembimbing I

Pembimbing II


Andang Syaifuldin, M. Sc
NIP : 198907192019031010


Tara Puri Ducha Rahmani, M.Sc
NIP : 198806132019032011

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Caesaria Rohmatul Hayyi'lana

NIM : 2008016037

Program Studi : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**ISOLASI BAKTERI PENDEGRADASI SAMPAH SAYUR DAN BUAH
SEBAGAI *GREEN AGENT* PEMBUATAN PUPUK KOMPOS**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya

Semarang, Maret 2024

Pernyataan,



Caesaria Rohmatul Hayyi'lana

NIM : 200801603

NOTA DINAS

Semarang, Maret 2024

Yth. Ketua Program Studi Biologi

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : Isolasi Bakteri Pendegradasi Sampah Sayur dan Buah sebagai *Green Agent* Pembuatan Pupuk Kompos

Nama : Caesaria Rohmatul Hayyi'lana

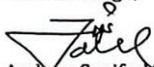
NIM : 2008016037

Program Studi : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing I,



Andang Syaifuddin, M.Sc.

NIP.198907192019031010

NOTA DINAS

Semarang, Maret 2024

Yth. Ketua Program Studi Biologi

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : Isolasi Bakteri Pendegradasi Sampah Sayur dan Buah sebagai *Green Agent* Pembuatan Pupuk Kompos

Nama : Caesaria Rohmatul Hayyi'lana

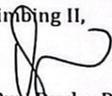
NIM : 2008016037

Program Studi : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing II,



Tara Purnama Ducha Rahmani, M.Sc.

NIP.1988066132019032011

ABSTRAK

Jumlah sampah sayur dan buah di pasar tradisional cukup melimpah sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan dan bau yang tidak sedap. Perwujudan *Green Agent* yang dapat dilakukan untuk mengurangi sampah sayur dan buah adalah menguraikan sampah tersebut dan mengubahnya menjadi kompos. Metode pengomposan yang diterapkan dengan mengisolasi bakteri yang mampu menguraikan sampah sayur dan buah agar mendapat isolat bakteri potensial. Sampel diambil dari 4 pasar tradisional pemasok sayur dan buah di Kota Semarang dan pengujian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Kampus 3 UIN Walisongo Semarang dan Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Balai Besar Standardisasi dan Pelayanan Jasa Pencegahan Pencemaran Industri (BBSPJPI) Semarang. Penelitian pada uji isolasi bakteri menggunakan media YEMA (*Yeast Extract Agar*) melalui uji amilolitik, selulolitik, dan proteolitik yang ditandai adanya zona bening pada isolat bakteri. Terdapat 3 isolat bakteri potensial dari uji amilolitik dengan nilai tertinggi dengan kode isolat SB 1: 21,30 mm, uji selulolitik dengan nilai tertinggi SB 1: 18,00 mm, dan uji proteolitik dengan nilai tertinggi SB 1 : 20,15 mm. Perbandingan pada uji TDS, pH, dan suhu pada komposter isolat bakteri EM4 dan tanpa EM4 memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Komposter isolat EM4 memiliki nilai TDS, pH, suhu yang lebih tinggi, menunjukkan bahwa mikroorganisme dalam komposter isolat EM4 membantu meningkatkan keseimbangan TDS, pH, suhu.

Kata kunci: *Bakteri, Komposter, Sampah sayur buah*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT. Yang telah memberi penulis kemampuan untuk menyelesaikan skripsi ini berkat rahmat dan Karunia-Nya yang tak terhitung jumlahnya. Sholawat beriring salam tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menunjukkan jalan yang benar bagi umat akhir zaman.

Naskah skripsi yang berjudul **“Isolasi Bakteri Pendegradasi Sampah Sayur dan Buah sebagai *Green Agent* Pembuatan Pupuk Kompos”**, disusun untuk melengkapi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana di UIN Walisongo Semarang. Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Nizar, M.Ag selaku Rektor UIN Walisongo Semarang;
2. Prof. Dr. Musahadi, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi;
3. Dr. Dian Ayuning Tyas, M.Sc selaku ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi;
4. Andang Syaifudin, M.Sc selaku dosen wali yang senantiasa memberikan arahan, motivasi dan

semangat;

5. Andang Syaifudin, M.Sc selaku dosen pembimbing I Skripsi saya yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan dan semangat;
6. Tara Puri Ducha Rahmani, M.Sc selaku dosen pembimbing II Skripsi saya yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan dan semangat;
7. Pengasuh PPPTQ Al-Hikmah, Bapak KH. Ahmad Amnan Muqoddam dan Ibu Nyai H. Rofiqotul Makiyyah AH yang senantiasa mendoakan setiap langkah santrinya;
8. Kedua orang tua saya, Bapak Hery Suwandi, Ibu Shofiatul Fajroh, adik saya Caesaria Amrina Rosyada dan seluruh keluarga tercinta yang senantiasa mendoakan, memotivasi dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini;
9. Teman-teman seperjuangan sejak magang sampai pengerjaan skripsi ini, Anida Immatushsholicha, Permata Sabilillah, dan Dwi Lustianah, yang telah menemani, kebersamai, dan meningkatkan semangat selama jalannya skripsi;
10. Teman-teman pondok saya, seluruh anggota kamar el-Qolam yang telah memberi semangat, memotivasi, dan menghibur dalam pengerjaan skripsi ini;
11. Seluruh pihak yang membantu penulis dalam

menyelesaikan penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu;

Terakhir, kritik dan saran demi perbaikan skripsi ini sangat diharapkan dan semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dicatat sebagai amal kebaikan dan diberikan balasan ganjaran oleh Allah SWT.

Semarang, 23 April 2024
Penulis,

Caesaria Rohmatul Hayyi'lana

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK	v
TRANSLITERASI ARAB-LATIN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	9
C. Tujuan Penelitian	9
D. Manfaat Penelitian	10
1. Manfaat Praktis	10
2. Manfaat Teoritis	10
BAB II LANDASAN TEORI	12
A. Kajian Teori	12
1. Bakteri Pendegradasi Sampah	12

2.	Sampah Sayur dan Buah	17
3.	<i>Green Agent</i>	24
4.	Kompos	28
5.	Fermentasi	32
B.	Kajian Penelitian yang Relevan	35
C.	Kerangka Berpikir.....	41
BAB III	METODE PENELITIAN	42
A.	Tempat dan Waktu Penelitian	42
B.	Alat dan Bahan	43
1.	Alat	43
2.	Bahan.....	43
C.	Tahapan Penelitian	44
1.	Pemilahan Sampel Sampah Sayur dan Buah	44
2.	Isolasi Mikroorganisme.....	46
3.	Purifikasi Isolat Bakteri.....	46
4.	Uji Kemampuan Isolat Bakteri dalam Mendegradasi..	47
5.	Uji Kemampuan Isolat Bakteri pada Sampah Sayur..... dan Buah dengan Perbandingan Isolat EM4	51
6.	Pengumpulan Data dan Analisis Data	55
D.	Alur Penelitian.....	57
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	58
A.	Isolasi Bakteri Pendegradasi Sampah Sayur dan Buah....	

.....	58
1. Pembuatan Kompos Alami dari Sampah Sayur dan..... Buah	60
2. Isolasi Bakteri dari Kompos Sampah Sayur dan Buah.	61
3. Purifikasi Isolat Bakteri Sampah Sayur dan Buah.....	63
B. Uji Kemampuan Isolat Bakteri dalam Mendegradasi..... Sampah Sayur dan Buah.....	66
1. Uji Amilolitik.....	66
2. Uji Selulolitik.....	72
3. Uji Proteolitik	80
4. Uji Kemampuan Isolat Bakteri pada Sampah Sayur..... dan Buah dengan Perbandingan Isolat EM4.....	88
5. Parameter Kimiawi	91
6. Parameter Fisik.....	94
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	103
A. Simpulan.....	103
B. Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA.....	105
LAMPIRAN	113

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Kajian Penelitian yang Relevan	36
Tabel 4. 1	Hasil Pengukuran Aktivitas Enzim Amilase Secara Kuantitatif dari Bakteri Sampah Sayur dan Buah	71
Tabel 4. 2	Hasil Pengukuran Aktivitas Enzim Selulase Secara Kuantitatif dari Bakteri Sampah Sayur dan Buah	78
Tabel 4. 3	Hasil Pengukuran Aktivitas Enzim Protease Secara Kuantitatif dari Bakteri Sampah Sayur dan Buah	84
Tabel 4. 4	Aktivitas Indeks Bakteri Proteolitik Sampah Sayur dan Buah Dalam Inkubasi 48 Jam	87
Tabel 4. 5	Hasil Perbandingan Pengujian Komposter Isolat EM4 dan Komposter Isolat Tanpa EM4	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hasil SEM Bakteri <i>Lactobacillus</i> sp. dengan Perbesaran 10000x	14
Gambar 2. 2 Data Timbulan Sampah Nasional Tahun 2022	22
Gambar 2. 3 Grafik Komposisi Sampah Berdasarkan Jenis Sampah Tahun 2022	23
Gambar 2. 4 Kerangka Berpikir	41
Gambar 3. 1 Lokasi 4 Pasar Tradisional Kota Semarang. 1: Jawa Tengah, 2: Semarang, 3; A: Pasar Tradisional Johar, B: Pasar Tradisional Karangayu, C: Pasar Tradisional Irakah, D: Pasar Tradisional Ngaliyan	42
Gambar 3. 2 Sampel Sampah Sayur dan Buah, A: Sampah Sayur dan Buah Dicampur Air Kran, B: Sampah Sayur dan Buah Dicampur EM4+Molase	44
Gambar 3. 3 Alur Penelitian	57
Gambar 4. 1 Pembuatan Kompos Alami dari Sampah Sayur dan Buah, A. Sampah Sayur dan Buah + Air, B Sampah Sayur dan Buah + EM4 Molase	61
Gambar 4. 2 Isolat Hasil Inokulasi Pengenceran Sampel A (Pengenceran Bertingkat 10^{-1}), B (Pengenceran Bertingkat 10^{-2}), Dan C (Pengenceran Bertingkat 10^{-3})	63

- Gambar 4. 3** Hasil Purifikasi Bakteri pada Media YEMA Umur 48 Jam Kode Isolat A:SB1, B:SB2, C:SB3, D:SB4 E:SB5, F:SB6 65
- Gambar 4. 4** Zona Bening (*Clear Zone*) yang Diberi Lingkaran Merah, Terbentuk dari Uji Amilolitik dari Isolat Bakteri Sampah Sayur dan Buah. Diinkubasi 48 Jam Setelah Ditetesi Larutan Iodin 67
- Gambar 4. 5** Zona Bening (*Clear Zone*) yang Diberi Tanda Lingkaran Merah, Terbentuk dari Uji Enzim Selulolitik dari Isolat Bakteri Sampah Sayur dan Buah. Diinkubasi 48 Jam Setelah Ditetesi Larutan Congo Red. 75
- Gambar 4. 6** Zona Bening (*Clear Zone*) yang Terbentuk dari Uji Enzim Proteolitik dari Isolat Bakteri Sampah Sayur dan Buah. Diinkubasi 48 Jam, Diameter Zona Bening Diberi Tanda Garis Merah 82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pasar Tempat Pengambilan Sampel	113
Lampiran 2. Pemilahan Dan Pembuatan Kompos Alami dari Sampah Sayur dan Buah	114
Lampiran 3. Isolasi Bakteri Pendegradasi Sampah Sayur dan Buah	117
Lampiran 4. Pengukuran Karakteristik Fisik dan Kimiawi Pada Isolat Bakteri Sampah Sayur dan Buah	118
Lampiran 5. Hasil Uji	119
Lampiran 6. Daftar Riwayat Hidup	121

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Keberlangsungan makhluk hidup, terutama manusia, bergantung pada lingkungannya. Sampah merupakan salah satu masalah lingkungan yang harus menjadi perhatian umum. Sampah menurut Pasal 1 Undang-Undang Nomor 18 tahun 2008 merupakan sisa padat atau semi padat dari kegiatan sehari-hari manusia dan/ atau proses alam, baik yang dapat terurai maupun tidak, yang dianggap tidak berguna dan dibuang ke lingkungan hidup. Tahun 2021, *World Health Organization* (WHO) mendefinisikan sampah sebagai produk hasil kegiatan manusia yang tidak berguna lagi, tidak terpakai, tidak disenangi, dan dibuang. Keberadaan sampah selalu menjadi masalah yang sulit untuk diatasi.

Karena pola hidup yang semakin beragam, volume sampah di Indonesia, terutama di Pulau Jawa, meningkat pada tahun 2022 (KLHK, 2022). Selain itu, penyebabnya adalah peningkatan laju pertumbuhan penduduk Indonesia, yang mengakibatkan peningkatan timbulan sampah (Wahyuningsih, 2014). Jika sampah tidak dikelola dengan baik, menjadi masalah yang cukup besar

karena dapat mempengaruhi kesehatan manusia serta kebersihan dan kenyamanan hidup di lingkungan tersebut. Sebagaimana firman Allah SWT berikut ini:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي
النَّاسِ لِيَذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ
يَرْجِعُونَ

Artinya : "Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)". (Q.S Ar- Ruum ayat 41).

Di dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa Allah SWT memperingatkan manusia tentang kerusakan alam yang terjadi di darat dan laut karena perbuatan buruk manusia, sehingga lingkungan menjadi rusak dan manusia sendiri yang akan menanggung akibatnya. Banyak ulama yang memberikan berbagai pendapat tentang kerusakan yang terjadi di darat dan laut, termasuk banjir besar, musim paceklik, kekurangan udara, kebakaran, kezholiman, dan perilaku yang tidak pantas, gagal panen, kematian secara mendadak dan krisis ekonomi (Az-Zamakhsyari, jilid 5, h. 259).

Setiap negara memiliki masalah dengan kerusakan lingkungan hidup. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki masalah utama dengan kerusakan lingkungan karena timbulnya sampah yang terus meningkat setiap tahun. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) melaporkan bahwa jumlah timbulan sampah yang diproduksi mencapai 18,3 juta ton per tahun.

Sampah yang dikelola 77,28% terdiri dari minimalisasi sampah sebesar 26,73% dan pengelolaan sampah sebesar 50,55% (KLHK, 2023). Namun sampah yang belum dikelola masih 22,72%. Sebagian besar jumlah tersebut berasal dari sisa makanan dan sampah rumah tangga. Jumlah penduduk yang besar dan laju pertumbuhan yang tinggi di Indonesia menyebabkan volume sampah meningkat. Menurut MPU (2013), gaya hidup masyarakat juga berkontribusi pada peningkatan jenis sampah yang berbeda, termasuk sampah kemasan yang berbahaya dan sulit diurai oleh alam.

Timbunan sampah dengan total 5,6 juta ton per tahun, Provinsi Jawa Tengah menyumbang 18% dari timbulan sampah Indonesia pada tahun 2021 (KLHK, 2023). Luas wilayah Kota Semarang adalah 373,78 km², dan merupakan pusat pemerintahan Provinsi Jawa

Tengah (Badan Pengelola Sampah, 2022). Kota Semarang berkembang pesat karena lokasinya yang strategis. Jumlah sampah yang dihasilkan di Kota Semarang akan meningkat seiring dengan jumlah penduduknya, yaitu mencapai 1.653.524 orang pada tahun 2021, dengan timbulan sampah sebesar 430 ribu ton per tahun. Oleh karena itu, Kota Semarang harus memiliki kemampuan untuk mengelola sistem persampahan domestik dan non domestik (KLHK, 2022).

Pasar tradisional merupakan salah satu penyumbang sampah terbesar dalam kehidupan modern. Pasar tradisional merupakan salah satu fasilitas umum yang sangat penting bagi masyarakat kota dan desa untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari mereka. Karena tingkat konsumsi individu yang semakin tinggi dan beragam, masyarakat tidak akan bisa lepas dari faktor pasar. Namun, ini tidak sesuai dengan pasar konvensional, yang sering dianggap kotor dan berbau karena banyaknya sampah sehari-hari (Dinas Kesehatan, 2021).

Sampah sayur merupakan potongan atau sisa sayuran yang tidak dapat digunakan lagi dan dibuang. Sampah sayuran ini berasal dari pasar, rumah makan, kantin sekolah, hotel, dan sampah rumah tangga lainnya. Sampah sayuran termasuk kol, kubis, sawi, bayam,

kangkung, daun ketela, kubis, dan masih banyak lagi. Sampah buah, di sisi lain, merupakan bahan buangan yang sering dibuang ke tempat pembuangan sampah secara terbuka tanpa diproses, menimbulkan bau yang tidak sedap dan mencemari lingkungan. Kulit pisang, anggur busuk, jeruk busuk, manggis busuk, pir busuk, jambu busuk, mangga busuk, dan masih banyak lagi contoh sampah buah. Sampah buah mengandung gizi sangat rendah; protein kasar hanya 1-15% dan serat kasar hanya 5-38% (Jalaluddin, 2016).

Menurut Dinas Lingkungan Hidup (DLH), sampah sayur dan buah menimbulkan sejumlah masalah. Salah satunya adalah gas metana yang dihasilkan oleh sampah yang masuk ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dan terurai, yang menjadi sebab efek rumah kaca dan perubahan iklim. Karena masalah tersebut, ide *Green Agent* muncul sebagai upaya untuk memperbaiki, memelihara, dan memperbaiki kondisi lahan sehingga dapat digunakan sepenuhnya. Udara menjadi lebih segar, nyaman, dan menyehatkan dengan kehadiran *Green Agent* ini yang mengurangi polusi dan meningkatkan jumlah oksigen di udara.

Banyak upaya untuk menerapkan *Green Agent*, terutama dalam mengatasi masalah timbulnya sampah

yang sangat besar di Indonesia. Memanfaatkan sampah sayur dan buah untuk membuat pupuk kompos adalah salah satu cara penggunaan *Green Agent* untuk mengatasi banyaknya sampah, terutama sampah sayur dan buah. Solusi ini tidak hanya bermanfaat bagi masyarakat karena dapat mengubah sampah menjadi barang berharga, tetapi juga bermanfaat bagi lingkungan karena dapat mengurangi polusi, membuat tanah lebih sehat, dan sebagai *Green Agent*, mereka berupaya meningkatkan kualitas lingkungan hidup dengan menciptakan wilayah yang asri, serasi, dan lestari serta melaksanakan pembangunan yang berwawasan lingkungan (Departemen Lingkungan Hidup, 2022).

Salah satu solusi untuk masalah timbulan sampah sayur dan buah di pasar tradisional adalah mengelompokkan sampah dan menerapkan prinsip 3R, yaitu membatasi timbulnya sampah, (*Reuse*) sampah yang dapat didaur ulang, dan (*Recycle*) sampah yang dapat digunakan kembali. Konsep 3R merupakan konsep yang tepat untuk digunakan dalam proses pengolahan sampah sayur dan buah, yaitu daur ulang. Salah satu cara untuk mewujudkan gagasan ini adalah dengan selalu memilih barang atau kemasan yang memiliki tanda “dapat” atau “tidak dapat”, seperti pengomposan sampah

organik. Pengomposan juga dapat digunakan untuk daur ulang sampah sayur dan buah. Membuat kompos dari sisa makanan, sisa sayur-sayuran, kulit buah, dan yang keras dapat dirajang terlebih dahulu (Rahmawati & Novrian, 2014).

Menguraikan sampah menjadi kompos merupakan salah satu cara untuk mengurangi sampah sayur dan buah. Bagian dari sistem *Zero Waste* merupakan mengelola sistem kehidupan yang tidak menghasilkan sampah. Dengan bantuan mikroorganisme, kompos dapat dilakukan untuk menguraikannya menjadi limbah padat seperti tanah. Proses awal untuk mendapatkan strain bakteri pengurai yang ideal adalah mengisolasi dan memilih bakteri yang mampu menguraikan zat penyusun sampah sayur dan buah. Beberapa jenis bakteri dapat menguraikan komponen sampah organik dan mempercepat proses penguraiannya (Satwika, Taruna et al., 2021).

Penelitian terdahulu tentang isolasi mikrobial dalam proses menguraikan sampah sayur dan buah menjadi pupuk kompos dapat dilihat pada (Satwika, Taruna et al., 2021). Tiga puluh isolat bakteri telah diisolasi dari sampel tanah, kotoran sapi, dan sampah dapur, dengan berbagai karakteristik morfologi dan biokimia. Bakteri-bakteri ini

memiliki potensi untuk mendegradasi selulosa, amilase, dan protease dari tanah, kotoran sapi, dan sampah dapur. Bakteri yang dapat mendegradasi sampah organik dapat ditemukan dalam sampel tanah, kotoran sapi, dan sampah dapur (Satwika et al., 2021).

Jenis sampel yang digunakan, tempat pengambilan sampel, dan bahan atau media isolasi bakteri yang digunakan merupakan perbedaan yang membuat penelitian ini berbeda dari yang sebelumnya. Dalam penelitian sebelumnya sampel, tanah, kotoran sapi, dan sampah dapur yang digunakan sebagai bahan penelitian. Namun untuk penelitian ini, peneliti menggunakan sampel sampah sayur dan buah dari pasar tradisional pemasok sayur dan buah di Kota Semarang.

Dalam penelitian ini, isolasi bakteri menggunakan media selektif baru yaitu media YEMA (*Yeast Extract Mannitol Agar*) media selektif untuk mengisolasi bakteri penambat N simbiotik. Kemudian pada pengujian kemampuan bakteri dalam mendegradasi sampah sayur dan buah menggunakan uji amilase, uji selulase, uji proteolitik, dan uji kemampuan isolat bakteri pada sampah sayur dan buah dengan perbandingan isolat EM4 dengan uji TDS, pH, dan suhu.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian tentang pemanfaatan bakteri dari sampah sayur dan buah masih memiliki peluang untuk terus dikembangkan. Berdasarkan asumsi ini, penelitian ini mencoba mencari tahu terkait komponen penyusun bahan komposter dari campuran sampel sampah sayur dan buah dengan isolat bakteri pendegradasi yang potensial dalam menguraikan sampah sayur dan buah sebagai upaya *green agent* untuk mewujudkan *zero waste system*.

B. Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Berapa jumlah isolat bakteri yang berpotensi digunakan sebagai *starter* pengurai sampah sayur dan buah?
2. Bagaimana mengukur kemampuan isolat bakteri dalam menguraikan sampah sayur dan buah?

C. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah yang diberikan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan isolat yang berpotensi digunakan

sebagai *starter* pengurai sampah sayur dan buah.

2. Mengukur kemampuan isolat bakteri dalam menguraikan sampah sayur dan buah.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, penulis berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat secara teoritis (keilmuan) dan praktis (aplikatif), sebagai berikut:

1. Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai pemanfaatan sampah sayur dan buah untuk dibuat menjadi pupuk kompos dengan cara isolasi mikrobial yang potensial dalam menguraikan sampah sebagai wujud upaya *zero waste system*.

2. Manfaat Teoritis

Diharapkan penelitian ini akan menambah dan memperkaya pengetahuan, memberikan informasi dan memperluas wawasan yang berkaitan mengenai upaya dalam melakukan pemberantasan masalah timbulnya sampah sayur dan buah yang harus segera dicari solusi untuk mengatasi timbulnya sampah sayur dan buah yang semakin besar volumenya dalam setiap harinya. Dalam penelitian ini peneliti ingin

menggunakan metode isolasi bakteri pendegradasi sampah sayur dan buah, kemudian pembuatan starter mikroba pendegradasi sampah sayur dan buah untuk pembuatan kompos sebagai upaya dalam mewujudkan *Green agent*.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Bakteri Pendegradasi Sampah

Proses dimana organisme seperti bakteri dan jamur memecah bahan organik disebut biodegradasi. Depolimerasi ekstraseluler dan intraseluler adalah dua jenis aktivitas enzimatik yang terjadi selama biodegradasi polimer. Selama proses dekomposisi, enzim ekologi dan mikroba memecah kompleks menjadi molekul yang lebih kecil, seperti oligomer, monomer, dan dimer. Molekul - molekul ini dapat melalui membran bakteri semi-permeabel, sumber karbon dan energi, serta mampu melepaskan produk seperti CO₂ dan H₂O (Pramila dan Ramesh, 2015).

Tahapan untuk mendapatkan strain bakteri pengurai yang unggul, pertama-tama perlu mengidentifikasi dan memilih bakteri yang memiliki kemampuan untuk menguraikan bahan-bahan yang membentuk sampah organik. Menurut Akhtar *et al.* (2013), sasaran biodegradasi sampah organik adalah selulosa, amilum, dan protein (Krishna & Mohan, 2017). Maki *et al.* (2012) menyatakan bahwa banyak

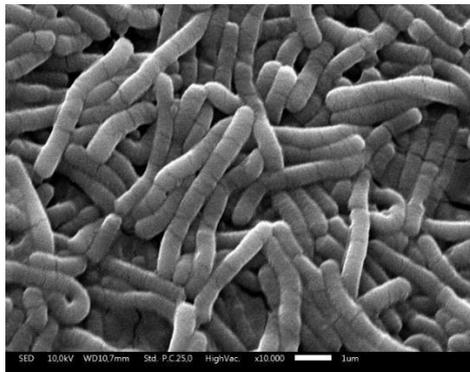
strain bakteri dapat menguraikan sampah yang telah diisolasi dari berbagai sampel, seperti sampah kota, tanah di sekitar TPA (Tempat Pembuangan Akhir), tanah hutan tropis (Woo *et al.*, 2014), dan kotoran sapi (Akhtar *et al.*, 2013).

Bakteri pendegradasi selulosa adalah salah satu bakteri yang menyebabkan sampah sayuran dan buah-buahan (Rao, 1994). *Scopulariopsis brevicaulis*, *Ruminococcus albus*, *Clostridium*, dan *Cellulomonas* adalah beberapa contoh bakteri selulolitik yang telah diteliti sebagai penghasil selulosa. Menurut Sayuti *et al.* (2016) bakteri selulolitik adalah salah satu mikroorganisme yang mampu menghasilkan enzim selulase. Bakteri ini dapat menguraikan selulosa dan hemiselulosa selama proses fermentasi produksi gula. Bakteri selulolitik menghidrolisis selulosa menjadi glukosa (Arifin *et al.*, 2019).

Selain bakteri selulolitik, bakteri EM4 (*Effective Microorganism 4*) adalah kultur mikroorganisme yang menguntungkan pertumbuhan tanaman dan dapat membantu dalam pembusukan sampah organik. Kultur mikroorganisme ini dapat digunakan sebagai starter untuk meningkatkan keragaman dan populasi mikroorganisme (Rahmah, 2014). EM4 memiliki lebih

dari 80 genus mikroorganisme fermentasi, seperti *Lactobacillus* sp., *Streptomyces* sp., *Actinomyces* sp., bakteri fotosintetik, dan ragi. Bakteri *Lactobacillus* sp dalam sistematika klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Filum : Firmicutes
Kelas : Bacilli
Ordo : Lactobacillales
Famili : Lactobacillaceae
Genus : *Lactobacillus*
Species : *Lactobacillus* sp.
Sumber : <https://www.itis.gov/>



Gambar 2. 1 Hasil SEM Bakteri *Lactobacillus* sp. dengan Perbesaran 10000x (Sumber: Hidayah, *et al* 2021)

EM4 digunakan sebagai inokulan dalam pengomposan modern untuk meningkatkan keanekaragaman mikroorganisme dan kuantitas tanaman dan tanah. Ini dapat meningkatkan kesehatan pertumbuhan, kualitas, dan kuantitas tanaman. Pupuk dengan tambahan EM4 berbeda dengan pupuk anorganik yang berasal dari bahan kimia karena mengandung zat-zat yang tidak dimiliki oleh pupuk anorganik dan sangat bermanfaat bagi tanaman. EM4 juga ramah lingkungan. Keunggulan EM4 termasuk kemampuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan kemampuan menghilangkan bau-bauan selama proses pengomposan (Untung *et al.*, 2014).

Bakteri dapat diuraikan dari sampah buah dan sayur berlemak dengan metode biologi. Lipid adalah kumpulan bahan kimia nyata atau potensial yang mengandung asam lemak. Karena lipid pada umumnya tidak larut di air, limbah atau sampah yang mengandung lipid, sangat mempengaruhi ekosistem perairan. Lapisan lipid di permukaan air dapat mencegah sinar matahari masuk ke dalam bahan air. Akibatnya, fotosintesis dihentikan, ada penurunan kadar oksigen, dan organisme aerobik mati (Tresna,

1991). Pengolahan berarti menghindari pembuangan limbah ke lingkungan. Salah satu metode pengolahan sampah atau limbah adalah metode biologi, yang menggunakan agen biologi seperti mikroorganisme untuk membuat bahan-bahan dalam sampah atau limbah menjadi lebih kecil. Menurut Dharmawibawa (2004), metode ini sesuai, efisien, dan aman.

Bakteri selulolitik kerap ditemukan di tempat-tempat yang kaya akan selulosa seperti sampah, daun, kayu lapuk, dan ekosistem mangrove. Bakteri selulolitik juga ada pada beberapa hewan yang mampu menggunakan selulosa sebagai sumber makanannya. *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Angiococcus*, *Bacillus*, *Cellfalcicula*, *Cellulomonas*, *Citrobacter*, *Cytophaga*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Microbacterium*, *Pseudomonas*, *Poliangium*, *Sorangium*, *Sporocytophaga*, *Serratia*, dan *Vibri* adalah beberapa genus bakteri yang memiliki sifat selulolitik. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk untuk menghancurkan selulosa karena mampu mengembangkan berbagai jenis enzim yang dapat bekerja sama (Murtiyaningsih & Hazmi, 2017).

Bakteri pendegradasi selulosa ini menghasilkan enzim dengan tingkat pertumbuhan yang lebih cepat

dibandingkan bakteri lain. Oleh karena itu, waktu yang diperlukan untuk memproduksi enzim selulosa sangat cepat (Yusnia *et al.*, 2018). Uji fermentasi kentang menunjukkan kemampuan bakteri untuk memfermentasi berbagai macam gula, termasuk glukosa, sukrosa, dan laktosa, serta menghasilkan gas. Adanya gelembung pada tabung Durham dan perubahan warna media dari merah menjadi kuning adalah tanda uji fermentasi (Rahayu & Gumilar, 2017).

2. Sampah Sayur dan Buah

Sampah, menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008, adalah sisa padat atau setengah padat dari proses alam, kegiatan sehari-hari manusia, yang dianggap tidak berguna dan dibuang ke tempat sampah. Manusia berada dalam permasalahan yang cukup besar karena sampah dapat membahayakan lingkungan. Pengelolaan sampah yang buruk menyebabkan masalah lingkungan (Fatmawati, 2020). Sampah merupakan masalah besar di banyak kota besar di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Sampah organik sering menumpuk di pasar dan menimbulkan ketidaknyamanan, dan penyakit. Saat ini, beberapa kota besar di Indonesia, termasuk Surabaya, Semarang, Bandung,

dan Jakarta menghadapi masalah sampah. Sampah organik, yang hanya dianggap sebagai sisa dan tidak memiliki nilai ekonomi, sekitar 80% dari sampah yang dihasilkan (Pratiwi, 2020).

Barang yang dianggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh manusia disebut sampah. Namun, sampah organik, terdiri dari sisa makanan, kulit buah, dan sampah dedaunan, mudah hancur dan terurai. Sampah organik secara alami dirusak oleh mikroba atau jasad renik seperti bakteri, jamur, dan sebagainya. Untuk meningkatkan kualitas kompos dan mempercepat proses penguraian, dan kondisi lingkungan yang ideal diperlukan (Ardiningtyas, 2013).

Membuat kompos dan menyuburkan tanah adalah dua, dari banyak manfaat sampah organik. Jenis sampah organik basah memiliki kandungan air yang tinggi, sedangkan jenis sampah organik kering terbuat dari bahan-bahan dengan kadar air yang rendah dan tinggi. Tetapi Wiryono (2020) menyatakan bahwa banyak masyarakat dan petani tidak menyadari manfaat sampah organik. Mereka juga tidak tahu cara menanganinya. Namun, penting bagi masyarakat untuk mengetahui dan

menggunakan metode pengolahan sampah organik agar mereka dapat mempelajari metode pengolahan sampah yang baik dan tepat secara langsung.

Pasar tradisional merupakan salah satu sumber sampah terbesar di dunia. Sebagian besar masyarakat, baik di pedesaan maupun perkotaan, menggunakan pasar tradisional untuk mendapatkan uang. Menurut Sinta (2018), sampah harian di pasar dapat disebabkan secara tidak langsung oleh aktivitas perdagangan yang dilakukan oleh pedagang, pengunjung, dan pembeli. Pasar tradisional adalah salah satu tempat umum yang sangat penting bagi orang-orang di kota dan desa untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Karena tingkat konsumsi individu yang meningkat dan beragam, masyarakat tidak akan bisa lepas dari faktor pasar. Namun, ini tidak sesuai dengan pasar konvensional yang sering dianggap kotor dan berbau karena sampah sehari-hari (Dinas Kesehatan, 2021). Mengutip dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), banyaknya sampah sayur dan buah menjadi penyebab meningkatnya sampah yang dihasilkan setiap harinya, dengan angka mencapai 41,4% dari seluruh jenis sampah yang lain (Direktorat Pengelolaan Sampah,

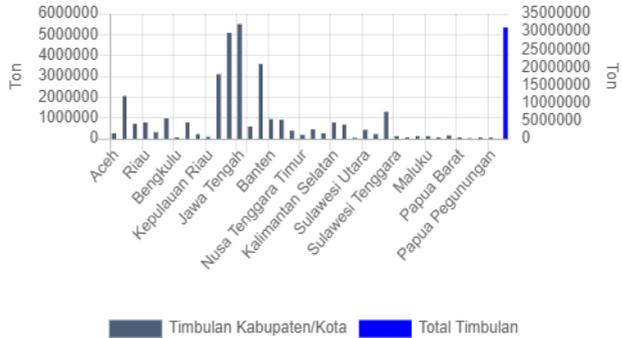
2022).

Potongan atau sisa sayur-sayuran yang tidak digunakan atau dibuang disebut limbah sayuran. Sayuran yang telah dipilah karena tidak layak untuk dijual disebut sampah sayuran. Sampah sayuran ini berasal dari pasar, restoran, kantin sekolah, hotel, dan sampah rumah tangga. Sampah sayuran termasuk daun singkong, daun kangkung, kol, labu, kubis, mentimun, labu siam, daun kembang kol, dan banyak lagi. Sampah buah-buahan adalah limbah yang sering dibuang sembarangan tanpa diolah, menimbulkan pencemaran dan bau yang tidak sedap di lingkungan. Contoh sampah buah-buahan termasuk mangga busuk, anggur busuk, pisang busuk, kulit jambu, manggis busuk dan masih banyak lagi lainnya. Kandungan gizi dalam sampah buah-buahan sangat rendah. ini terdiri dari 1-15% protein kasar dan 5,38% serat kasar (Jalaluddin, 2016). Gas metana (CH₄) dan karbondioksida (CO₂) akan dihasilkan dari sampah sayuran jika dibuang begitu saja tanpa oksigen. Kedua gas ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan termasuk penurunan lapisan ozon. Selain itu, karena sampah sayuran memiliki kadar air yang tinggi, jika tidak segera diolah, akan

membusuk, menimbulkan bau yang tidak menyenangkan dan mengganggu orang yang tinggal di sekitarnya. Volume sampah, frekuensi pembuangan sampah, dan kandungan bahan pencemar adalah beberapa faktor yang memengaruhi tingkat bahaya sampah (Jalaluddin, 2016).

a. Timbulan Sampah Sayur dan Buah

Akibat pola hidup yang semakin beragam dan peningkatan jumlah penduduk di Indonesia, kuantitas sampah terus meningkat setiap tahunnya, khususnya di Pulau Jawa (Wahyuningsih, 2014). Provinsi Jawa Tengah menyumbang 18% dari total timbulan sampah Indonesia pada tahun 2021, dengan 5,6 juta ton/tahun, menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (KLHK RI, 2022).



Gambar 2. 2 Data Timbulan Sampah Nasional Tahun 2022

Sumber: (SIPSN, 2023)

Timbulan sampah (Departemen Pekerjaan Umum, 2004) adalah jumlah sampah atau berat sampah yang dihasilkan dari jenis sumber sampah di area tertentu dalam waktu tertentu. Sampah yang berasal dari sumber sampah disebut timbulan sampah (SNI 19-3964-1994). Sangat penting bagi timbulan sampah untuk mengidentifikasi dan mengembangkan peralatan yang digunakan untuk transportasi sampah, fasilitas pemulihan material, dan tempat pembuangan sampah (TPA). Provinsi Jawa Tengah memiliki hasil timbulan sampah tertinggi dari semua provinsi, dengan lebih dari 5 juta ton per tahun. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (2023),

sebagian besar sampah di seluruh negeri berasal dari rumah tangga (48 persen), sedangkan 24% dan 9% dari pasar tradisional dan kawasan komersial berasal dari sampah. Sebagian lagi berasal dari jalan, fasilitas umum, kantor, sekolah, dan lain sebagainya. Sampah organik, yaitu sisa makanan dan tumbuhan, adalah yang paling banyak dihasilkan, diikuti oleh plastik dan kertas.



Gambar 2. 3 Grafik Komposisi Sampah Berdasarkan Jenis Sampah di Jawa Tengah Tahun 2023

Sumber: (SIPSN, 2023)

Komponen fisik sampah disebut “komposisi sampah” setelah dipilah berdasarkan jenis dan sifatnya. Contohnya termasuk makanan sisa,

kertas, tekstil, kayu lapuk, karet, dan kulit. Grafik komposisi sampah sisa makanan mencapai 49,45% dari data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Provinsi Jawa Tengah tahun 2022 (SIPSN, 2022).

3. *Green Agent*

Green agent merupakan definisi dari pengurangan sampah. *Green agent* dapat merujuk pada tindakan atau metode yang mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) melalui pengurangan sampah. Indonesia berkomitmen untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) hingga 29% dengan kemampuan sendiri pada tahun 2030 dan hingga 41% dengan dukungan internasional (menlhk, 2024). Pendekatan ekonomi sirkular mendorong pengurangan, penggunaan kembali, dan pemulihan limbah B3 (limbah berbahaya dan beracun) serta konservasi sumber daya. Ini dapat mengurangi penggunaan bahan baku baru dan menghasilkan lebih banyak nilai dari energi yang digunakan dan produk yang dihasilkan. Strategi dan kebijakan lokal, seperti pengelolaan limbah B3 menuju “ekonomi sirkular” dan pengurangan emisi gas rumah kaca, dan membantu mengurangi sampah (menlhk, 2024).

Green agent merupakan suatu konsep yang mengedepankan kondisi kehidupan masyarakat yang sehat dan bertahan dengan mempertimbangkan elemen lingkungan hidup agar bermanfaat untuk mengurangi dan mengantisipasi berbagai masalah lingkungan hidup. Indikator yang membentuk konsep *green agent* antara lain adanya kebijakan pengelolaan lingkungan hidup dalam negeri yang ditujukan untuk pengelolaan lingkungan hidup, menjaga kebersihan dan kenyamanan lingkungan hidup, keberadaan agen penghijauan untuk mencapai rasio hijau, ruang terbuka dan hijau yang ideal, kondisi udara yang segar dan mengupayakan penghematan penggunaan listrik, air, dan kertas, penggunaan sistem transportasi ramah lingkungan, pengelolaan sampah dan limbah, terciptanya bangunan ramah lingkungan, dan peningkatan kesadaran dan partisipasi masyarakat terhadap lingkungan (Mayona, 2019).

Semakin sulit untuk mendapatkan ruang hijau perkotaan yang aman. Hampir sebagian besar tanah telah digunakan untuk pembangunan struktur yang megah. Tidak mengherankan bahwa masalah terbesar adalah polusi udara. Akibat jumlah pabrik yang beroperasi, kendaraan yang padat, dan jumlah

sampah yang dihasilkan, polusi udara di kota-kota mengkat. Selain itu, hal ini disebabkan oleh fakta bahwa tidak ada tanaman hijau yang dapat mengikat gas pencemar seperti karbondioksida, yang dilepaskan ke udara dan menyebabkan polusi udara (*Department of Environment, 2020*). Tidak hanya pencemaran udara, tetapi banjir juga sering terjadi di kota-kota besar. Kesalahan masyarakat dalam mengelola sampah menyebabkan bencana banjir. Banjir disebabkan oleh pembuangan sampah sembarangan dan banyaknya timbulan sampah yang tidak dikelola dengan baik. Kebanyakan masalah banjir diklasifikasikan sebagai kesalahan pemerintah dalam pembangunan tata kota maupun kebijakanlainnya. Namun, salah satu penyebab banjir juga adalah ketidakpedulian masyarakat terhadap pelestarian lingkungan. Problem sumbatan sampah pada aliran sungai adalah penyebab banjir di daerah. Banjir juga meluap semakin tinggi karena banyaknya tumpukan sampah, menyebabkan banyak kerusakan dan kerugian material. Oleh sebab itu, baik masyarakat maupun pemerintah harus meningkatkan kesadaran akan pentingnya menjaga dan melestarikan lingkungan dengan berpartisipasi dalam pelaksanaan

green agent (Anonim, 2022).

Seperti yang disebutkan oleh Dinas Lingkungan Hidup (DLH, 2019), *Green agent* adalah cara untuk melestarikan lingkungan, memungkinkan lingkungan kembali asri dan sehat tanpa pencemaran. Oleh karena itu, penerapan *green agent* dalam upaya menjaga dan melestarikan lingkungan hidup memiliki manfaat bagi lingkungan. *Green agent* akan menurunkan suhu suatu tempat dan mengeluarkan banyak oksigen dari tumbuhan, membuat udara di sekitarnya lebih segar, nyaman, asri, dan menyehatkan. Penghijauan juga dapat mengurangi pencemaran, terutama asap pabrik dan kendaraan bermotor, karena pepohonan hijau dapat menyerap asap melalui transformasi karbondioksida menjadi oksigen, yang sangat penting bagi manusia untuk bernafas.

Banyak upaya untuk menerapkan *green agent*, terutama dalam mengatasi masalah timbulan sampah yang sangat besar di Indonesia. Salah satu cara untuk mengatasi timbulan sampah, terutama sampah sayur dan buah, adalah dengan menggunakan sampah untuk membuat pupuk kompos. Solusi ini bukan hanya bermanfaat bagi masyarakat karena

dapat mengolah sampah menjadi barang berharga, tetapi juga bermanfaat bagi lingkungan karena tanah menjadi lebih sehat dan tidak ada lagi sampah sayur dan buah. Sebagai *green agent*, berusaha untuk meningkatkan kualitas lingkungan hidup dengan menciptakan wilayah yang asri, serasi, dan lestari serta melaksanakan pembangunan yang berwawasan lingkungan (Dinas Lingkungan Hidup, 2022).

4. Kompos

Kompos merupakan hasil dari penguraian, pembusukan, dan pelapukan bahan organik. Contohnya seperti daun-daunan, kotoran hewan, sampah sayuran, dan kulit buah-buahan dan lain-lain. Bahan kompos dapat ditemukan dalam berbagai bentuk di lingkungan manusia. Bahan kompos dapat berupa batang pohon, daun, akar tanaman, dan segala sesuatu yang dapat dimusnahkan. Kompos adalah hasil dari penguraian sebagian campuran bahan organik yang dapat dipercepat secara tidak sengaja oleh populasi berbagai jenis bakteri di lingkungan yang hangat, lembab, dan aerobik atau anaerobik (Yuliananda, *et al.*, 2019).

Salah satu pupuk organik yang paling populer di pasar adalah kompos. Pengomposan, menurut

Kumalasari (2016), adalah proses di mana organisme menghancurkan bahan organik dan menggunakannya sebagai sumber energi. Kompos, yang biasanya terdiri dari sampah organik seperti kotoran hewan dan dedaunan, ditambahkan untuk mengimbangi unsur nitrogen dan karbon, mempercepat proses penguraian dan menghasilkan laju rasio C/N yang lebih baik. Seringkali, sampah organik secara alami diubah menjadi kompos, namun proses dan waktu yang diperlukan untuk melakukan perubahan ini. Ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi sebelum dapat membuat kompos dari sampah organik. Misalnya, pH antara 6,80-7,40, kelembapan maksimal sebesar 50%, warna yang kehitaman dan bertekstur seperti tanah, dan suhu lebih tinggi dari 22°C(SNI 19-7030-2004).

Pengomposan adalah proses mengubah sampah organik menjadi bahan baru yang lebih stabil seperti humus. Kelompok mikroorganisme tertentu selama proses ini menguraikan zat organik menjadi humus, atau kompos. Dalam kondisi tertentu, pengomposan dapat dilakukan secara aerobik atau anaerobik, yang bekerja sama dengan baik. Mikroorganisme pengurai mengurai kompos, yang dapat digunakan untuk

memperbaiki sifat tanah. Pupuk organik mengandung hara mineral yang diperlukan tanaman. Pengomposan dapat terjadi secara spontan di lingkungan alam terbuka. Daun-daunan, rumput, kotoran hewan, sisa atau potongan sayuran dan buah, dan sampah lainnya secara bertahan membusuk sebagai hasil dari proses alami.

Karena mudah dilakukan, murah, dan tidak memerlukan kontrol proses yang rumit, pengomposan aerobik adalah pilihan yang paling umum. Menurut Yuliananda *et al.* (2019), mikroorganisme dapat menguraikan bahan organik tanpa menggunakan udara. Sangat disarankan untuk menggunakan kompos sebagai pupuk karena kompos dapat membantu tanaman mendapatkan unsur hara mikro, memperbaiki struktur tanah, mengemburkan tanah, meningkatkan porositas, meningkatkan daya ikat air tanah, membentuk komposisi dan aerasi mikroorganisme tanah, dan memupuk untuk pertumbuhan akar tanaman (Murbando, 2003).

Kompos, yang mengandung banyak unsur hara mikro dan makro, memiliki keunggulan dibandingkan pupuk kimia karena memiliki kemampuan untuk memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan

kemampuan tanah untuk menyerap air dan unsur hara, sehingga meningkatkan umur tanaman. Mikroorganisme di dalam tanah berfungsi untuk memperbaiki drainase dan pengkondisian tanah, memudahkan pelapukan zat mineral, melindungi tanah dari erosi, dan meningkatkan kapasitas tukar kation (Yuniwati *et al.*, 2012). Selain itu, kompos memiliki potensi untuk mengurangi jumlah mikroorganisme berbahaya yang hidup di dalam tanah. Kompos yang berkualitas tinggi adalah kompos yang sudah lapuk, tidak berbau, bersuhu ruangan, dan memiliki kadar air rendah. Jika pupuk organik tidak terurai dengan cepat, itu masih dapat digunakan untuk tanaman berikutnya (Yuniwati, *et al.*, 2012).

Proses isolasi dan seleksi bakteri, yang mampu menguraikan bahan penyusun limbah sayur dan buah, adalah langkah pertama menuju strain bakteri yang dihasilkan dari isolasi yang dapat digunakan sebagai bahan pengurai yang unggul. Banyak jenis bakteri memiliki kemampuan untuk mengurai bahan penyusun sampah organik dan mempercepat proses penguraiannya. Setelah 90 hari penguraian serasah daun, *Bacillus* sp. AS3 telah terbukti menurunkan rasio C/N dan kandungan karbon residu selulosa

dibandingkan kontrol. Dalam beberapa sampel, beberapa isolat bakteri yang dapat mendegradasi sampah telah diidentifikasi dengan sukses. Ini termasuk sampah perkotaan, tanah di sekitar TPA (Tempat Pembuangan Akhir) (Rashid *et al.*, 2017), tanah hutan tropis (Woo *et al.*, 2014), dan kotoran sapi (Akhtar *et al.*, 2013).

5. Fermentasi

Menurut Suprihatin (2010), menyatakan bahwa fermentasi adalah proses di mana enzim yang dibuat oleh mikroorganisme mengubah substrat organik. Teknik fermentasi adalah jenis bisnis yang menghasilkan produk yang baik dan bermanfaat bagi masyarakat dengan menggunakan bahan-bahan yang terjangkau harganya. Sebuah starter bakteri yang dapat tumbuh pada substrat diperlukan untuk fermentasi. Salah satu titik tolaknya adalah banyaknya bakteri dan kondisi fisiologis yang siap untuk diinokulasi ke dalam media fermentasi (Prabowo, 2011).

Fermentasi terjadi melalui aktivitas satu atau lebih spesies mikroba. Bakteri, ragi, dan jamur adalah beberapa mikroba yang biasa digunakan dalam proses fermentasi. Fermentasi non- spontan terjadi ketika

starter digunakan untuk fermentasi bahan baku, seperti ragi atau gula, selama proses fermentasi. Mikroorganisme ini akan aktif tumbuh dan berkembang biak, mengubah bahan hasil difermentasi menjadi produk yang dikehendaki (Suprihatin, 2010).

Fermentasi merupakan salah satu cara untuk mengubah makanan murah dan berkualitas rendah menjadi makanan yang lebih baik (Windari *et al.*, 2014). Proses ini terjadi saat sampah organik diubah menjadi kompos dan menggunakan ragi sebagai aktivator, yang memiliki fungsi untuk mempercepat penguraian bahan organik dan meningkatkan kualitas bahan. Ragi juga merupakan salah satu cara untuk mengurangi polusi lingkungan (A'in *et al.*, 2017).

Laju pertumbuhan mikroorganisme sangat dipengaruhi oleh faktor nutrisi dan lingkungan. Jenis spesifik yang menentukan tingkat fermentasi terbaik; fermentasi dapat terus menggunakan glukosa sebagai sumber energi. Dalam fermentasi yang optimal, beberapa faktor mempengaruhi proses fermentasi. Ini termasuk pH awal fermentasi, suhu, inokulum, substrat, dan kandungan nutrisi dalam medium. Dengan bertambahnya waktu fermentasi, nutrisi dalam medium semakin berkurang, yang

dapat menyebabkan persaingan dengan bertambahnya jumlah sel dan akhirnya memasuki fase kematian (Kusumaningati, 2013).

Untuk menghasilkan produk yang diinginkan, starter fermentasi biasanya terdiri dari inokulan yang mengandung bakteri tertentu. Karena banyaknya bahan limbah yang tidak digunakan saat ini, fermentasi dapat dibuat dari bahan limbah. Cairan dari rumen dan limbah sayur dapat digunakan untuk memulai fermentasi. Sampah sayur yang menghasilkan asam organik dari fermentasi dapat digunakan sebagai pengawet atau starter fermentasi makanan (Utama dan Mulyanto, 2009). Ada empat jenis bakteri asam laktat: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus pentosaceus*, dan *Leuconostos mesenteroides* (Suprihatin, 2010).

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Sebelumnya penelitian terkait isolasi bakteri pendegradasi sampah sayur dan buah sebagai pembuatan pupuk kompos telah banyak diteliti. Penulis telah menelaah beberapa hasil karya ilmiah yang relevan dengan bahasan yang sedang dikaji penulis sebagai perbandingan, antara lain:

Tabel 2. 1 Kajian Penelitian yang Relevan

No	Judul Penelitian, Authors & Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Research
1	Biofermentasi Limbah Pertanian dengan Teknologi Fermentor dan Biocomposter untuk Mewujudkan Pertanian Organik di Desa Rawa Selapan Chusniasih, et al. (2023)	Penelitian ini dilakukan secara kualitatif, dengan tahap mengisolasi, mengkarakterisasi, dan mengukur aktivitas selulase bakteri secara kuantitatif dan kualitatif. Bakteri selulolitik juga diuji dengan cara makroskopis, mikroskopis, dan biokimia.	6 isolat berhasil diisolasi dari limbah ampas tebu. Setiap isolat memiliki bentuk morfologi yang berbeda-beda. Dua isolat memiliki indeks selulolitik tertinggi secara kualitatif. Secara kuantitatif, AT1 menunjukkan aktivitas sel tertinggi dengan 0,1176 U/ml dan BAW3 dengan 0,1170 U/ml, meskipun keduanya masih diklasifikasikan sebagai degradasi rendah.	Sampel yang digunakan dan tempat pengambilan sampel berbeda, selain uji selulolitik, juga ditambah dengan uji amilolitik, proteolitik, dan uji parameter fisik dan kimiawi.
2	Bakteri Penghasil Amilase yang Diisolasi dari Ekoenzim Limbah Buah-buahan	Terdapat zona bening yang menunjukkan proses penelitian. Hal ini ditunjukkan dengan identifikasi morfologi	Secara keseluruhan, 39 isolat bakteri ekoenzim berhasil diisolasi dan dimurnikan pada media nutrisi agar (NA). Isolasi ini	Sampel yang digunakan berbeda, media isolasi yang digunakan berbeda, dan parameter uji

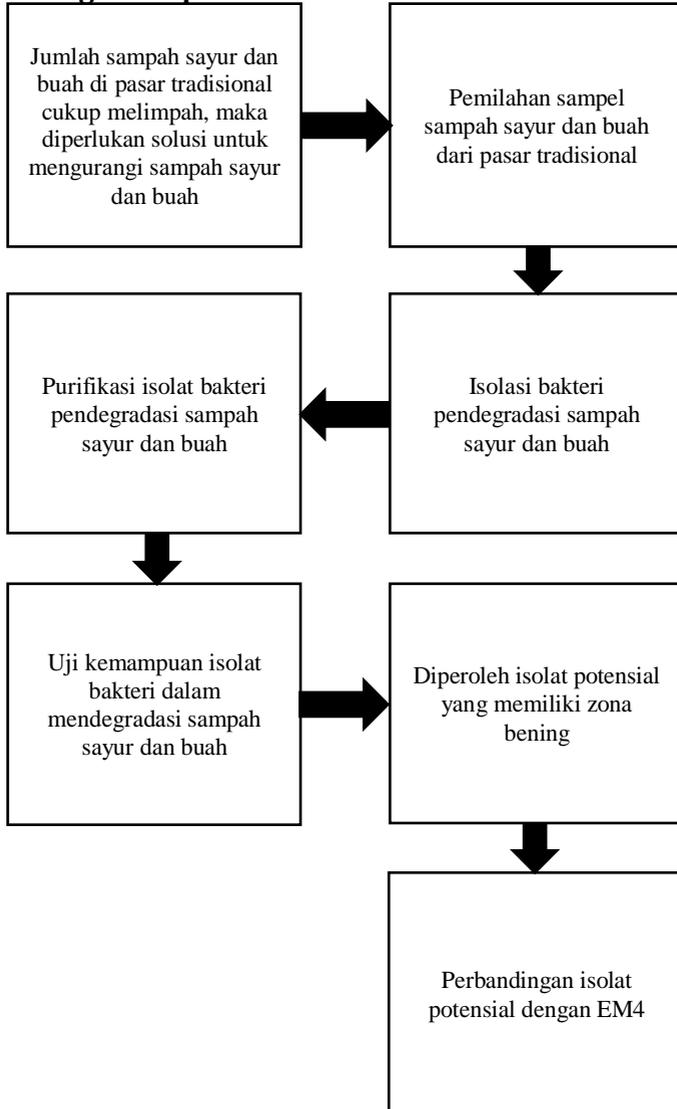
No	Judul Penelitian, Authors & Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Research
	Wibowo, et al. (2022)	koloni sel, pewarnaan isolat bakteri ekoenzim, dan pengujian aktivitas enzim amilase.	diidentifikasi melalui morfologi dan pewarnaan gram, dan 34 di antaranya menunjukkan aktivitas amilolitik yang positif, yang memungkinkan mereka untuk menghidrolisis pati pada media pati, juga dikenal sebagai pati agar.	ditambah dengan uji lain seperti uji selulolitik, proteolitik, dan parameter fisik serta kimiawi.
3	Karakteristik dan Potensi Enzimatis Bakteri Asal Tanah Sampah Dapur dan Kotoran Ternak sebagai Kandidat Agen Biodegradasi Sampah Organik Taruna Dwi Satwika, Dwiana Muflihah Yulianti, Arif Rahman Hikam (2021)	Uji potensi enzimatis secara kualitatif: uji selulolitik, uji amilolitik, uji proteolitik. Dan karakterisasi isolat bakteri	9 isolat menunjukkan aktivitas amilolitik, 7 menunjukkan aktivitas selulolitik, dan 3 menunjukkan aktivitas proteolitik. Karakteristik morfologi dan biokimia yang beragam ditemukan pada isolat bakteri tersebut. Bakteri yang dapat mendegradasi sampah organik biasanya ditemukan dalam sampel tanah, kotoran	Lokasi pengambilan sampel, sampel yang diteliti berbeda, serta media isolasi yang digunakan.

No	Judul Penelitian, Authors & Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	<i>Gap Research</i>
			sapi, dan sampah dapur.	
4	An Effective Method of Utilizing Vegetable Waste in the Form of Carriers for Trichoderma strains with phytosanitary properties Maruwka, et al. (2019)	Metode penelitian menggunakan parameter fisikokimia dan enzimatik	Kompos dari kubis dan jerami sebagai pembawa jamur Trichoderma sp memiliki keuntungan, yaitu dijadikan sebagai penanganan sekunder limbah berbahaya dan digunakan sebagai substrat untuk pertumbuhan strain Trichoderma.	Sampel yang digunakan berbeda, Tempat pengambilan sampel berbeda, dan tidak terdapat parameter dalam menguji kemampuan isolat bakteri seperti pada uji parameter fisik dan kimiawi.
5	Pengolahan Sampah Terpadu Desa Karangates untuk Mencapai Zero Waste Anggorowati, et al. (2019)	Metode penelitian yang digunakan dengan isolasi bakteri, seleksi bakteri, uji selulase, uji amilase, uji protease, dan uji hidrolisis indeks kapasitas.	Dua kandidat probiotik yang mampu menghasilkan enzim ekstraseluler, selulase dan amilase, menunjukkan bahwa kedua isolat bakteri ini dapat berkembang menjadi bakteri probiotik.	Sampel yang digunakan berbeda, Tempat pengambilan sampel berbeda, dan tidak terdapat parameter dalam menguji

No	Judul Penelitian, Authors & Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Research
				kemampuan isolat bakteri seperti pada uji parameter fisik dan kimiawi.
6	<p>Isolasi dan Seleksi Bakteri Proteolitik Asal Limbah Cair Tahu sebagai Dasar Penentuan Agen Pembuatan Biofertilizer</p> <p>Asril & Leksikowati (2019)</p>	Metode penelitian yang digunakan adalah isolasi bakteri, uji aktivitas proteolitik, uji pembusukan kentang, uji hemolisis dan uji antagonisme antar isolat.	Terdapat 28 isolat bakteri proteolitik yang telah berhasil diekstraksi dari limbah cair. Dua isolat memiliki indeks proteolitik tertinggi. Isolat kedua ini menunjukkan hasil negatif karena tidak memiliki efek patogenitas. Selain itu, tidak ada aktivitas konflik antar kedua isolat.	Sampel yang digunakan, tempat pengambilan sampel berbeda, selain uji proteolitik, juga ditambah dengan uji amilolitik dan uji selulolitik. Untuk kemampuan isolat bakteri dalam mendegradasi menggunakan parameter fisik dan kimiawi.
7	Pengomposan Daun	Pembuatan kompos	Konsorsium Azotobacter	Lokasi

No	Judul Penelitian, Authors & Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	<i>Gap Research</i>
	<p>Menggunakan Konsorsium Azotobacter</p> <p>Rosidah Kumalasaki dan Enny Zulaika (2016)</p>	<p>dengan menggabungkan kelompok isolate indigenus dengan sampah daun,</p>	<p>dapat digunakan untuk mengompos sampah daun. Setelah inkubasi delapan minggu, kompos benar- benar matang pada suhu 28 derajat Celcius, yang merupakan suhu awal.</p>	<p>pengambilan sampel, media yang digunakan dalam penelitian berbeda, serta pengujian isolat dilakukan dengan metode berbeda.</p>

C. Kerangka Berpikir



Gambar 2. 4 Kerangka Berpikir Uji Isolasi Bakteri Pendegradasi Sampah Sayur dan Buah

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Peta lokasi tempat pengambilan sampel sampah sayur dan buah terdapat pada empat pasar tradisional Kota Semarang, seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Lokasi 4 Pasar Tradisional Kota Semarang. 1: Jawa Tengah, 2: Semarang, 3; A: Pasar Tradisional Johar, B: Pasar Tradisional Karangayu, C: Pasar Tradisional Jrakah, D: Pasar Tradisional Ngaliyan.
Sumber: (Google Earth, 2024)

Teknik pengambilan sampel berupa *random sampling*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Kampus 3 UIN Walisongo Semarang dan Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Balai Besar Standardisasi dan Pelayanan Jasa Pencegahan Pencemaran Industri (BBSPJPI) Semarang. Pelaksanaan penelitian selama 3 bulan yang dimulai pada bulan Desember hingga Februari 2024.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Peralatan yang dipakai antara lain gelas ukur, gelas beker (Iwaki CTE33), pipet ukur (Pipette PUMP), mikropipet (BIO- RAD), *yellow tip* volume 20-100 mikroliter, jarum ose, *filter paper*, cawan petri, tabung reaksi (Iwaki CTE33), erlenmeyer (Iwaki CT32), autoklaf (Hirayama HVE-50), incubator (memmert), *magnetic stirrer*, neraca analitik, pembakar spritus, *laminar air flow* (Esco Sentinel Gold), vortex, *hotplate*, termometer, pH meter portable, dan TDS.

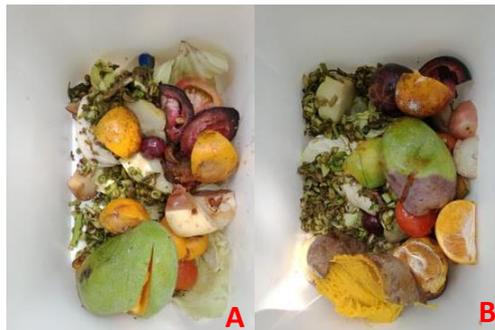
2. Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam proses isolasi bakteri pendegradasi adalah sampah sayur dan buah, akuades steril, media YEMA (*yeast extract mannitol agar*), media YPSs (*yeast pepton soluble*

starch), bioaktivator EM4, medium CMC (*carboxymethyl cellulose*), *Congo-red*, NaCl, medium SA (*starch agar*), larutan *Lugol's iodine*, medium SMA (*skim milk agar*), CPO (*Crude Palm Oil*), yeast extract, pepton, KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, *solubel starch*, *bacto agar*, *bromthymol blue agar*, NaNO_3 , K_2HPO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, dan NB (*Nutrient Broth*).

C. Tahapan Penelitian

1. Pemilahan Sampel Sampah Sayur dan Buah



Gambar 3. 2 Sampel Sampah Sayur dan Buah, A: Sampah Sayur dan Buah Dicampur Air Kran, B: Sampah Sayur dan Buah Dicampur EM4+Molase

(Dokumentasi Penelitian, 2024)

Sampah sayur dan buah diambil dari 4 pasar tradisional, pasar Ngaliyan, pasar Jarakah, pasar Karangayu, dan Pasar Johar. Pada masing-masing

pasar tradisional, peneliti mengambil sayuran dan buah-buahan yang sudah basi dan rusak dari pedagang sayur dan buah. Sayuran dan buah-buahan yang diambil sebagai sampel yaitu yang memiliki karakteristik sayur dan buah yang sudah basi, berwarna kecoklatan atau kehitaman, bentuknya sudah rusak, baunya busuk, sudah tidak dapat dikonsumsi lagi, dan nantinya akan dibuang di TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Sampah sayur dan buah yang diambil dari masing-masing pedagang yang ada di 4 pasar tradisional, kemudian dikumpulkan menjadi satu lalu ditimbang sebanyak 2 kg. Sampel sampah sayur dan buah sebanyak 2 kg dibagi menjadi 2 wadah untuk dilakukan pengkomposan secara alami. Sampah sayur dan buah dipotong kecil-kecil dan dihancurkan kemudian dimasukkan dalam dua wadah tersebut (Gambar 3.1). Pada wadah komposter A yang berisi sampel sampah sayur dan buah yang dicampur dengan EM4 molase dan pada wadah komposter B yang berisi sampel sampah sayur dan buah yang dicampur dengan air kran. Kedua wadah komposter tersebut disimpan selama 30 hari pada tempat yang sama di ruang tertutup dan tidak terkena cahaya matahari.

2. Isolasi Mikroorganisme

Prinsip dari isolasi mikroorganisme adalah memindahkan strain hasil isolasi dari lingkungan asal ke lingkungan baru yaitu lingkungan buatan/cawan petri. Pada proses isolasi bakteri, terlebih dahulu dilakukan pengenceran bertingkat pada sampel cairan komposter sampah sayur dan buah. Pengenceran bertingkat dilakukan dari 10^{-1} , 10^{-2} , dan 10^{-3} dalam 9 ml aquades steril. Kemudian masing-masing tabung dari 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} divortex dengan kecepatan 150 rpm. Sampel komposter cair yang sudah dilakukan pengenceran bertingkat kemudian diinokulasikan secara duplo (pengulangan dua kali) dengan metode *spread plate*/ cara sebar pada media YEMA. Media isolat bakteri yang sudah dituangkan pada cawan petri lalu diinkubasi pada suhu 34°C selama 48 jam.

3. Purifikasi Isolat Bakteri

Purifikasi isolat bakteri merupakan proses pemurnian atau memisahkan koloni bakteri untuk menghasilkan hanya bakteri yang murni. Koloni bakteri dengan karakteristik yang berbeda

dimurnikan dengan menggunakan teknik kuadran (Satwika et al, 2021). Dari masing-masing tabung pengenceran bertingkat dari 10^{-1} , 10^{-2} 10^{-3} masing-masing diambil 1 ml kemudian dituangkan pada media YEMA (*yeast extract mannitol agar*). Jika media sudah tumbuh bakteri, maka bisa dipisahkan sesuai karakter koloni.

4. Uji Kemampuan Isolat Bakteri dalam Mendegradasi Sampah Sayur dan Buah

a. Uji Amilolitik

Uji amilolitik merupakan uji yang dilakukan untuk memastikan bahwa isolat bakteri menghasilkan enzim amilase. Enzim amilase dapat menghidrolisis amilum atau pati dan menghasilkan karbohidrat yang lebih sederhana (Emi, Apriana, 2023). Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas enzim amilolitik dan menentukan bakteri potensial dari isolat bakteri sampah sayur dan buah dengan menggunakan media agar YPSs (*Yeast Pepton Soluble Starch*).

Pengujian bakteri penghasil amilase dilakukan dengan langkah pertama pembuatan media YPSs (*Yeast Pepton Soluble Starch*) antara lain 1 gram yeast extract, 2,5 gram pepton, 1,5

gram KH_2PO_4 , 0,25 gram $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,05 gram $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 10 gram solubel starch, 10 gram batch agar, dan 500 mL aquades. Media YPSs dituangkan ke dalam cawan petri dan 1 jarum ose isolat bakteri diinokulasikan ke atas permukaan media YPSs menggunakan metode titik sebanyak 3 titik dengan jarak tidak terlalu dekat dan kemudian diinkubasi selama 48 jam pada suhu 34°C Menurut metode (Algofer *et al.*, 2021) setelah 48 jam diinkubasi, media isolat bakteri ditetesi dengan larutan iodium (I2) lalu diratakan sehingga muncul zona bening di sekitar kononi bakteri. Diameter zona bening diukur untuk menentukan indeks hidrolisis pati yang dihasilkan dari tiap isolat penghasil amilase. Isolat yang memiliki zona bening paling lebar merupakan isolat bakteri yang berpotensi dalam mendegradasi sampah sayur dan buah.

b. Uji Selulolitik

Bakteri selulolitik memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim selulase, yang dapat menghidrolisis selulosa menjadi glukosa, produk yang lebih (Multiyaningsih, *et al.*, 2017). Uji bakteri selulolitik secara metode kuantitatif

menggunakan media CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) dilakukan pada isolat bakteri yang sebelumnya telah berhasil dipurifikasi. Isolat murni ditanamkan pada media CMC dengan metode titik diinkubasi selama 48 jam pada suhu 34°C. Setelah diuji menggunakan larutan pewarna *Congo Red* terlihat munculnya zona bening pada media CMC. Adanya aktivitas hidrolitik oleh enzim selulase yang diekskresikan oleh isolat bakteri dengan diameter tertentu ditunjukkan oleh zona bening. Media uji disemprot dengan natrium klorida (NaCl), sehingga zona bening dapat dilihat dengan jelas.

Pengujian bakteri selulolitik dilakukan dengan langkah pertama pembuatan media dengan 5 gram agar, 1 gram NaNO₃, 0,25 gram K₂HPO₄, 0,01 gram MgSO₄·7H₂O, 0,01 gram MnSO₄·7H₂O, 0,01 gram FeSO₄·7H₂O, 0,01 gram CaCl₂·2H₂O, dan 3 gram CMC. Kemudian semua bahan tersebut dicampurkan dengan aquades lalu disterilisasi. Untuk pengujian isolasi dengan cara 1 ose ditanamkan pada metode titik, diinkubasi 48 jam pada suhu 45°C diwarnai dengan *Congo red* 15-30 menit, kemudian dibilas

dengan NaCl.

c. Uji Proteolitik

Bakteri proteolitik merupakan bakteri yang memiliki kemampuan untuk menghidrolisis protein menjadi peptida atau asam amino yang lebih kecil dikenal sebagai bakteri proteolitik (Yuniati *et al*, 2015). Uji aktivitas enzim proteolitik dilakukan pada isolat bakteri sampah sayur dan buah dengan menggunakan media SMA (*Skim Milk Agar*). Pepton dan susu skim adalah sumber karbon utama media SMA untuk metabolisme bakteri (Yuniati *et al*, 2015). Munculnya zona bening di sekitar koloni bakteri pada media SMA menunjukkan hasil positif dari uji proteolitik. Hasil menunjukkan bahwa isolat bakteri sampah sayur dan buah adalah bakteri proteolitik karena mereka memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim protease.

Uji aktivitas proteolitik dengan kemampuan bakteri dalam menghidrolisis protein dilakukan langkah pertama pembuatan media dengan 1 gram NB (*nutrient broth*), 2 gram agar, 2 gram skim milk kemudian di autoklaf dengan suhu 121°C. Pengujian isolasi dengan cara 1 ose di

goreskan ke cawan petri kemudian akan muncul zona bening.

5. Uji Kemampuan Isolat Bakteri pada Sampah Sayur dan Buah dengan Perbandingan Isolat EM4

Sebanyak 100 mL EM4 dicampur dengan 1000 mL larutan molase, yang dibuat dengan mencampur air dan molase dengan perbandingan volume 2:1. Larutan kemudian dipanaskan dan diaduk secara merata. Selanjutnya campuran EM4 dan molase dimasukkan ke dalam wadah tertutup dan diinkubasi selama 15 hari. Setiap hari, wadah campuran EM4 dan molase digoyangkan untuk mencegah sel EM4 mengendap di dasar wadah. Selama masa inkubasi, tutup botol dibuka setiap tiga hari sekali untuk mengeluarkan gas yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang telah fermentasi (Nurfitriani, *et al* 2014).

a. Pengukuran Karakteristik Fisika dan Kimia

Sifat fisika yang diukur pada penelitian ini adalah kandungan TDS dan suhu. Pada 15 hari pengkomposan alami diambil air lindi dari sampah sayur dan buah sebanyak 20 mL untuk diukur sifat fisik dan kimianya. Pengukuran kadar padatan terlarut dilakukan dengan menggunakan

TDS meter portable. Sementara karakteristik kimiawi diukur dengan pH limbah, suhu diukur dengan termometer genggam.

1) Uji pH

Pengukuran pH didasarkan pada aktivitas ion hidrogen menggunakan pH meter. Alat yang digunakan pada uji pH diantaranya; pH meter, pengaduk magnetik atau gelas, labu ukur 1.000 ml, labu semprot, dan timbangan analitik dengan presisi 0,1 mg. Sebelum prosedur pengujian dimulai, pengujian dimulai dengan kalibrasi pH meter internal dengan menggunakan dua larutan penyangga minimal yang disesuaikan dengan jarak pengukuran.

Untuk melakukan uji pH, tahap elektroda harus dibilas dengan air bebas mineral sebelum dikeringkan dengan kertas tisu halus. Setelah elektroda dimasukkan ke dalam sampel uji, pH meter harus menunjukkan nilai yang stabil. Kemudian hasilnya dicatat pada layar pH meter. Suhu yang diukur juga dicatat. Saat pengukuran selesai, air bebas mineral ditambahkan ke

elektroda (SNI 6989.11-2019).

2) Uji Suhu

Uji suhu merupakan mengukur suhu dengan menggunakan termometer air raksa skala 110. Teorinya adalah bahwa suhu udara dapat diukur dengan termometer karena raksa air akan memuai atau menyusut sesuai dengan panas air yang diperiksa. Dimulai dengan mencelupkan termometer langsung ke dalam sampel uji, lalu uji suhu dimulai. Ditunggu selama dua hingga lima menit atau sampai hasilnya baik-baik saja. Setelah menggunakan termometer tanpa mengeluarkannya dari air, kemudian hasilnya dicatat (SNI 06-6989.23-2005).

3) Uji *Total Dissolved Solid* (TDS)

Prinsip uji TDS adalah sebagai berikut: sampel yang telah disaring secara homogen dengan kertas saring *fiberglass*, filtrat ditampung dalam cawan, dan dievaporasi pada suhu $180^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$. Kemudian, sampel ditimbang hingga berat konstan. Berat cawan meningkat sebanding dengan berat padatan terlarut (TDS). Uji TDS dilakukan dengan alat

berikut: kertas saring *fiberglass*, air suling dengan daya hantar listrik kurang dari 1 mg/L, timbangan analitik ketelitian 0,1 mg, oven, desikator yang mengandung silika gel, cawan porselen, penjepit cawan dan kertas saring, alat penyaring dengan pompa penghidap, dan pengaduk magnetik.

Metode uji dimulai dengan tahap persiapan kertas saring. Kertas saring diletakkan di atas filter, dan air suling digunakan untuk mencucinya. Penghisapan digunakan untuk mengeluarkan semua kotoran dari kertas saring dan hasil bilasan. Kertas saring sudah tersedia untuk digunakan. Pada langkah persiapan, cawan porselen dipanaskan dalam oven selama satu jam. Kemudian dipindahkan dari oven dan dipecah ke dalam desikator. Cawan ditimbang dan dipanaskan kembali hingga berat tetap diperoleh (tidak lebih dari 4% atau 0,5 mg dari penimbangan sebelumnya).

Pada langkah terakhir, sampel uji dihomogenkan. Setelah sampel dipipet ke dalam volume yang cukup besar,

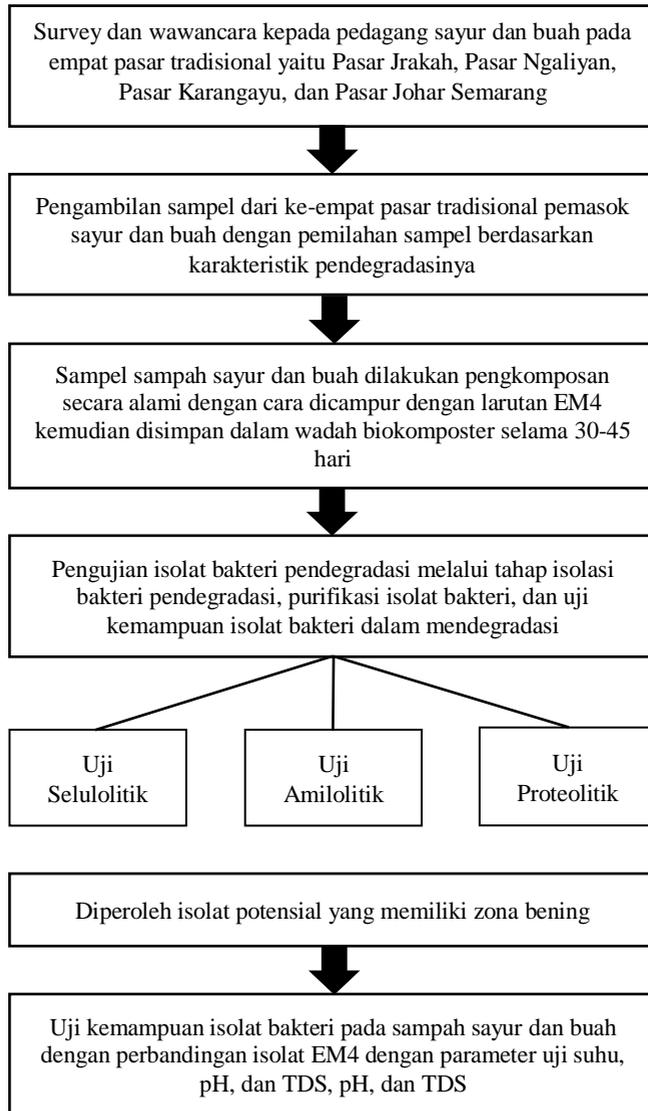
digunakan pompa vakum untuk menyaringnya. Kertas saring dibilas dengan air suling 10 mL dalam tiga kali pengulangan. Setelah dihisap selama sekitar tiga menit, saringan dimasukkan ke dalam cawan berat tetap dan diuapkan hingga kering pada penagas air. Selama satu jam, cawan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 180°C. Lalu, setelah cawan dingin dalam desikator, ditimbang hingga beratnya tetap (perubahan berat tidak lebih dari 4% atau 0,5 mg dari penimbangan sebelumnya). Kemudian dihitung tingkat TDS dalam mg/L (SM 2540 A,C, 23rd, 2017).

6. Pengumpulan Data dan Analisis Data

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif untuk mengetahui jumlah isolat potensial bakteri pendegradasi sampah sayur dan buah melalui proses isolasi dari sampah sayur dan buah dan dilakukan uji amilolitik, selulolitik, dan proteolitik pada media selektif. Hasil uji positif jika terdapat zona bening pada media isolat bakteri kemudian diukur rata-rata diameter zona bening tersebut. Dimana jika terdapat

isolat bakteri yang memiliki rata-rata diameter zona bening paling lebar, maka isolat tersebut merupakan isolat potensial. Dan data pengukuran kemampuan isolat bakteri dalam menguraikan sampah sayur dan buah diperoleh melalui uji fisik dan kimiawi dengan membandingkan antara hasil uji isolat bakteri sampah sayur dan buah dengan penambahan EM4 dan molase dengan isolat bakteri sampah sayur dan buah tanpa penambahan EM4 dan molase. Hasil yang diperoleh dapat dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI), jika pada uji pH (SNI 66989.11-2019), uji suhu (SNI 06-6989.23-2005), pada uji (SM 2540 A,C, 23rd Edition : 2017) apakah nilai sampel memenuhi standar SNI atau tidak.

D. Alur Penelitian



Gambar 3. 3 Alur Penelitian Uji Isolasi Bakteri Pendegradasi Sampah Sayur dan Buah

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Isolasi Bakteri Pendegradasi Sampah Sayur dan Buah

Pada penelitian ini menggunakan 2 sampel yaitu kompos yang diambil dari dua wadah yang berbeda. Wadah A berisi kompos sampah sayur dan buah yang dicampur air dan wadah B berisi kompos sampah sayur dan buah yang dicampur Molase dengan EM4. Tujuan penambahan molase pada perlakuan pengomposan karena molase merupakan sumber energi bagi mikroba selama pengomposan, membantu ketersediaan karbohidrat mudah larut yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri, seperti kelompok bakteri asam (Dhalika, *et al.*, 2021). Sedangkan penambahan EM4 (*Effective Microorganisme*) karena EM4 mampu membantu proses fermentasi bahan organik menjadi lebih cepat, sehingga unsur hara yang terkandung dapat dengan mudah terserap (Maulana *et al.*, 2017).

Pengujian sampel dilakukan melalui tahap isolasi bakteri, purifikasi isolat bakteri, uji kemampuan isolat bakteri dalam mendegradasi dan uji kemampuan isolat bakteri dengan perbandingan isolat EM4. Pada uji kemampuan isolat bakteri dalam mendegradasi sampel

sampah sayur dan buah menggunakan 3 jenis uji yaitu uji amilolitik, uji selulolitik, dan uji proteolitik. Ketiga uji tersebut menjadi penyusun utama dari isolasi bakteri pendegradasi sampah sayur dan buah.

Uji amilolitik merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui adanya produksi enzim amilase pada isolat bakteri. Enzim amilase dapat menghidrolisis amilum atau pati dan menghasilkan karbohidrat yang lebih sederhana (Emi, Apriana 2023). Uji selulolitik merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui adanya produksi enzim selulase pada isolat bakteri. Kemampuan enzim selulase adalah untuk menghidrolisis selulosa menjadi glukosa, produk yang lebih sederhana (Multiyaningsih, *et al.*, 2017). Dan uji proteolitik merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui adanya produksi enzim protease pada isolat bakteri. Kemampuan enzim protease adalah untuk menghidrolisis protein menjadi peptida atau asam amino yang lebih sederhana (Yuniati, *et al.*, 2015). Kemudian untuk uji kemampuan isolat bakteri dalam mendegradasi sampah sayur dan buah dengan perbandingan isolat EM4 menggunakan metode pengukuran karakteristik fisika dan kimia lewat uji TDS, pH, dan suhu.

1. Pembuatan Kompos Alami dari Sampah Sayur dan Buah

Sampah sayur dan buah diambil dari 4 pasar tradisional yaitu pasar Jarakah, pasar Ngaliyan, pasar Karangayu, dan pasar Johar. Dari ke- 4 pasar tersebut sampah sayur dan buah dikumpulkan menjadi satu kemudian ditimbang dan diambil sebanyak 2 kg, lalu sampah sayur dan buah tersebut dibagi menjadi 2 wadah yaitu 1 kg pada wadah komposter A yang berisi sampel sampah sayur dan buah yang dicampur dengan air kran dan 1 kg pada wadah komposter B yang berisi sampel sampah sayur dan buah yang dicampur dengan EM4 dan Molase, seperti pada Gambar 4.1. Kedua wadah komposter ditutup dan disimpan selama 30 hari pada ruangan tertutup yang tidak terkena cahaya matahari.



Gambar 4. 1 Pembuatan Kompos Alami dari Sampah Sayur dan Buah, A. Sampah Sayur dan Buah + Air, B. Sampah Sayur dan Buah + EM4 Molase (Dokumentasi Penelitian, 2024)

2. Isolasi Bakteri dari Kompos Sampah Sayur dan Buah

Media yang digunakan dalam pengujian sampel kompos sampah sayur dan buah adalah media YEMA (*yeast extract mannitol agar*). Media YEMA (*yeast extract mannitol agar*) adalah media selektif untuk mengisolasi bakteri penambat N simbiotik (Becking, 1959 dalam Rao, 2007). Media YEMA ini merupakan media pertumbuhan yang digunakan dalam penelitian mikrobiologi untuk mengisolasi dan membiakkan bakteri pengikat nitrogen simbiotik yang penting dalam pertanian, terutama pada proses isolasi

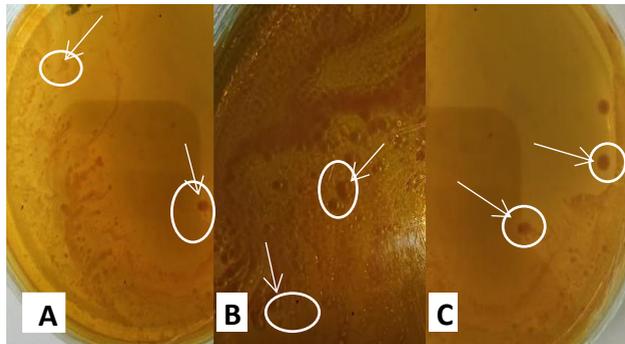
bakteri dari proses pengomposan. Media YEMA terdiri dari 10 gram mannitol, 0,5 gram K_2HPO_4 , 0,2 gram $MgSO_4$, 1 gram yeast ekstrak, 0,1 gram NaCl, 20 gram agar powder, dan 1 L aquades.

Pada proses isolasi bakteri, terlebih dahulu dilakukan pengenceran bertingkat pada sampel cairan komposter sampah sayur dan buah. Pengenceran bertingkat dilakukan untuk membuat kepadatan kandungan bakteri dalam sampel lebih rendah, sehingga pengamatan dan perhitungan jumlah bakteri yang ditemukan lebih mudah (Handayani *et al.*, 2023). Dilakukan pengenceran bertingkat dari 10^{-1} , 10^{-2} , dan 10^{-3} .

Pada awalnya, 9 mL aquades steril dan 10 gram sampel sampah sayur dan buah dimasukkan ke dalam tabung reaksi pertama. Kemudian, 1 mL dari seri pengenceran 10^{-1} diambil menggunakan mikropipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi kedua yang berisi 9 mL aquades steril. Kemudian, vortex kembali untuk menghasilkan seri pengenceran 10^{-2} . Prosedur ini berlanjut hingga seri pengenceran 10^{-3} diperoleh.

Sampel cair yang sudah dilakukan pengenceran bertingkat kemudian diinokulasikan secara duplo (pengulangan dua kali) dengan metode *spread plate* /

cara sebar pada media YEMA. Media isolat bakteri yang sudah dituangkan pada cawan petri lalu diinkubasi pada suhu 31°C selama 48 jam. Bakteri yang tumbuh selanjutnya dimurnikan dengan metode streak kuadran pada media agar dan di inkubasi pada suhu 31°C selama 48 jam seperti pada Gambar 4.2. Koloni murni yang diperoleh digunakan sebagai stok isolat untuk uji selanjutnya.

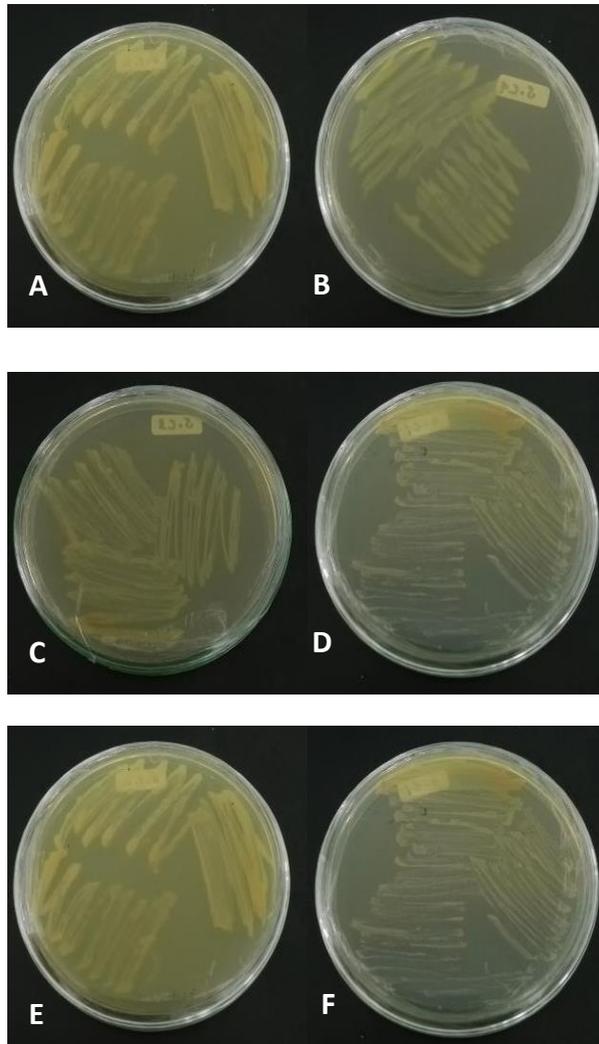


Gambar 4. 2 Isolat A, Isolat B, Isolat C dari Hasil Inokulasi Pengenceran Sampel A (Pengenceran Bertingkat 10^{-1}), B (Pengenceran Bertingkat 10^{-2}), Dan C (Pengenceran Bertingkat 10^{-3}) (Dokumentasi Penelitian, 2024)

3. Purifikasi Isolat Bakteri Sampah Sayur dan Buah

Purifikasi merupakan tahap pemurnian atau pemisahan koloni bakteri untuk didapatkan bakteri murni tunggal. Koloni bakteri yang diisolasi

dimurnikan atau dipurifikasi. Pemurnian bakteri adalah prosedur yang digunakan untuk membedakan dan mengumpulkan koloni bakteri murni. Koloni dominan adalah koloni yang diambil (Handayani et al., 2023). Bakteri dimurnikan dengan menggunakan metode *streak plate*. Satu koloni hasil kultur diambil dan dimasukkan ke dalam media YEMA baru. Berdasarkan hasil inokulasi dari pengenceran bertingkat pada Gambar 4.2, didapatkan beberapa koloni dengan perbedaan dalam ciri-ciri morfologi. Koloni yang tumbuh dapat dibedakan secara morfologi berdasarkan bentuk, tepi, elevasi, tekstur, maupun warna koloninya (Cappucino dan Sherman, 1998). Sehingga didapatkan 6 isolat bakteri dengan karakteristik yang sama (Gambar 4.3). Ke-enam media isolat tersebut diinkubasi pada suhu 34°C selama 48 jam. Isolat murni yang sudah tumbuh kemudian dipindahkan ke tabung reaksi sebanyak satu ose ke dalam media YEMA miring sebagai stok kultur bakteri.

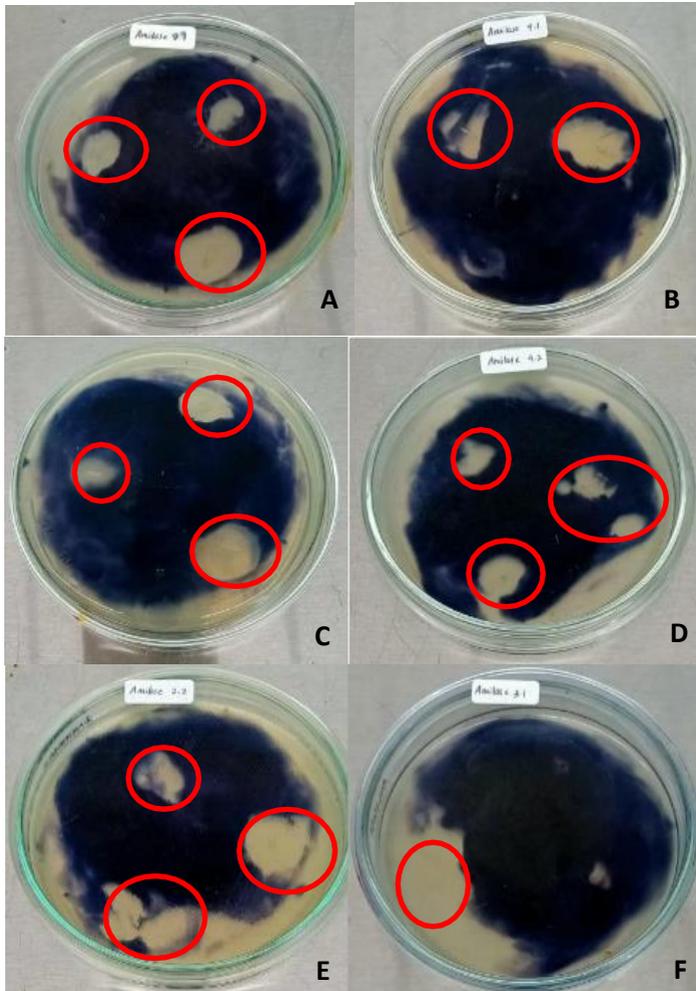


Gambar 4. 3 Hasil Purifikasi Bakteri pada Media YEMA Umur 48 Jam Kode Isolat A:SB1, B:SB2, C:SB3, D:SB4, E:SB5, F:SB6
(Dokumentasi Penelitian, 2024)

B. Uji Kemampuan Isolat Bakteri dalam Mendegradasi Sampah Sayur dan Buah

1. Uji Amilolitik

Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas enzim amilase dan menentukan bakteri potensial dari isolat bakteri sampah sayur dan buah dengan menggunakan media agar YPSs (*Yeast Pepton Soluble Starch*). Media YPSs merupakan media yang mengandung pati terlarut sehingga mampu menyeleksi enzim amilase pada uji amilolitik. Media YPSs mengandung nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme, seperti ragi, pepton, dan pati. Pati pada media ini berperan sebagai sumber karbon untuk mikroorganisme dan menjadi target enzim amilase. Selain itu, dalam uji amilolitik, pembentukan zona bening disekitar koloni bakteri menunjukkan aktivitas amilase. Media YPSs memberikan latar belakang warna yang cocok untuk mendeteksi zona-zona ini dengan jelas. Media YPSs dituangkan ke dalam cawan petri dan 1 ose isolat bakteri diinokulasikan ke atas media dengan metode titik sebanyak 3 titik dengan jarak tidak terlalu dekat (Gambar 4.4) dan kemudian diinkubasi selama 48 jam pada suhu 34°C



Gambar 4. 4 Zona Bening (*Clear Zone*) yang Diberi Lingkaran Merah, Terbentuk dari Uji Amilolitik dari Isolat Bakteri Sampah Sayur dan Buah. Diinkubasi 48 Jam Setelah Ditetesi Larutan Iodin (Dokumentasi Penelitian, 2024)

Keterangan :

Isolat A = Terdapat 3 zona bening

Isolat B = Terdapat 2 zona bening

Isolat C = Terdapat 3 zona bening

Isolat D = Terdapat 3 zona bening

Isolat E = Terdapat 3 zona bening

Isolat F = Terdapat 1 zona bening

Bakteri sampah sayur dan buah yang dapat memproduksi enzim amilase ditandai dengan terbentuknya zona bening (*clear zone*) di sekitar koloni bakteri yang ditumbuhkan pada media selektif amilase YPSs (*Yeast Pepton Soluble Starch*). Media isolat bakteri diinkubasi selama 48 jam pada suhu 34°C setelah ditetesi dengan larutan iodin sebagai indikator (Gambar 4.4). Pada Gambar 4.4 terdapat 6 isolat yang mampu memproduksi enzim amilase yang ditandai dengan munculnya zona bening (*clear zone*) pada media isolat bakteri. Pada media isolat bakteri dengan kode A:SB1 terdapat 3 zona bening, B:SB2 terdapat 2 zona bening, C:SB3 terdapat 3 zona bening, D:SB4 terdapat 3 zona bening, E:SB5 terdapat 3 zona bening, dan F:SB6 terdapat 1 zona bening, karena pada media isolat hanya 1 titik isolat bakteri yang muncul zona bening, zona bening sebelahnya tidak dapat diukur karena diameternya terlalu kecil. Setelah dilakukan pengamatan secara visual, selanjutnya

dilakukan pengukuran zona bening yang terbentuk di sekitar isolat bakteri. Pengukuran diameter zona bening pada setiap isolat memiliki tiga titik inokulasi bakteri, jika ketiganya terdapat zona bening, maka diukur masing-masing zona bening tersebut lalu dibagi menjadi tiga dan hasilnya seperti pada Tabel 4.1

Uji amilolitik menggunakan iodine untuk menentukan adanya zona bening di sekitar substrat amilum. Enzim-enzim amilolitik, seperti amilase, dapat menghidrolisis amilum menjadi molekul glukosa yang lebih sederhana. Amilum merupakan polisakarida kompleks dengan rantai panjang unit glukosa. Ketika amilase hadir dan bekerja pada amilum, enzim amilase menghidrolisis amilum menjadi gula sederhana seperti glukosa. Pada titik-titik di sekitar area yang dimana amilum telah dihidrolisis, tidak ada lagi substrat amilum untuk berinteraksi dengan iodine, sehingga kompleks biru-hitam tidak terbentuk dengan gula sederhana tersebut. Akibatnya, area di sekitar area dimana amilase yang telah bekerja akan terlihat seperti zona bening setelah iodine melakukan pekerjaannya (Wibowo *et al*, 2022).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, enam isolat bakteri yang berhasil dimurnikan berdasarkan karakteristik morfologinya telah diidentifikasi. Koloni yang tumbuh dapat dibedakan secara morfologi berdasarkan bentuk, tepi, elevasi, tekstur, maupun warna koloninya (Cappucino dan Sherman, 1998). Bakteri sampah sayur dan buah dapat menguraikan senyawa organik, salah satunya adalah amilum. Menurut Wibowo *et al* (2022), bakteri menggunakan nutrisi pada lingkungan hidupnya melalui aktivitas biokimia yang berbeda. Amilum, juga disebut pati, adalah cadangan makanan pada bagian sel tumbuhan yang berbentuk butiran yang terdiri dari amilosa dan amilopektin (Choirunnisa *et al.*, 2018). Hasil pengujian aktivitas amilase menunjukkan bahwa 6 isolat bakteri mempunyai hasil positif menghasilkan amilase dengan kode isolat SB 1, SB 2, SB 3, SB 4, SB 5, dan SB 6 seperti pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Aktivitas Enzim Amilase Secara Kuantitatif dari Bakteri Sampah Sayur dan Buah

No	Kode Isolat	Rata-Rata Diameter Zona Bening (mm)	Hasil Uji	Keterangan
1	SB 1	21,30	+	Bening
2	SB 2	15,25	+	Bening
3	SB 3	19,00	+	Bening
4	SB 4	14,95	+	Bening
5	SB 5	16,85	+	Bening
6	SB 6	9,50	+	Bening

Berdasarkan Tabel 4.1 diameter zona bening yang mampu dihasilkan oleh bakteri sampah sayur dan buah, sebanyak 6 isolat bakteri mempunyai rata-rata diameter berbeda-beda, hal tersebut dikarenakan perbedaan kemampuan bakteri sampah sayur dan buah dalam menghidrolisis amilum atau pati. Diameter rata-rata isolat SB 1 (21,30 mm) mempunyai kemampuan mendegradasi amilum dan pati tertinggi, yang ditunjukkan dengan zona bening yang paling lebar dan terlihat jelas dibandingkan isolat lainnya. Uji enzim amilase menentukan apakah

suatu bakteri dapat menghasilkan amilase, yang membantu menghidrolisis amilum pada media. Bakteri ini juga dikenal sebagai bakteri amilolitik. Menurut (Chusniasih *et al.*, 2023) bakteri yang dapat menghasilkan zona bening di sekitar media amilum tergolong ke dalam bakteri amilolitik karena mampu mendegradasi amilum (Gambar 4.4).

Hasil pengukuran aktivitas enzim amilase secara kuantitatif dari bakteri sampah sayur dan buah (Tabel 4.1), dari ke-6 isolat bakteri memiliki hasil uji positif (+) yang ditandai adanya zona bening. Enam isolat bakteri yang diuji aktivitas enzim amilase tersebut, semuanya mampu berperan sebagai isolat pendegradasi sampah sayur dan buah yang berpotensi sebagai *Green Agent* pembuatan pupuk kompos. Terutama pada isolat SB 1 yang memiliki hasil uji tertinggi yaitu 21,30 mm, yang artinya dari ke-6 isolat bakteri yang diuji, isolat SB 1 yang paling berpotensi sebagai *Green Agent*.

2. Uji Selulolitik

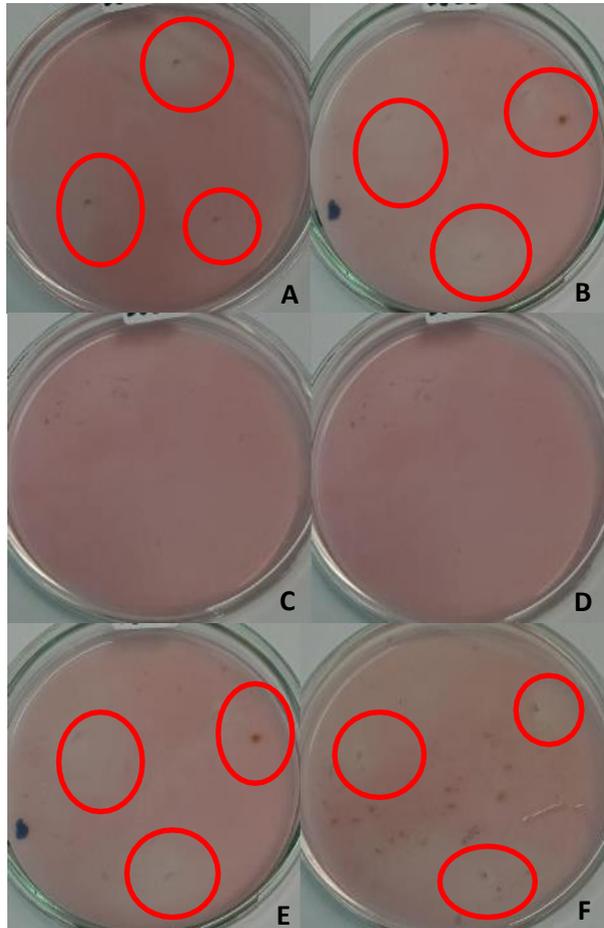
Bakteri selulolitik merupakan bakteri uji yang dapat menghasilkan enzim selulase yang mampu menghidrolisis selulosa menjadi produk yang lebih sederhana yaitu glukosa. Uji bakteri selulolitik secara

metode kualitatif menggunakan media CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*). Penggunaan media CMC karena media CMC memungkinkan pengukuran aktivitas enzim selulase dengan cara yang relatif sederhana. Media CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) memungkinkan pembentukan zona bening disekitar koloni bakteri yang menghasilkan enzim selulase. Dan penggunaan media CMC dapat meningkatkan reproduktibilitas hasil uji selulolitik karena media ini memberikan lingkungan yang seragam bagi mikroorganismenya untuk tumbuh dan menghasilkan enzim selulase (Multiyaningsih *et al.*, 2017).

Zona bening (*Clear zone*) dijadikan sebagai acuan keberhasilan dalam uji selulolitik karena zona bening dapat dengan mudah diamati secara makroskopis pada media kultur, sehingga memungkinkan untuk penilaian yang cepat terhadap aktivitas enzim. Adanya zona bening menunjukkan bahwa enzim selulase telah berhasil menguraikan selulosa menjadi fragmen- fragmen yang lebih kecil. Hal ini menandakan bahwa enzim tersebut aktif dalam menguraikan substrat selulosa. Diameter zona bening dapat menjadi acuan seberapa efisien enzim dalam menguraikan selulosa, semakin luas

zona bening, semakin besar pula aktivitas enzimnya. Pengamatan zona bening dapat diulang secara konsisten pada percobaan lainnya, menjadikan zona bening ini sebagai metode yang dapat diandalkan untuk mengevaluasi aktivitas selulolitik (Chusniasih *et al.*, 2023).

Uji bakteri selulolitik secara metode kuantitatif menggunakan media CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) dilakukan pada isolat bakteri yang sebelumnya telah berhasil dipurifikasi. Media CMC adalah media tumbuh yang dipilih untuk bakteri yang menggunakan selulosa sebagai sumber karbon (Arifin *et al.*, 2019). Isolat murni ditanamkan pada media CMC dengan metode titik diinkubasi selama 48 jam pada suhu 30C. Setelah diuji menggunakan larutan pewarna *Congo Red* terlihat munculnya zona bening pada media CMC seperti Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Zona Bening (*Clear Zone*) yang Diberi Tanda Lingkaran Merah, Terbentuk dari Uji Enzim Selulolitik dari Isolat Bakteri Sampah Sayur dan Buah. Diinkubasi 48 Jam Setelah Ditetesi Larutan *Congo Red*. (Dokumentasi Penelitian, 2024)

Keterangan :

- Isolat A = Terdapat 3 zona bening
- Isolat B = Terdapat 3 zona bening
- Isolat C = Tidak terdapat zona bening
- Isolat D = Tidak terdapat zona bening
- Isolat E = Terdapat 3 zona bening
- Isolat F = Terdapat 3 zona bening

Bakteri sampah sayur dan buah yang dapat menghasilkan amilase ditandai dengan munculnya zona bening di sekitar koloni bakteri yang ditumbuhkan pada media seleksi CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 34°C setelah ditetesi dengan larutan congo red sebagai indikator (gambar 4.5). Pada pengamatan yang sudah dilakukan, terdapat 4 isolat bakteri yang positif memproduksi enzim selulase yang ditandai dengan munculnya zona bening (*Clear zone*). Isolat bakteri dengan kode isolat A:SB1 terdapat 3 zona bening, B:SB2 terdapat 3 zona bening, E:SB5 terdapat 3 zona bening, dan F:SB6 terdapat 3 zona bening. Sedangkan untuk kode isolat bakteri C:SB3 dan D:SB4 tidak muncul zona bening sama sekali sehingga hasilnya negatif tidak memproduksi enzim selulase. Setelah pengamatan secara visual, zona bening di sekitar isolat bakteri diukur untuk mengukur indeks hidrolisis glukosa, seperti yang ditunjukkan pada

Tabel 4.2.

Zona bening (*Clear zone*) menunjukkan aktivitas hidrolitik enzim selulase yang diekskresikan oleh isolat bakteri dengan diameter tertentu. Dengan pencucian dengan natrium klorida, zona bening dapat dilihat dengan jelas. Ini karena *Congo Red* dan garam natrium akan larut dan tercuci oleh garam natrium lainnya, seperti natrium klorida. Akibatnya, zona bening yang terbentuk akan tampak jelas.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat 6 isolat bakteri yang berhasil dimurnikan berdasarkan ciri morfologinya. Bakteri sampah sayur dan buah mampu menguraikan senyawa organik salah satunya adalah selulase. Seperti pernyataan Wibowo *et al.*, (2022) bahwa bakteri menggunakan nutrisi dari lingkungan hidupnya melalui berbagai aktivitas biokimia yang berbeda. Hasil pengujian aktivitas sel menunjukkan bahwa empat isolat bakteri menghasilkan amilase dengan kode isolat SB1, SB2, SB5, dan SB6, seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Aktivitas Enzim Selulase Secara Kuantitatif dari Bakteri Sampah Sayur dan Buah

No	Kode Isolat	Rata-Rata Diameter		Keterangan
		Zona Bening (mm)	Hasil Uji	
1	SB 1	18,00	+	Bening
2	SB 2	16,85	+	Bening
3	SB 3	-	-	Tidak ada
4	SB 4	-	-	Tidak ada
5	SB 5	15,55	+	Bening
6	SB 6	15,05	+	Bening

Berdasarkan diameter zona bening yang mampu dihasilkan oleh bakteri sampah sayur dan buah, sebanyak 4 isolat bakteri mempunyai rata-rata diameter berbeda-beda (Tabel 4.2), hal tersebut dikarenakan perbedaan kemampuan bakteri sampah sayur dan buah dalam menghidrolisis glukosa. Diameter rata-rata isolat SB 1 (18,00 mm) dibandingkan dengan isolat lainnya, memiliki zona bening (*clear zone*) yang paling lebar dan lebih mudah dilihat. Uji enzim selulase menentukan apakah suatu bakteri dapat menghasilkan selulase yang bertanggung jawab untuk menghidrolisis glukosa pada media. Bakteri tersebut juga dapat

diklasifikasikan sebagai bakteri selulolitik. Karena kemampuan mereka untuk menghancurkan glukosa, bakteriyang dapat menghasilkan zona bening di sekitar media glukosa disebut sebagai bakteri selulolitik (Chusniasih *et al.*, 2023) (Gambar 4.5).

Sedangkan uji negatif hidrolisis glukosa terdapat pada 2 isolat bakteri, yaitu SB 3 dan SB 4 (Tabel 4.2) hal tersebut ditandai dengan tidak terbentuknya zona bening disekitar bakteri sampah sayur dan buah. Ketidakhadiran zona bening pada satu isolat mikroorganisme sementara isolat lain menunjukkan zona bening dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti, pada setiap mikroorganisme memiliki kemampuan enzimatik yang berbeda, perbedaan dalam genetika mikroorganisme dapat memengaruhi kemampuan mereka untuk menghasilkan enzim tertentu atau zat metabolit yang diperlukan untuk membentuk zona bening. Kondisi lingkungan seperti suhu, pH, kelembaban, dan komposisi media dapat memengaruhi kemampuan mikroorganisme untuk menghasilkan zona bening.

Dalam pencampuran mikroorganisme isolat, kompetisi dengan mikroorganisme lain juga dapat mempengaruhi kemampuan isolat untuk

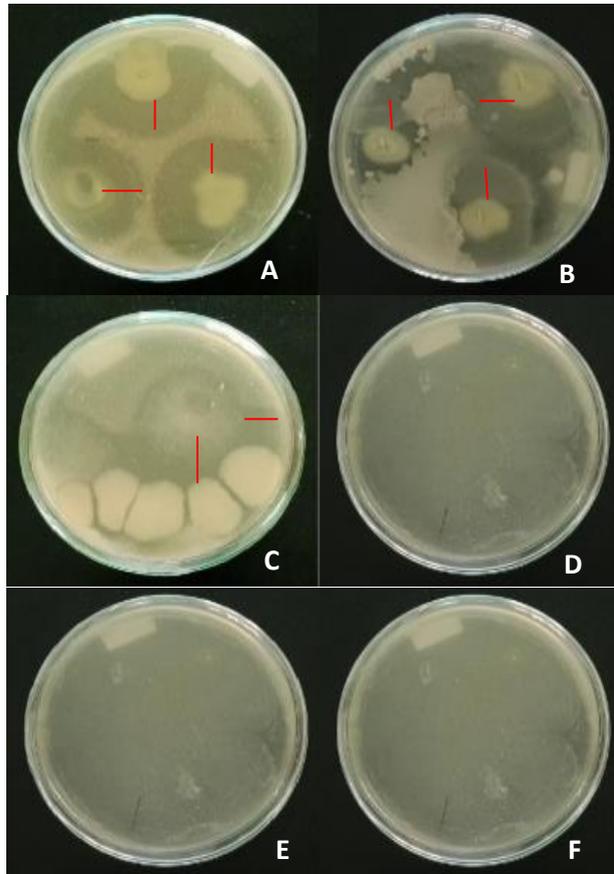
menghasilkan zona bening. Isolat yang kalah bersaing mungkin tidak mampu berkembang atau menghasilkan zona bening karena interaksi dengan mikroorganisme lain yang lebih dominan, dan kemungkinan juga ada bahwa faktor teknis, seperti kesalahan dalam proses inokulasi atau persiapan media, dapat memengaruhi hasil uji zona bening.

Hasil pengukuran aktivitas enzim selulase secara kuantitatif dari bakteri sampah sayur dan buah (Tabel 4.2), dari ke-6 isolat bakteri memiliki hasil uji 4 isolat bakteri positif (+) yang ditandai adanya zona bening dan 2 isolat bakteri negatif (-) karena tidak muncul zona bening. Empat isolat bakteri SB 1, SB2, SB 5, SB 6 yang diuji aktivitas enzim selulase tersebut, semuanya mampu berperan sebagai isolat pendegradasi sampah sayur dan buah yang berpotensi sebagai *Green Agent* pembuatan pupuk kompos. Sedangkan pada isolat bakteri SB3 dan SB 4 tidak mampu mendegradasi sampah sayur dan buah karena hasil uji negatif sehingga ke-2 isolat bakteri ini tidak mampu berperan sebagai *Green Agent*.

3. Uji Proteolitik

Bakteri yang memiliki kemampuan untuk menghidrolisis protein menjadi peptida-peptida yang

lebih kecil atau unit asam amino dikenal sebagai bakteri proteolitik (Yuniati *et al*, 2015). Dengan menggunakan media SMA yang disebut *Skim Milk Agar*, isolat bakteri sampah dari sayur dan buah digunakan untuk menguji aktivitas enzim proteolitik. Penggunaan media SMA karena media SMA mengandung susu skim sebagai sumber protein. Protein dalam susu menjadi substrat untuk enzim protease. Ketika mikroorganisme menghasilkan enzim proteolitik, enzim tersebut dapat menghidrolisis protein dalam susu menjadi peptida dan asam amino (Wibowo *et al*, 2022). Mikroorganisme yang menghasilkan enzim proteolitik maka akan membentuk zona bening disekitar koloni pada media SMA. Dengan adanya zona bening, hasil dari uji proteolitik dapat dengan mudah diinterpretasikan. Semakin besar zona bening yang terbentuk, semakin besar aktivitas proteolitik yang dimiliki oleh mikroorganisme yang diuji.



Gambar 4. 6 Zona Bening (Clear Zone) yang Terbentuk dari Uji Enzim Proteolitik dari Isolat Bakteri Sampah Sayur dan Buah. Diinkubasi 48 Jam, Diameter Zona Bening Diberi Tanda Garis Merah (Dokumentasi Penelitian, 2024)

Keterangan :

Isolat A = Terdapat 3 zona bening (keruh)

Isolat B = Terdapat 3 zona bening (keruh)

Isolat C = Terdapat 1 zona bening (tipis)

Isolat D = Tidak terdapat zona bening

Isolat E = Tidak terdapat zona bening

Isolat F = Tidak terdapat zona bening

Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa isolat bakteri sampah sayur dan buah yang mampu menghasilkan enzim protease yang ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening di sekitar koloni bakteri (Gambar 4.6). Koloni bakteri yang dapat menghasilkan protease ditumbuhkan pada media *Skim Milk Agar* (SMA) yang dipilih dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 34°C setelah ditetesi dengan larutan *congo red* sebagai indikator (Gambar 4.6). Setelah pengamatan visual, zona bening di sekitar isolat bakteri diukur untuk menghitung indeks hidrolisis protease, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, enam isolat bakteri yang berhasil dimurnikan berdasarkan karakteristik morfologinya (Gambar 4.6).

Bakteri sampah sayur dan buah dapat menguraikan protease, salah satu senyawa organik. Menurut Wibowo *et al.* (2022), bakteri menggunakan nutrisi pada lingkungan hidupnya melalui berbagai aktivitas biokimia. Salah satu zat organik yang ditemukan di sampah sayur dan buah adalah protease. Protease adalah enzim golongan hidrolase yang dapat menghidrolisis ikatan protein dan peptida. Hasil uji aktivitas protease menunjukkan bahwa tiga isolat bakteri dengan kode SB1, SB2, dan SB3 menghasilkan enzim protease, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Aktivitas Enzim Protease Secara Kuantitatif dari Bakteri Sampah Sayur dan Buah

No	Kode Isolat	Rata-Rata Diameter Isolat (mm)	Rata-Rata Diameter Zona Benin (mm)	Hasil	Keterangan
1	SB 1	18,25	20,15	+	Keruh
2	SB 2	17,35	18,40	+	Keruh
3	SB 3	12,00	14,05	+	Tipis
4	SB 4	-	-	-	Tidak ada
5	SB 5	-	-	-	Tidak ada
6	SB 6	-	-	-	Tidak ada

Dari hasil isolasi sampel sampah sayur dan buah diperoleh 6 isolat bakteri diantaranya 3 isolat mempunyai kemampuan aktivitas proteolitik dengan ditandai adanya zona bening (Tabel 4.6). Pada isolat A, B, dan C terdapat zona bening (clear zone) yang ditandai dengan garis merah (Gambar 4.6). Sedangkan pada isolat D,E, F tidak terdapat zona bening, namun koloni bakteri tumbuh. Ini bisa dikarenakan pada aktivitas enzimnya terlalu rendah untuk menghasilkan zona bening yang terlihat secara jelas dalam media yang digunakan. Pada uji proteolitik, enzim protease memerlukan substrat protein. Jika jumlah protein substrat dalam media tidak mencukupi, maka aktivitas enzim protease dapat terhambat dan zona bening mungkin tidak terbentuk. Serta ada zat lain dalam media yang menghentikan kerja enzim protease. Akibatnya, zona bening tidak terbentuk meskipun bakteri telah berkembang (Gambar 4.6). Setelah diketahui hasil diameter zona bening pada isolat bakteri, selanjutnya dilakukan uji Indeks Proteolitik (IP) dengan tujuan untuk membandingkan diameter zona bening dengan diameter koloni yang dihasilkan oleh koloni tunggal (Tabel 4.4).

$$IP = \frac{\text{diameter zona bening}}{\text{diameter koloni diameter koloni bakteri}}$$

Sebagaimana Firliani *et al.* (2015), jika daerah zona bening di sekitar koloni lebih dari 2 cm, maka terdapat bakteri yang dianggap mampu menghasilkan enzim protease. Hal ini terjadi karena bakteri mensekresikan enzim protease netral ke lingkungannya, yang menyebabkan protein susu terhidrolisis, yang menghasilkan zona bening di sekitar koloni.

Selanjutnya, berdasarkan data yang dikumpulkan dari enam isolat bakteri proteolitik yang telah diisolasi dan dikarakterisasi secara makroskopis, aktivitas proteoliti diukur melalui indeks proteolitik. Indeks proteolitik yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Aktivitas Indeks Bakteri Proteolitik Sampah Sayur dan Buah Dalam Inkubasi 48 Jam

No	Kode Isolat	Zona Bening - Diameter kolo (mm)	IP (mm)	Hasil
1	SB 1	1,90	0,10	+
2	SB 2	1,05	0,06	+
3	SB 3	2,05	0,17	+
4	SB4			
5	SB5	-	-	Tidak ada
6	SB6	-	-	Tidak ada

3 isolat bakteri memiliki indeks proteolitik yang berbeda. Hasil perhitungan indeks proteolitik (IP) berdasarkan zona bening, ke-6 isolat bakteri proteolitik yang diinkubasi selama 48 jam. Pada tabel diatas diperoleh ke-3 isolat yaitu SB1, SB2, dan SB3 memiliki nilai IP rendah yaitu < 1 . Isolat SB1 dengan nilai 0,10 mm, SB2 dengan nilai 0,06 mm, dan SB3 dengan nilai 0,17 mm (Tabel 4.4). Bakteri menghidrolisis kasein dalam Skim Milk melalui aktivitas enzim proteolitik ekstraseluler. Zona bening ini menunjukkan bahwa isolat bakteri memiliki kemampuan untuk memanfaatkan protein pada media sebagai sumber nutrisi (Asril & Leksikowati, 2019).

Hasil pengukuran aktivitas enzim protease secara kuantitatif dari bakteri sampah sayur dan buah (Tabel 4.3), dari ke-6 isolat bakteri memiliki hasil uji 3 isolat bakteri positif (+) yang ditandai adanya zona bening dan 3 isolat bakteri negatif (-) karena tidak muncul zona bening. Tiga isolat bakteri SB 1, SB2, SB 3 yang diuji aktivitas enzim protease tersebut, semuanya mampu berperan sebagai isolat pendegradasi sampah sayur dan buah yang berpotensi sebagai *Green Agent* pembuatan pupuk kompos. Sedangkan pada isolat bakteri SB4, SB 5 dan SB 6 tidak mampu mendegradasi sampah sayur dan buah karena hasil uji negatif sehingga ke-3 isolat bakteri ini tidak mampu berperan sebagai *Green Agent*.

4. Uji Kemampuan Isolat Bakteri pada Sampah Sayur dan Buah dengan Perbandingan Isolat EM4

Karakteristik fisik dan kimiawi yang diamati adalah pH, suhu dan TDS (*Total Dissolved Solids*). Penggunaan uji fisik dan kimiawi seperti pH, suhu dan TDS (*Total Dissolved Solids*) karena bakteri pendegradasi sampah sayur dan buah memiliki kecenderungan lingkungan tertentu yang mendukung pertumbuhan dan aktivitas metaboliknya. pH, suhu,

dan TDS merupakan parameter lingkungan yang penting dan dapat memengaruhi kemampuan bakteri untuk melakukan degradasi sampah organik. Dengan mengetahui kondisi lingkungan yang optimal, seperti pH dan suhu yang sesuai, dapat diatur kondisi lingkungan tersebut agar mendukung pertumbuhan dan aktivitas metabolik bakteri pendegradasi sampah sayur dan buah. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses degradasi sampah sayur dan buah. Selain itu, uji fisik dan kimiawi membantu dalam mengevaluasi kinerja isolat bakteri dalam kondisi lingkungan yang mewakili kondisi alami tempat sampah sayur dan buah ditempatkan. Misalnya, bakteri yang mampu bertahan pada variasi suhu dan pH yang luas dapat dianggap lebih adaptif dan memiliki potensi yang lebih besar untuk digunakan dalam aplikasi pengelolaan sampah sayur dan buah (Agustina *et al.*, 2024).

Komposter dibuat dari sampah sayur dan buah. Untuk membuat bakteri dekomposer lebih mudah berfermentasi, bahan-bahan yang digunakan termasuk EM4, molase/ (gula merah sebagai pengganti), dan air kran. Untuk memulai fermentasi, EM4 dan gula merah diberikan dan ditambahkan air

kran dengan perbandingan 3 : 1 : 10. Dengan rasio sampah sayur dan buah adalah 3, EM dan molase adalah 1, dan air kran adalah 10. Setelah itu, diaduk hingga larut dan ditutup agar udara luar tidak masuk. Kemudian ditempatkan di tempat yang tidak terpapar sinar matahari. Selama 30 hari, dua minggu pertama setelah pembuatan, proses fermentasi dilakukan. Untuk menghilangkan gas yang dihasilkan, tutup wadah komposter dibuka hanya beberapa detik.

Sifat fisika yang diukur pada penelitian ini adalah kandungan TDS dan suhu. Untuk sifat kimia yang diukur pada penelitian ini adalah pengukuran pH. Pada 30 hari pengomposan alami diambil air lindi dari kompos sampah sayur dan buah sebanyak 20 mL untuk diukur sifat fisik dan kimianya.

Tabel 4. 5 Hasil Perbandingan Pengujian Komposter Isolat EM4 dan Komposter Isolat Tanpa EM4

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji Isolat EM4	Hasil Uji Isolat Tanpa EM4	Metode Uji
1	pH	-	4,68	3,74	SNI 6989.11-2019
2	Suhu	°C	32,5	25,5	SNI 06-6989.23-2005
3	TDS	mg/L	1791	1372	SM 2540 A,C, 23 rd Edition : 2017

5. Parameter Kimiawi

a. pH

pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam media pengurai sampah sayur dan buah. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan pada tempat dan waktu pengomposan yang sama antara komposter isolat EM4 dan komposter isolat tanpa EM4 memiliki hasil nilai pH yang berbeda. Pada Tabel 4.5 komposter isolat EM4 dengan hasil uji 4,68, yang artinya memiliki nilai pH lebih tinggi dibandingkan dengan nilai pH pada komposter isolat tanpa EM4 dengan hasil uji 3,74. Ini menunjukkan bahwa mikroorganisme yang ada dalam komposter isolat EM4 membantu

meningkatkan pH cairan, atau menunjukkan bahwa proses pengomposan isolat EM4 asam organik yang dibutuhkan dan bahan baku yang digunakan memiliki pH yang lebih tinggi.

Salah satu faktor penting yang menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan lingkungan pengomposan adalah pH cairan kompos. Hal ini karena mikroorganisme dalam EM4 dapat menghasilkan enzim dan metabolit yang dapat mengubah keseimbangan pH selama proses pengomposan. pH yang terlalu tinggi akan menyebabkan konsumsi oksigen meningkat, yang merugikan lingkungan, dan pH yang terlalu rendah akan membunuh sebagian mikroorganisme. Menurut Fatimah 2021, penambahan EM4, yang terdiri dari beberapa mikroorganisme hidup membantu proses penyerapan unsur hara dalam tanah, sehingga mampu mempercepat proses pengomposan. Terdapat beberapa faktor dapat menyebabkan pH cairan kompos isolat EM4 memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan isolat tanpa EM4. Berikut ini adalah beberapa dari faktor-faktor tersebut:

- 1) Aktivitas mikroorganisme: isolat EM4 mengandung campuran mikroorganisme yang bertujuan untuk meningkatkan proses pengomposan. Mikroorganisme ini memiliki kemampuan untuk menghasilkan asam organik atau basa, yang dapat memengaruhi pH lingkungan tempat isolat bakteri hidup. Oleh sebab itu pada komposter isolat EM4 memiliki hasil uji dengan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai hasil uji komposter isolat bakteri tanpa EM4,
- 2) Komposisi bahan baku: komposisi bahan baku yang digunakan selama proses pengomposan dapat mempengaruhi pH kompos. Pengaruh komposisi EM4 dan molase menjadikan nilai pH lebih tinggi dibandingkan dengan nilai pH isolat tanpa EM4.

Adapun hasil pengukuran pH pada sampel isolat bakteri sampah sayur dan buah dengan penambahan EM4 menunjukkan hasil nilai 4,68. Dalam SNI (Standar Nasional Indonesia) 2011, spesifikasi kompos dari sampah organik, kandungan minimum pH berkisar 4-9. Hal ini menunjukkan bahwa pH kompos cair sampah

sayur dan buah dalam penelitian ini masih berada pada kategori pH asam sehingga masih cocok untuk pertumbuhan bakteri pengurai dalam mendegradasi sampah sayur dan buah.

6. Parameter Fisik

a. TDS (*Total Dissolved Solid*)

Jumlah padatan terlarut atau konsentrasi ion kation dan anion dalam air ditunjukkan oleh *Total Dissolved Solid* (TDS). Setelah pengomposan 30 hari, karakteristik lingkungan komposter isolat EM4 dan tanpa EM4 langsung diuji. Komposter mana yang menghasilkan nilai TDS tertinggi dalam penelitian ini. Namun, karena bakteri menghancurkan bahan organik dalam larutan komposter, pengujian karakterisasi yang tertunda dapat mengurangi nilai parameter pengujian (Pribadi, *et al.*, 2023).

Hasil pengamatan yang telah dilakukan dengan uji TDS (*Total Dissolved Solid*) pada komposter isolat EM4 memiliki nilai TDS sebesar 1791 mg/L dan komposter isolat tanpa EM4 memiliki nilai TDS sebesar 1372 mg/L (Tabel 4.5), yang artinya masuk dalam kategori nilai TDS tinggi, yakni nilai TDS > 1000 ppm / > 1000 mg/L

(tinggi). TDS dalam larutan komposter isolat sayuran dan buah dapat berkisar antara 500 dan 2000 ppm (*parts per million*), tergantung pada berbagai faktor, termasuk jenis sayuran yang digunakan, proses komposting, dan konsentrasi bahan organik yang terlarut. Namun, nilai ini dapat berubah tergantung pada banyaknya bahan organik, mineral, dan komponen lain yang larut dalam larutan (Widiani & Novitasari, 2023).

Pengamatan ini sejalan dengan penelitian terdahulu dari Widiani *et al.* (2023), yang memiliki hasil nilai TDS sebesar 2840 mg/L. Larutan eco-enzim langsung diuji karakterisasinya setelah 3 bulan, yang menghasilkan nilai TDS yang tinggi dalam penelitian ini. Namun, karena bakteri menghancurkan bahan organik dalam larutan eco-enzim, pengujian karakterisasi ditunda, sehingga nilai parameter uji turun. Dari total nilai TDS sebesar 2840 mg/L, artinya bahwa nilai TDS (*Total Dissolved Solid*) lebih dari 1000 ppm atau 1000 mg/L dianggap tinggi. *Total Dissolved Solid* (TDS) adalah penanda jumlah padatan terlarut dalam air atau konsentrasi ion kation dan anion.

Pada penelitian terdahulu seperti pada

penelitian Khofifah *et al.* (2022), hasil analisis limbah gula cair yang diproses menggunakan parameter air limbah *Total Dissolved Solid* (TDS) sebesar 1000 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kadar total padatan terlarut masih lebih rendah daripada kadar maksimal baku mutu air limbah industri gula yang diterapkan oleh Peraturan Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016.

Nilai TDS yang lebih tinggi biasanya dapat menunjukkan konsentrasi nutrisi yang lebih tinggi dalam cairan komposter. Hal ini dapat dianggap baik, karena cairan komposter yang kaya akan nutrisi dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan memberikan dukungan yang lebih baik bagi kehidupan mikroba tanah. Namun, nilai TDS yang terlalu tinggi juga dapat menunjukkan akumulasi garam atau bahan kimia lain yang mungkin tidak diinginkan dalam cairan komposter, yang pada akhirnya dapat merugikan tanaman dan lingkungan. Sebaliknya, nilai TDS yang rendah dapat menunjukkan bahwa cairan komposter tersebut tidak memiliki nutrisi yang diperlukan tanaman. Akibatnya tidak efektif

sebagai pupuk organik.

Pada pengamatan yang telah dilakukan pada komposter isolat EM4 dan komposter isolat tanpa EM4 memiliki hasil nilai yang jauh berbeda, ini dikarenakan penambahan EM4 (*Effective Microorganism 4*) ke dalam proses komposting dapat mempengaruhi hasil uji TDS (*Total Dissolved Solid*) karena mikroorganisme ini dapat mempercepat dekomposisi bahan organik dalam kompos. Mengutip (Ikhtiar, 2017) terdapat beberapa faktor dapat menyebabkan perbedaan hasil antara komposter isolat EM4 dan komposter isolat tanpa EM4:

- 1) Aktivitas mikroorganisme: EM4 adalah campuran mikroorganisme yang dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Ketika ditambahkan ke dalam komposter, EM4 dapat meningkatkan aktivitas mikroba yang bertanggung jawab untuk menguraikan bahan organik. Oleh sebab itu, kadar bahan organik yang terlarut dalam larutan komposter dapat berbeda antara komposter isolat EM4 dan isolat tanpa EM4.
- 2) Kualitas bahan baku: komposter isolat EM4

dapat memiliki komposisi bahan organik dan molase sehingga bahan baku menjadi lebih padat dan lebih beragam sehingga menghasilkan larutan dengan TDS yang lebih tinggi nilainya dibandingkan dengan hasil nilai TDS dari isolat tanpa EM4.

- 3) Waktu pengomposan: penggunaan EM4 dapat mempercepat proses komposting, yang dapat berdampak pada waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat dekomposisi tertentu. Perbedaan waktu komposisi antara komposter isolat dengan dan tanpa EM4 juga dapat berkontribusi pada perbedaan TDS pada akhir proses.
- 4) Kondisi lingkungan: kondisi lingkungan, termasuk suhu, kelembaban, dan sirkulasi udara, dapat memengaruhi aktivitas mikroba dalam komposter. Perbedaan kondisi lingkungan antara komposter dengan dan tanpa EM4 dapat menyebabkan hasil uji TDS berbeda. Hasil dari pengamatan yang telah dilakukan, sejalan dengan penelitian terdahulu dari Widiani et al. (2023), Jumlah TDS (Total Dissolved Solid) yang tinggi pada komposter

disebabkan oleh bahan yang digunakan selama proses fermentasi. Hal ini disebabkan oleh bahan sampah sayur dan buah (EM4 + gula merah) yang digunakan sebagai substrat selama proses fermentasi. Parameter penelitian ini memiliki nilai TDS yang tinggi karena gula merah memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan gula molase. Kandungan mikroorganisme dalam gula molase dapat menyebabkan kerusakan pada sayur dan buah, yang menyebabkan parameter TDS rendah (Kriswantoro et al., 2022).

b. Suhu

Kehidupan dan pertumbuhan mikroorganisme sangat dipengaruhi oleh suhu dan suhu lingkungan. Selama proses pengomposan, suhu memainkan peran penting dalam menentukan aktivitas mikroorganisme yang ada. Suhu selama proses pengomposan mempengaruhi lingkungan karena ditempatkan di ruang tertutup yang tidak terkena cahaya matahari, mempengaruhi aktivitas mikroba atau jenis mikroba yang ada. Akibatnya, data suhu dapat digunakan untuk menggambarkan proses

pengomposan dan sekaligus menunjukkan aktivitas mikroba selama proses.

Berdasarkan hasil pengamatan pada tempat dan waktu yang sama setelah pengomposan selama 30 hari, terdapat perbedaan nilai dari hasil uji suhu antara komposter isolat EM4 dan komposter isolat tanpa EM4. Pada pengamatan ini komposter isolat EM4 dengan nilai suhu $32,5^{\circ}\text{C}$ lebih tinggi dibandingkan dengan nilai suhu komposter isolat tanpa EM4 $25,5^{\circ}\text{C}$ (Tabel 4.5). Ini bisa disebabkan karena mikroorganisme dalam EM4 mampu menguraikan bahan organik dengan lebih aktif, menghasilkan lebih banyak panas sebagai hasil sampingan metabolisme isolat, yang dapat menyebabkan suhu yang lebih tinggi dalam kompos yang menggunakan EM4.

Suhu kompos isolat bakteri hasil uji dapat sangat berbeda tanpa EM4. Berbagai faktor, seperti jenis bahan baku yang digunakan, metode pengomposan, kondisi lingkungan, dan waktu pengomposan, biasanya menyebabkan suhu meningkat secara signifikan selama proses pengomposan karena aktivitas mikroorganisme yang memecah bahan organik menjadi humus.

Suhu dapat melonjak cukup tinggi selama fase awal pengomposan. Suhu biasanya berkisar antara 50°C hingga 70°C bahkan terkadang bisa lebih tinggi. Ini disebabkan oleh fakta bahwa mikroorganisme termofilik adalah yang paling aktif dalam proses penguraian bahan organik. Dengan waktu, suhu mungkin turun saat mikroorganisme yang lebih mesofilik mengambil alih proses pengomposan (Kaswinarni & Nugraha, 2020).

Pada umumnya, saat proses pengomposan berlangsung dapat dikelompokkan berdasarkan bakteri yang ada di dalamnya yaitu fase termofilik dan fase mesofilik. Fase termofilik dimana suhu berkisar antara 45-60°C sedangkan jika fase mesofilik, suhu berkisar antara 23- 45°C (Laily, 2019). Pada komposter isolat EM4 memiliki nilai sebesar 32,5°C (Tabel 4.5). Hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme yang tumbuh pada pengomposan dipecah menjadi bakteri mesofilik. Hal ini karena didominasi oleh protobakteri dan fungi dalam proses pengomposan, bakteri mesofilik lebih baik dalam menguraikan sampah. Selain itu, kenaikan suhu dari awal pengomposan

menunjukkan bahwa mikroba bekerja untuk memecah bahan organik (Mumtazah, 2023).

Laju kenaikan dan penurunan suhu selama proses pengomposan dipengaruhi oleh volume bahan pembuat kompos yang tinggi. Suhu turun lebih cepat karena volume kompos yang lebih rendah, sehingga panas yang dihasilkan tidak terisolasi, sedangkan volume kompos yang lebih tinggi menyebabkan panas yang dihasilkan lebih banyak terisolasi (Muhammad, *et al.*, 2017).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

1. Isolat bakteri yang berpotensi digunakan sebagai starter pengurai sampah sayur dan buah dihasilkan dari tiga jenis uji yaitu uji amilolitik, uji selulolitik, dan uji proteolitik. Terdapat 3 isolat bakteri potensial berdasarkan uji amilolitik dengan nilai tertinggi dengan kode isolat SB 1 : 21,30 mm, uji selulolitik dengan nilai tertinggi dengan kode isolat SB 1 : 18,00 mm, dan uji proteolitik dengan nilai tertinggi dengan kode isolat SB 1 : 20,15 mm.
2. Kemampuan isolat bakteri dalam menguraikan sampah sayur dan buah dapat diukur melalui pengukuran karakteristik fisik dan kimiawi. Komposter isolat EM4 memiliki nilai TDS, pH, suhu yang lebih tinggi, yang menunjukkan bahwa mikroorganisme dalam komposter isolat EM4 membantu meningkatkan keseimbangan TDS, pH, suhu, sedangkan komposter isolat tanpa EM4 memiliki nilai TDS, pH, suhu lebih rendah. Ini karena mikroorganisme dalam komposter isolat EM4 dapat mempertahankan bahan organik lebih aktif, yang mengarah pada metabolisme isolat yang lebih efektif dan efisien.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disarankan diantaranya:

1. Pedagang sayuran dan buah-buahan diharapkan mampu menjaga kelestarian lingkungan dengan tidak membuang sisa sayur dan buah yang rusak ditempat umum dan mampu mendaur ulang sayur dan buah yang sudah rusak dengan dibuat pupuk kompos.
2. Perlu dilakukan metode uji dengan parameter yang lebih beragam pada sampel komposter isolat bakteri pendegradasi sampah sayur dan buah.
3. Penelitian ini perlu dilakukan penelitian lanjutan hasil dari komposter isolat bakteri dengan membuat produk pupuk kompos yang berasal dari isolasi bakteri pendegradasi sampah sayur dan buah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul & Karim. (2019). Isolasi dan Uji Bakteri Lipolitik dalam Mendegradasi Minyak Pada Limbah Cair Kelapa Sawit di Kebun Marihat, Pematang Siantar Isolation and Testing of Lipolytic Bacteria in Oil Degradation of Palm Oil Mill Effluent (POME) at Marihat Pematang Siantar. In *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)* (Vol. 1, Issue 2).
- Agustina, Herika, and Nurul Izzati. (2024) "Identifikasi dan Uji Resistensi Mikroba Terhadap Antibiotik Chloramphenicol di Sungai Brang Biji Sumbawa." *SATONDA: Journal of Tropical Bioresources and Biotechnology* 1.1: 17-20.
- Akhtar, N., Sharma, A., Deka, D., Jawed, M., Goyal, D., & Goyal, A. (2013). Characterization of cellulase producing *Bacillus* sp. for effective degradation of leaf litter biomass. *Environmental Progress and Sustainable Energy*.
- Antonius, et al. (2015). "Pemanfaatan Inokulan Mikroba sebagai Pengkaya Kompos pada Budidaya Sayuran". Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi LIPI.
- Ardiningtyas, Tri Ratna. (2013). *Pengaruh Penggunaan Effective Microorganism 4 (Em4) dan Molaset terhadap Kualitas Kompos dalam Pengomposan Sampah Organik RSUD Dr. R. Soetrasno Rembang*. Skripsi di Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang.
- Arifin, et al. (2019). Isolasi Bakteri Selulolitik Pendegradasi Selulosa dari Kompos. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(1), 30– 37.
- Asril, M., & Leksikowati, S. S. (2019). Isolasi dan Seleksi Bakteri Proteolitik Asal Limbah Cair Tahu Sebagai Dasar Penentuan Agen Pembuatan Biofertilizer.

Elkawnie, 5(2),

- Az-Zamakhshyari. (2004). Op.cit, jilid 5, h. 259 Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Dept. Pekerjaan Umum, SNI 19-2454-2002, Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan.
- Dewi Chusniasih, Erma Suryanti, & Erina Safitri. (2023). Isolasi dan Uji Aktivitas Selulolitik Bakteri Asal Limbah Bagas. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(3), 386–395.
- DHALIKA, T. (2021). Pengaruh Penambahan Molases Pada Proses Ensilase Terhadap Kualitas Silase Jerami Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*). *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 21(1), 33.
- Dinas Kesehatan Kabupaten Ngawi. (2019). Profil Dinas Kabupaten Ngawi.
- Dinas Lingkungan Hidup. (2020). *Sampah Makanan dan Dampaknya Bagi Lingkungan*. Probolinggo
Direktorat Pengelolaan Sampah – KLHK. Dec, 2022.
- Fahmi, N. F., Firdaus, N., & Putri, N. (n.d.). Article Pengaruh Waktu Penundaan Terhadap Kadar Glukosa Darah Sewaktu dengan POCT pada Mahasiswa.
- Fatimah, Dailani. (2021). *Pengaruh Penambahan Effective Microorganisme (EM- 4) Terhadap Kandungan Hara Pupuk Organik Cair Berbahan Kotoran Kambing dan Kulit Pisang Kepok*. Diss. Peternakan.
- Faturachman Alputra Sudirman, P. (2019). Tinjauan Implementasi Pembangunan Berkelanjutan: Pengelolaan Sampah Kota Kendari. *Jurnal Sosial Politik*, 5(2), 291–305.
- Fitriana, N., Asri, M. T., Biologi, J., Matematika, F., Pengetahuan, I., Universitas, A., & Surabaya, N. (2022). Aktivitas Proteolitik pada Enzim Protease dari Bakteri

- Rhizosphere Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*) di Trenggalek The Proteolytic Activity on Protease Enzymes from Soybean Plant Rhizosphere (*Glycine max L.*) in Trenggalek. 11(1), 144–152.
- Hidayat, N. M. dan Sri Suhartini, (2013). *Mikrobiologi Industri*. Penerbit Andi. Yogyakarta
- Ikhtiar, Muhammad. (2017). “*Analisis Kualitas Lingkungan*”. N.p., CV. Social Politic Genius (SIGn).
- Istiana Pratiwi, Farida Fathul, dan Muhtarudin. (2015). Pengaruh Penambahan Berbagai Starter Pada Pembuatan Silase Ransum Terhadap Kadar Serat Kasar, Lemak Kasar, Kadar Air, Dan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen Silase. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu Vol. 3(3)*: 116-120.
- Jalaluddin, N. Z. R. S. (2016). Pengolahan Sampah Organik Buah-buahan Menjadi Pupuk Dengan Menggunakan Effective Microorganism. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*.
- Kaswinarni, F., & Nugraha, A. A. S. (2020). Kadar Fosfor, Kalium dan Sifat Fisik Pupuk Kompos Sampah Organik Pasar dengan Penambahan Starter EM4, Kotoran Sapi dan Kotoran Ayam. Titian Ilmu: *Jurnal Ilmiah Multi Sciences, 12(1)*, 1–6.
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, (2022).
- Krishna, M. P., & Mohan, M. (2017). Litter decomposition in forest ecosystems: a review. *Energy, Ecology and Environment, 2(4)*, 236–249.
- Kriswanto, Haris, et al. (2022). "Pemanfaatan Eco-Enzim dari Sampah Organik Rumah Tangga untuk Menjaga Kesuburan Tanah dan Pengendali Hama Tanaman Utilization Of Eco-Enzyme From Household Organic Waste To Maintain Soil Fertility And Plant Pest

Control."

- Kumalasari, R. & E. Z. (2016). Pengomposan Daun Menggunakan Konsorsium Azotobacter. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5(2), 2337– 3520.
- Kusnadi, M.Si., Dra., Ammi Syulasma, M.S., Drs., dkk. (2009). *Pemanfaatan sampah Organik sebagai Bahan Baku Produksi Bioetanol Sebagai Energi Alternatif*. Laporan Penelitian Strategis nasional tahun Anggaran 2009. Bandung: Universitas pendidikan Indonesia
- Kusumaningati, A.M., Nurhatika, S., dan Muhibuddin, A., (2013). Pengaruh Konsentrasi Inokulum Bakteri *Zymomonas mobilis* dan lama fermentasi pada produksi bioetanol dari Sampah Sayur dan Buah Pasar Wonokromo Surabaya. *Jurnal Sains dan Seni Pomits. Vol. 2, No.2*.
- Levin et al. (2008). Third Generation Biofuels via Direct Cellulose Fermentation. University of Manitoba, Winnipeg MB, Canada R3T 5V6. 1342-1360;
- Maretina, Sinta. (2018). Penanganan Sampah di Kota Pulang Pisau Kabupaten Pulang Pisau. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan. Vol 3 No 1*, Hlm 6-12.
- Murtiyaningsih, H., & Hazmi, M. (2017). Isolasi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase Pada Bakteri Selulolitik Asal Tanah Sampah. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*. 15(2).
- Murbandono, L. (2003). *Membuat Kompos*. Penebar Swadaya. Jakarta. 54 halaman
- Nur Hidayah, T., & Lubis, N. (2021). Enkapsulasi Probiotik *Lactobacillus* sp. Menggunakan Biopolimer Alginat dan Kitosan dengan Metode Satu Tahap. *Serambi Engineering, VI(2)*.
- Pramila, R., dan Ramesh K.V.,(2015), Potential Biodegradation Of Low DensityPolyethylene (LDPE) by cinetobacter

baumannii, *African Journal of Bacteriology Research*.7(3): 24-28

- Pranida Maristiasa, N., Adi Wardoyo, F., Darmawati, S., & Norma Ethica, S. (n.d.). Isolasi dan Uji Tingkat Patogenitas Bakteri Proteolitik untuk Bioremediasi Limbah Industri Tahu Isolation and Pathogenicity Level Test of Proteolytic Bacteria for Bioremediation of Tofu Industrial Waste.
- Pribadi, Firman, and Nur Hidayah. (2023). "The Production of Eco-enzyme Multipurpose Liquid-based Soap to Improve Household Economic Empowerment." *Proceeding International Conference of Community Service*. Vol. 1. No. 2.
- Program,), Agroekoteknologi, S., Pertanian, F., Mulawarman, U., Pasir, J., Kampus, B., Kelua, G., Samarinda, K., & Timur, I. (n.d.). *Aplikasi Indigenous Microorganism (Em-4) dan Pupuk Kompos Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Merah (Capsicum annum L.) pada Tanah Ultisol Indigeneous Microorganism (EM-4) Application and Compost on The Growth and Yield of Red Chilli Plant (Capsicum annum L) on Ultisols RATNA SHANTI 1).*
- Raharjo, A. P., Biologi, I. J., Matematika, F., Pengetahuan, I., Universitas, A., & Surabaya, N. (2022). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Selulolitik pada Pakan Fermentasi Eceng Gondok, Tongkol Jagung, dan Bekatul Padi Isolation and Characterization Cellulolytic Bacteria from Fermentation Feed of Water Hyacinth, Corncob, and Rice Bran. 11(1), 44–51.
- Rahayu, S. A., & Gumilar, M. M. H. (2017). Uji Cemar Air Minum Masyarakat Sekitar Margahayu Raya Bandung Dengan Identifikasi Bakteri Escherichia coli. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*. 4(2): 50-56.

- Rahmawanti, Novi dan Novrian Dony. 2014. Pembuatan Pupuk Organik Berbahan Sampah Organik Rumah Tangga dengan Penambahan Aktivator EM4 di Daerah Kayu Tangi. *Ziraa'ah, Vol. 39 (1)*: 1-7.
- Rashid, G. M. M., Durán-Peña, M. J., Rahmanpour, R., Sapsford, D., & Bugg, T. D. H. (2017). Delignification and enhanced gas release from soil containing lignocellulose by treatment with bacterial lignin degraders. *Journal of Applied Microbiology*.
- Rao, N. S. (1994). *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. (Edisi Kedua). UI-Press.
- Rekayasa, J., Agroindustri, M., Arifin, Z., Bagus, I., Gunam, W., Antara, N. S., & Setiyo, Y. (2018). Isolation of Cellulose Degrading Bacteria from Compost.
- Sabbathini, G. C. (2017). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Genus *Sphingomonas* dari daun Padi (*Oryza sativa*) di Area Persawahan Cibinong. *Jurnal Akademik Biologi*, 6, 59-64.
- Satwika, T. D., Yulianti, D. M., & Hikam, A. R. (2021). Karakteristik dan Potensi Enzimatis Bakteri Asal Tanah Sampah Dapur dan Kotoran Ternak sebagai Kandidat Agen Biodegradasi Sampah Organik. *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, 4(1), 11-18.
- Sayuti, I. et al. (2016). Identifikasi Bakteri Pada Sampah Organik Pasar Kota Pekanbaru dan Potensinya sebagai Rancangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Biologi SMA. *Jurnal Biogenesis*, 13(1), 51-60.
- Setiawan, A., Arimurti, S., Senjarini, K., & Biologi, S. J. (n.d.). Aktivitas Proteolitik dan Fbrinolitik Isolat Bakteri dari Peariran Pantai Papuma Kabupaten Jember (Proteolytic and Fibrinolytic Activity of Bacterial

Isolates from The Papuma Beach on Jember District).

- Silaban, S., & Simamora, P. (2018). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil Amilase dari Sampel Air Tawar Danau Toba. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 3(2), 222.
- Silva, V., Mol, H.G.J., Tinstrra, M., Ritsema, C.J., Geissen, V. (2019). *Pesticide residues in European agricultural soils – A hidden reality unfolded*. *Sci. Total Environ.* 653, 1532–1545.
- S. Kavitha, R. Yukesh Kannah, Gopalakrishnan Kumar, M. Gunasekaran and J. Rajesh Banu. (2020). *Food Waste to Valuable Resources*. SNI 19-3964-1994. *Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*. Subba-Rao, N.S. 1982. *Biofertilizer in Agriculture*. New Delhi: Oxford&IBH Publishing Co.
- Suprihatin. (2010). *Teknologi Fermentasi*. Surabaya. UNESA Press
- Tafsir Ibnu Katsir*. (2015).
- Tresna, S, (1991). *Pencemaran Lingkungan*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta UU No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah [JDIH BPK RI]
- Wahyuningsih N. (2014). *Persampahan Semarang*. *UNDIP Press*.
- Widiani, N., Novitasari, A., Biologi, P., Raden, U., & Lampung, I. (n.d.).
Limbah Organik dapur.
- Woo, H. L., Hazen, T. C., Simmons, B. A., & DeAngelis, K. M. (2014). Enzyme activities of aerobic lignocellulolytic bacteria isolated from wet tropical forest soils. *Systematic and Applied Microbiology*, 37(1), 60–67.

Yusnia, E. D., Gunam, I. B. W., & Antara, N. S. (2019). *Isolasi Dan Skrining Bakteri Selulolitik Dari Beberapa Tanah Hutan di Bali. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri.* 7(1): 11-20

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pasar Tempat Pengambilan Sampel



Pasar Tradisional
Jerakah



Pasar Tradisional
Ngaliyan



Pasar Tradisional
Johar



Pasar Tradisional
Karangayu

Lampiran 2. Pemilahan Dan Pembuatan Kompos Alami dari Sampah Sayur dan Buah



Sampel Sampah Sayur dan Buah + Air



Sampel Sampah Sayur dan Buah+EM4 dan Molase



Fermentasi Sampah Sayur dan Buah + Air



Fermentasi Sampah Sayur dan Buah + EM4 dan Molase



Disimpan Dalam Wadah
Tertutup



Disimpan dalam Wadah
Tertutup

Lampiran 3. Isolasi Bakteri Pendegradasi Sampah Sayur dan Buah



Sampel Sampah Sayur dan Buah



Sterilisasi Alat dan Bahan



Pengenceran Bertingkat Pada Sampel



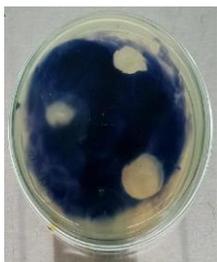
Pembuatan Media YEMA



Isolasi Bakteri Metode *Spread Plate*



Purifikasi Isolat Bakteri Sampah Sayur dan Buah



Uji Amilolitik



Uji Selulolitik



Uji Proteolitik

Lampiran 4. Pengukuran Karakteristik Fisik dan Kimiawi Pada Isolat Bakteri Sampah Sayur dan Buah



Penyaringan Sampel Sampah Sayur dan Buah



Uji Suhu dan PH



Penimbangan Berat TDS



Pengovenan Pada Kertas Penyaring Pada Uji TDS

Lampiran 5. Hasil Uji



**Kementerian
Perindustrian**
REPUBLIK INDONESIA

BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI BESAR STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA
PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
TESTING AND CALIBRATION LABORATORY
Jl. Kimangunsarkoro No. 6 Telp.8316315 Fax. (024) 8414811
E-mail : bbspjppi.kemenperin@gmail.com
Semarang-50136

Halaman : 1 dari 2
Page

LAPORAN HASIL UJI REPORT OF ANALYSIS

Nomor Contoh
Sample Number : 32040.2024/LA2.6954

Jenis Contoh
Material : Air lindi

Cap
merk : -

Kode
Code : -

Parameter
Parameters : -

Asal Contoh
Sample's Origin : Caesaria Rohmatul Hayyi'Lana
Program Studi S1 Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang

Dibuat Untuk
Executed : Caesaria Rohmatul Hayyi'Lana
Program Studi S1 Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang

Tgl. Pengambilan Contoh
Sample Taken on : -

Tgl. Penerimaan Contoh
Sample Received on : 19/01/2024

Nomor Contoh : 32040.2024/LA2.6954
Kode Contoh : -
Asal Contoh : Caesaria Rohmatul Hayyi'Lana
Dibuat Untuk : Caesaria Rohmatul Hayyi'Lana
Tanggal Diterima : 19/01/2024

HASIL PENGUJIAN

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
1	pH	-	4,68	SNI 6989.11-2019
2	Suhu	°C	32,5	SNI 06-6989.23-2005
3	TDS	mg/L	1791	SM 2540 A.C. 23 rd Edition : 2017

KETERANGAN :

1. Contoh dikirim
2. Parameter uji sesuai permintaan pengirim contoh
3. Pengirim contoh bertanggungjawab atas kebenaran prosedur pengambilan dan penanganan contoh sebelum diterima Laboratorium Pengujian.

Semarang, 30 Januari 2024

Ditandatangani secara elektronik oleh :
Ketua Tim Kerja Pengujian dan Kalibrasi

Cholid Syahroni, S.Si, M.Si

- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSIE.
- Dilarang mengutip/mencopy dan/atau mempublikasikan sebagian laporan ini tanpa seijin BBSP/JPPPL
- Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji.
- Permintaan revisi dapat dilayani maksimal dua minggu setelah LHU ini diterima.

Lampiran 6. Daftar Riwayat Hidup

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap: Caesaria Rohmatul Hayyi'lana
2. Tempat & Tgl. Lahir: Pati, 22 Agustus 2002
3. Alamat Rumah: Ds. Lengkong RT04/RW01 Kecamatan Batangan Kabupaten Pati
4. HP: 0895416035793
5. Email:caesariarohmatulhayyilana2008016037@waliso ngo.ac.id

B. Riwayat Pendidikan

6. Pendidikan Formal
 - a. RA Tarbiyatul Islamiyah Lengkong
 - b. MI Tarbiyatul Islamiyah Lengkong
 - c. MTs Tarbiyatul Islamiyah Lengkong
 - d. MAN 2 Rembang
7. Pendidikan Non-Formal
 - a. Madrasah Tarbiyatul Islamiyah Lengkong
 - b. Pondok Pesantren Al Fath Lasem
 - c. PPPTQ Al Hikmah Tugurejo Tugu Semarang