

Isolasi dan Identifikasi Bakteri Selulolitik dari Dekomposer Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Larva Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) di PT Sawit Sumbermas Sarana Tbk.

Muhammad Adib¹; Aline Sisi Handini²; Halida Adistya Putri³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan

Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi – Bekasi

Email Penulis Korespondensi: 1alinesisihandini@cwe.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan limbah padat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) di PT Sawit Sumbermas Sarana Tbk. saat ini hanya dijadikan sebagai pupuk organik sekaligus mulsa dengan cara ditumpuk satu tingkat di area sekitar jalan panen kelapa sawit, kandungan lignoselulosa yang terdapat pada TKKS bersifat sukar untuk terurai dan membuat proses dekomposisi secara alami membutuhkan waktu yang lama. Tumpukan mulsa TKKS pada tanaman menghasilkan menyebabkan terjadinya kelimpahan populasi kumbang tanduk (*O. rhinoceros* L.). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri selulolitik yang ada pada sistem pencernaan larva *O. rhinoceros* L. Hasil dari penelitian ini adalah didapatkan jumlah koloni yang tumbuh pada media CMC sebanyak 70 koloni pada ulangan ke-1 dan 76 koloni pada ulangan ke-2. Pengukuran nilai indeks selulolitik (IS) yang dilakukan memperoleh hasil yaitu U1 0,17 cm/cfu, dan nilai indeks selulolitik (IS) U2 0,17 cm/cfu. Hasil pengamatan gram bakteri secara mikroskopis didapatkan hasil kedua isolat bakteri merupakan bakteri jenis gram negatif.

Kata Kunci

Kelapa sawit, Tandan kosong kelapa sawit, *O. rhinoceros* L., Bakteri selulolitik.

Abstract

*The use of solid waste of empty oil palm bunches (TKKS) at PT Sawit Sumbermas Sarana Tbk. is currently only used as organic fertilizer as well as mulch by stacking one level in the area around the oil palm harvest road, the lignocellulose content contained in TKKS is difficult to decompose and makes the decomposition process naturally take a long time. TKKS mulch piles on plants produce causing an abundance of horn beetle (*O. rhinoceros* L.) populations. The purpose of this study was to isolate and identify cellulolytic bacteria present in the digestive system of *O. rhinoceros* L larvae. The results of this study were obtained the number of colonies growing on CMC media as many as 70 colonies in the 1st test and 76 colonies in the 2nd test. The measurement of the cellulolytic index (IS) value obtained results of U1 0.17 cm / cfu, and the cellulolytic index value (IS) U2 0.17 cm / cfu. The results of microscopic observation of gram bacteria.*

Keywords

Oil Palm, Oil palm empty bunches, O. rhinoceros L., Cellulolytic bacteria.

Pendahuluan

Negara Indonesia merupakan negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (2021) luas lahan perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 14.663.600 Ha, dengan produksi mencapai 46.223.300 Ton. Kelapa sawit merupakan tanaman dengan nilai ekonomis yang tinggi karena merupakan salah satu tanaman industri penghasil minyak nabati, yang dapat diolah menjadi berbagai macam produk turunan seperti, minyak goreng, mentega, cokelat, sabun, dan produk-produk turunan lainnya.

Proses produksi suatu komoditas termasuk kelapa sawit pasti akan menghasilkan limbah baik cair maupun padat. Tandan kosong kelapa sawit atau disebut TKKS merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan dari pengolahan kelapa sawit. Menurut Rahmadanti (2019) tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan salah satu jenis limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit (PKS) dalam jumlah yang cukup besar.

Pemanfaatan limbah padat TKKS di PT Sawit Sumbermas Sarana Tbk. saat ini hanya dijadikan sebagai pupuk organik sekaligus mulsa dengan cara ditumpuk satu tingkat di area sekitar jalan panen kelapa sawit, yang memiliki fungsi antara lain sebagai bahan pembenah tanah, sebagai mulsa penghambat pertumbuhan gulma, sebagai penahan laju air dipermukaan tanah, dan sebagai penjaga kelembaban tanah. Menurut Kurniawan (2021) kendala utama selama ini dalam pengomposan TKKS adalah proses perombakannya yang secara alami lambat sekali yaitu memerlukan waktu 6 – 12 bulan, hal ini disebabkan TKKS mengandung selulosa 33,02%, hemiselulosa 22,05% dan lignin 35,08% dalam keadaan berat kering. Tumpukan mulsa TKKS pada tanaman menghasilkan menyebabkan terjadinya kelimpahan populasi kumbang tanduk (*O. rhinoceros L.*). Menurut Handoko *et al* (2017) bahwa tanaman kelapa sawit yang diaplikasikan TKKS yang dibiarkan menumpuk akan menjadi tempat perkembangbiakan kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros L.*) dewasa untuk meletakkan telur.

Kandungan lignoselulosa yang terdapat pada TKKS bersifat sukar untuk terurai dan membuat proses dekomposisi secara alami membutuhkan waktu yang lama. Menurut Alkahfi (2021) kandungan yang ada pada tandan kosong kelapa sawit dapat di degradasi oleh enzim selulase. Enzim selulase merupakan enzim ekstraseluler, dimana enzim tersebut dihasilkan didalam sel dan dikeluarkan ke media yang dirombak diluar sel untuk mendegradasi senyawa polimer sehingga mudah larut dan dapat diserap oleh sel melalui dinding sel (Kurniawan 2018).

Enzim pada umumnya selain dapat diperoleh dari mikroorganisme juga dapat diproduksi dari tanaman dan hewan, tetapi mikroorganisme yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan tanaman dan hewan karena pertumbuhannya cepat, dapat tumbuh pada substrat yang murah, lebih mudah ditingkatkan hasilnya (Sholihati *et al* 2015). Bakteri merupakan salah satu dari banyak jenis mikroorganisme yang dapat

Muhammad Adib dkk

Isolasi dan Identifikasi
Bakteri Selulolitik dari
Dekomposer Tandan
Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis
guineensis* Jacq.) Larva
Kumbang Tanduk (*Oryctes
rhinoceros L.*) di PT Sawit
Sumbermas Sarana Tbk.

menghasilkan enzim, termasuk enzim selulase. Bakteri selulolitik merupakan bakteri yang dapat memproduksi enzim selulosa. Kemampuan bakteri selulolitik dalam mendegradasi bahan organik dipengaruhi oleh enzim selulase yang dihasilkan oleh bakteri tersebut yang dapat memecah selulosa menjadi senyawa turunan yaitu glukosa/gula, dan gula yang terbentuk selama proses dekomposisi dapat menjadi sumber energi bagi pertumbuhan bakteri selulolitik ini, sehingga dapat mempercepat proses dekomposisi tandan kosong kelapa sawit (Dini *et al* 2018). Potensi tersebut dapat dikembangkan untuk memperoleh formulasi konsorsium mikroba dekomposer yang mampu mendegradasi limbah tandan kosong kelapa sawit lebih cepat, dan secara tidak langsung mengurangi populasi larva *O. rhinoceros*, karena semakin berkurangnya tumpukan tandan kosong kelapa sawit, maka populasi larva *O. rhinoceros* pun akan berkurang.

Metodologi

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama dua minggu terhitung sejak 23 Juni sampai dengan 7 Juli 2022. Kegiatan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pupuk Hayati Sulung Research Station PT Sawit Sumbermas Sarana Tbk. Citra Borneo Indah Group. Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat murni bakteri selulolitik hasil isolasi dari usus larva *O. rhinoceros* L., media Carboxy Methyl Cellulase (CMC) 1%, NaCl 0,85%, indikator congo red 1%, gentian violet, lugol, safranin, alkohol 70%, minyak imersi, dan spiritus. Sedangkan alat-alat yang digunakan adalah cawan petri, gelas beker, erlenmeyer, tabung reaksi, mikro pipet, jarum ose, spatula, timbangan analitik, bunsen, korek api, vortex, laminar air flow, auto clave, incubator, mikroskop, kapas, plastik wrap, aluminium foil, penggaris, alat tulis, sarung tangan, dan masker.

Pengamatan

Peubah pengamatan yang diamati setiap sampel dalam penelitian ini adalah tingkat kontaminasi dilakukan secara visual apakah ada jamur atau bakteri lain yang tumbuh dalam media percobaan, diameter zona bening dan diameter koloni bakteri diukur menggunakan penggaris lalu dihitung menggunakan rumus untuk mendapatkan Indeks Selulolitik (IS), gram positif dan negatif diamati menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 100 kali. Jika pewarnaan yang diperoleh berwarna biru keunguan maka bakteri tersebut merupakan bakteri gram positif, apabila diperoleh bakteri berwarna merah maka bakteri termasuk gram negatif. Morfologi diamati secara visual berupa warna, bentuk, permukaan, dan tepi dari bakteri tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Isolasi Bakteri Selulolitik Pada Media CMC

Isolasi dilakukan dengan menggunakan metode tuang atau pour plate. Hasil pengamatan yang dilakukan setiap hari, isolat bakteri tumbuh setelah inkubasi selama 3×24 jam atau selama 3 hari. Hasil isolat bakteri

yang tumbuh pada media CMC dengan pengenceran menggunakan NaCl yaitu pengenceran 10^{-7} didapatkan total koloni pada ulangan ke-1 dan 76 koloni pada ulangan ke-2, dapat dilihat pada Gambar 1.

Muhammad Adib dkk
 Isolasi dan Identifikasi
 Bakteri Selulolitik dari
 Dekomposer Tandan
 Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis
 guineensis* Jacq.) Larva
 Kumbang Tanduk (*Oryctes
 rhinoceros* L.) di PT Sawit
 Sumbermas Sarana Tbk.



Gambar 1 Grafik Jumlah Koloni Bakteri

Perhitungan jumlah koloni bakteri menggunakan alat yaitu *colony counter* (Gambar 2).



Gambar 2 Proses Menghitung Koloni Bakteri

Hal ini menunjukkan bahwa bakteri yang ada didalam usus *O. rhinoceros* L. merupakan bakteri selulolitik yaitu bakteri yang mampu menghasilkan enzim selulase yang dapat memecah selulosa menjadi glukosa. Menurut Begum (2013) dalam Arifin *et al* (2019) kemampuan bakteri selulolitik yang tumbuh pada media selektif CMC agar, menunjukkan bahwa bakteri tersebut mampu memanfaatkan selulosa sebagai salah satu sumber *nutrient* terutama sebagai sumber karbon.

Tabel 1 Morfologi Koloni Bakteri

Isolat		Morfologi Koloni Bakteri			
Kode	Jumlah	Warna	Bentuk	Permukaan	Tepi
U1	70	Putih	Bundar	Timbul	Seperti wol
U2	76	Putih	Bundar	Timbul	Seperti wol

Pengamatan secara makroskopis meliputi warna, tepian, bentuk, dan elevasi atau permukaan koloni bakteri. Permukaan koloni dapat dilihat dari samping, dan tepi koloni dapat dilihat dari atas cawan. Hasil pengamatan morfologi bakteri mendapatkan hasil yaitu isolat bakteri pada U1 dan U2 memiliki morfologi yang sama yaitu berwarna putih, berbentuk bundar, memiliki permukaan timbul, dan tepi seperti wol. Morfologi bentuk bakteri yang dihasilkan tersebut memiliki kesamaan dengan hasil penelitian dari Alkahfi (2021) dengan kode isolat C. (Tabel 2.)

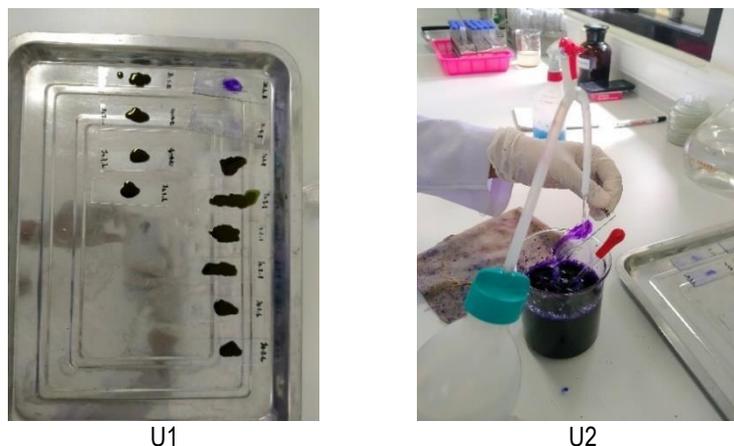
Tabel 2 Morfologi Koloni Isolat Bakteri A, B, & C (Alkahfi, 2021)

Kode	Isolat		Morfologi Koloni Bakteri		
	Jumlah	Warna	Bentuk	Permukaan	Tepi
A	7	Kekuningan	Bundar	Cembung	Licin
B	12	Bening	Keriput	Berbukit	Berombak
C	8	Putih	Bundar	Timbul	Seperti Wol

Pertumbuhan bakteri hasil isolasi pada media CMC yang telah dilakukan termasuk cepat. Hal tersebut dikarenakan yang pertama, media yang digunakan merupakan media selektif yang sudah sesuai untuk pertumbuhan bakteri selulolitik. Menurut Begum (2013) dalam Arifin *et al* (2019) kemampuan bakteri selulolitik yang tumbuh pada media selektif CMC agar, menunjukkan bahwa bakteri tersebut mampu memanfaatkan selulosa sebagai salah satu sumber *nutrient* terutama sebagai sumber karbon. Kedua, bakteri tersebut merupakan mikroorganisme yang memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi. Menurut Kurniawan (2018) bakteri selulolitik memiliki keunggulan pada tingkat pertumbuhan yang lebih cepat dibanding kelompok mikroorganisme selulolitik lainnya, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk produksi enzim selulase lebih singkat.

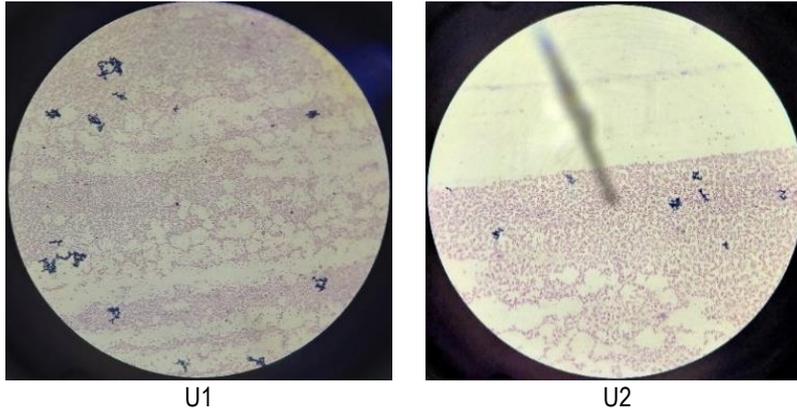
Pewarnaan Gram Bakteri Selulolitik

Pewarnaan gram bakteri dilakukan guna menganalisa bakteri tersebut termasuk gram positif atau negatif. Perbedaan tersebut terjadi akibat adanya perbedaan dari pada struktur dinding selnya.



Gambar 3 Proses Pewarnaan Gram Bakteri

Pewarnaan dilakukan dengan cara mengoleskan isolat bakteri yang telah dimurnikan pada preparat setipis mungkin, hal tersebut bertujuan agar mempermudah saat pengamatan menggunakan mikroskop. Pewarnaan gentian violet ditambahkan sampai menutupi seluruh permukaan olesan bakteri, biarkan selama 2 menit dan bilas dengan aquades. Hal yang sama dilakukan dengan menggunakan larutan lugol dan safranin. Alkohol 95% diteteskan pada isolate dan keringkan dengan kertas saring, lalu ditambahkan minyak imersi yang berfungsi untuk memperjelas objek yang akan diamati, kemudian diamati menggunakan mikroskop cahaya.



U1
U2
Gambar 4 Hasil Pewarnaan Gram Bakteri Dilihat di Mikroskop

Hasil pengamatan yang dilakukan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100 kali, didapatkan isolat bakteri selulolitik ulangan 1 dan ulangan 2 berwarna kemerahan. Hal ini menunjukkan bahwa isolat bakteri tersebut merupakan bakteri gram negatif, dikarenakan sel bakteri yang diamati tidak mengikat warna ungu yang dihasilkan dari pemberian pewarna gentian violet. Perbedaan warna antara bakteri gram positif dan bakteri gram negatif disebabkan perbedaan pada struktur, komposisi dinding sel bakteri, dan perbedaan permeabilitas diantara kedua kelompok dinding sel bakteri. Dinding sel bakteri Gram positif banyak mengandung peptidoglikan, sedangkan dinding sel bakteri Gram negatif banyak mengandung lipopolisakarida.

Pewarnaan gram merupakan salah satu teknik pewarnaan yang digunakan untuk mengidentifikasi bakteri (mikroorganisme). Tujuan pewarnaan gram adalah untuk mengidentifikasi mikroba. Menurut Agustine *et al* (2018) bakteri yang diwarnai dengan metode gram ini dibagi menjadi dua kelompok yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Zat warna yang digunakan pada pengecatan gram meliputi kristal violet, logul, alkohol 70% dan safranin. Metode pewarnaan gram termasuk pewarnaan diferensial. Hal ini menyatakan bahwa pewarnaan digunakan untuk mengetahui bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Agustine *et al* (2018) mengatakan, pemberian larutan kristal violet untuk memberikan warna ungu pada mikroba sebagai pewarna primer. Pemberian larutan safranin untuk memberikan warna merah pada mikroba sebagai pewarna sekunder. Pemberian larutan lugol untuk memperkuat pengikatan warna oleh bakteri. Pemberian larutan alkohol untuk membilas larutan zat

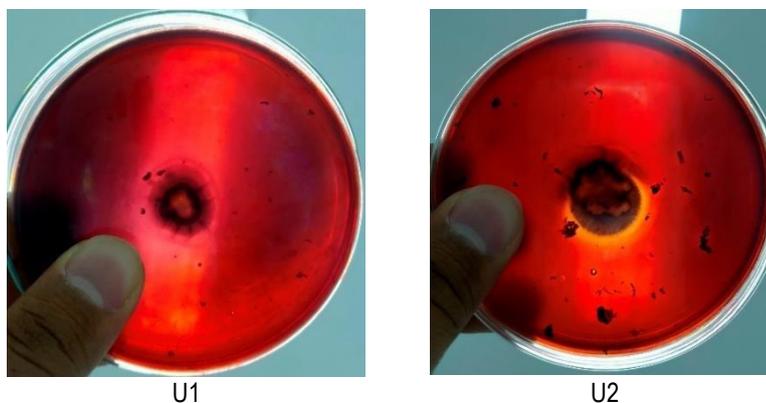
pewarna primer. Pemberian larutan aquades untuk membilas kristal violet, lugol dan safranin.

Menurut Pratiwi (2021) peptidoglikan adalah komponen primer dari dinding sel bakteri. Mereka juga dikenal sebagai “kantong murein” atau hanya “murein”. Peptidoglikan adalah penyusun utama dinding sel bakteri yang bersifat kaku dan bertanggungjawab untuk menjaga integritas sel serta menentukan bentuknya. Peptidoglikan merupakan polisakarida yang berikatan dengan protein. Berdasarkan perbedaan kandungan peptidoglikannya, bakteri dibagi menjadi 2 kelompok yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif.

Menurut Agustine *et al* (2018) jenis bakteri gram positif adalah bakteri yang dinding selnya menyerap warna violet dan memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal. Menurut Pratiwi (2021) peptidoglikan adalah komponen primer dari dinding sel bakteri. Mereka juga dikenal sebagai “kantong murein” atau hanya “murein”. Peptidoglikan adalah penyusun utama dinding sel bakteri yang bersifat kaku dan bertanggungjawab untuk menjaga integritas sel serta menentukan bentuknya. Peptidoglikan merupakan polisakarida yang berikatan dengan protein. Berdasarkan perbedaan kandungan peptidoglikannya, bakteri dibagi menjadi 2 kelompok yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif.

Uji Isolat Bakteri Penghasil Enzim Selulase secara Kuantitatif

Uji enzim selulase secara kuantitatif dilakukan pada isolat bakteri ulangan 1 dan ulangan 2 yang telah dimurnikan sebelumnya. Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui apakah isolat bakteri mampu menghasilkan enzim selulase atau tidak, dan untuk mengetahui seberapa besar indeks selulolitik bakteri tersebut. Pengukuran enzim selulase dilakukan dengan cara mengukur diameter zona bening yang dihasilkan dari dua arah yaitu secara horizontal dan vertikal. Pengukuran dilakukan dengan menambahkan larutan *congo red* 1% pada media CMC, diteteskan secara merata, lalu diinkubasi selama 2×24 jam dan akan terlihat zona bening yang ada disekeliling koloni bakteri seperti yang tampak pada Gambar 4.



Gambar 5 Penampakan Zona Bening di Sekeliling Koloni Bakteri, Zona Bening (A), Koloni Bakteri (B)

Pengukuran aktivitas enzim selulase secara kuantitatif dilakukan pada kedua isolat dengan cara menghitung indeks zona bening yang dihasilkan. Semakin besar enzim yang dihasilkan oleh koloni bakteri selulolitik berbanding lurus dengan zona bening yang dihasilkan (Alkahfi *et al* 2021), artinya semakin besar zona bening yang dihasilkan oleh bakteri, semakin besar pula bakteri tersebut dapat memproduksi enzim selulase.

Tabel 4 Hasil Pengukuran Zona Bening dan Koloni Bakteri

Sampel	DB (cm)		DK (cm)		IS	Klasifikasi Degradasi
	Vertikal	Horizontal	Vertikal	Horizontal		
U1	1,5	1,2	1,3	1,0	0,17	Rendah
U2	1,4	1,3	1,2	1,1	0,17	Rendah

Tabel diatas menunjukkan hasil pengukuran diameter zona bening dan diameter koloni secara vertikal dan horizontal. Diperoleh hasil yaitu isolat bakteri U1 memiliki diameter zona bening vertikal 1,5 cm, horizontal 1,2 cm, dan diameter koloni vertikal 1,3 cm, horizontal 1 cm. Isolat bakteri U2 memiliki diameter zona bening vertikal 1,4 cm, horizontal 1,3 cm, dan diameter koloni vertikal 1,2 cm, horizontal 1,1 cm. Data hasil pengukuran tersebut kemudian dimasukkan kedalam rumus indeks selulolitik (IS) sebagai berikut:

Pertama, mencari terlebih dahulu rata-rata ukuran diameter dari masing-masing ulangan menggunakan data pengukuran yang ada pada Tabel 4.

$$\begin{aligned}
 DB\ U1 &= \frac{DB\ vertikal + DB\ horizontal}{2} \\
 &= \frac{1,5\ cm + 1,2\ cm}{2} \\
 &= 1,35\ cm
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 DB\ U2 &= \frac{DB\ vertikal + DB\ horizontal}{2} \\
 &= \frac{1,4\ cm + 1,3\ cm}{2} \\
 &= 1,35\ cm
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
 DK\ U1 &= \frac{DK\ vertikal + DK\ horizontal}{2} \\
 &= \frac{1,3\ cm + 1,0\ cm}{2} \\
 &= 1,15\ cm
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 DK\ U2 &= \frac{DK\ vertikal + DK\ horizontal}{2} \\
 &= \frac{1,2\ cm + 1,1\ cm}{2} \\
 &= 1,15\ cm
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Diperoleh hasil rata-rata pengukuran diameter zona bening dan diameter koloni dari masing-masing ulangan, selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus indeks selulolitik berikut.

$$\begin{aligned}
 Indeks\ Selulolitik\ (IS) &= \frac{1,35\ cm - 1,15\ cm}{1,15\ cm} \\
 (Sampel\ U1) &= 0,17\ cm
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

$$\begin{aligned} \text{Indeks Aktivitas Enzim} &= \frac{1,35 \text{ cm} - 1,15 \text{ cm}}{1,15 \text{ cm}} & (5) \\ (\text{Sampel U2}) &= 0,17 \text{ cm} \end{aligned}$$

Diperoleh nilai indeks selulolitik dari ulangan 1 dan ulangan 2, yaitu sebesar 0,17 cm/cfu. Alkahfi *et al* (2021) menggunakan klasifikasi daya degradasi selulosa berdasarkan nilai indeks selulolitik dengan ≤ 1 termasuk kategori rendah, 1-2 termasuk kategori sedang dan ≥ 2 termasuk kategori tinggi. Berdasarkan hasil pengukuran, bakteri selulolitik hasil isolasi dari usus larva *O. rhinoceros L.* termasuk kedalam kategori rendah. Hal ini disebabkan oleh dua kemungkinan, yang pertama kurangnya waktu inkubasi inokulan bakteri yang akan di uji menggunakan pewarna *congo red*, sehingga lebar diameter zona bening yang dihasilkan belum maksimal. Kedua, dikarenakan kesalahan saat menuangkan media CMC ke dalam petri ketika media masih panas, hal itu menyebabkan ada kemungkinan kemampuan bakteri sedikit lemah bahkan mati/tidak tumbuh.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji pendahuluan yang telah penulis lakukan di Laboratorium produksi pupuk hayati, Sulung Research Station, PT Sawit Sumbermas Sarana Tbk. dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Jumlah koloni yang tumbuh pada media CMC didapatkan 70 koloni pada ulangan ke-1 dan 76 koloni pada ulangan ke-2. Hal ini menunjukkan bahwa isolat bakteri dari usus larva *O. rhinoceros L.* merupakan bakteri selulolitik yaitu bakteri yang mampu menghasilkan enzim selulase yang dapat memecah selulosa menjadi glukosa.
2. Pengukuran nilai indeks selulolitik (IS) yang dilakukan memperoleh hasil yaitu U1 0,17 cm/cfu, dan nilai indeks selulolitik (IS) U2 0,17 cm/cfu, hasil tersebut termasuk kedalam kategori rendah. Hal ini dikarenakan kemungkinan yang pertama, kurangnya waktu inkubasi inokulan bakteri yang akan di uji menggunakan pewarna *congo red*, sehingga lebar diameter zona bening yang dihasilkan belum maksimal. Kedua, dikarenakan kesalahan saat menuangkan media CMC ke dalam petri ketika media masih panas, hal itu menyebabkan ada kemungkinan kemampuan bakteri sedikit lemah bahkan mati/tidak tumbuh.
3. Hasil pengamatan gram bakteri secara mikroskopis didapatkan hasil kedua isolat bakteri merupakan bakteri jenis gram negatif. Hal tersebut dikarenakan warna yang dihasilkan setelah proses pewarnaan gram berwarna kemerahan.

Daftar Pustaka

Agustine, L., Okfrianti, Y., & Jum, J. (2018). Identifikasi Total Bakteri Asam Laktat (BAL) pada Yoghurt dengan Variasi Sukrosa dan Susu Skim. *Jurnal Dunia Gizi*, 1(2), 79-83.

- Alkahfi, F., Adiartayasa, W., & Wirawan, I. G. P. (2021). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Selulolitik pada Sampah Organik di TPA Suwung Denpasar. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika* ISSN, 2301, 6515.
- Arifin, Z., Gunam, I. B. W., Antara, N. S., & Setiyo, Y. (2019). Isolasi bakteri selulolitik pendegradasi selulosa dari kompos. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* ISSN, 2503, 488X.
- BPS. (2021). *Statistik Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Dini, I. R., Wawan, W., Hapsah, H., & Sriwahyuni, S. (2018). Isolation and identification of cellulolytic and Lignolytic Bacteria from the gut *Oryctes rhinoceros* L. larvae decomposition of oil palm empty fruit bunches. *Indonesian Journal of Agricultural Research*, 1(2), 193-203.
- Handoko, J., H. Fauzana dan A. Sutikno. 2017. Populasi dan Intensitas serangan hama kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Belum Menghasilkan. *Jurnal online mahasiswa*. 4(1).
- Kurniawan, A. Asriani, E. Sari, S.P. Prihanto, A.A. Kurniawan, A. Sambah A.B. (2018). *Bakteri Selulolitik Mangrove*. Universitas Bangka Belitung Press: Bangka.
- Kurniawan, C. A., & Gusmawartati, G. (2021). Uji Isolat Bakteri Selulolitik Sebagai Dekomposer Pada Dekomposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit. *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 5(1), 55-62.
- Pratiwi, N. (2021). Peptidoglikan adalah-pengertian, struktur, fungsi, sintesis. <https://adalah.top/peptidoglikan/> (diakses pada 5 Agustus 2022).
- Rahmadanti, M. S., D. Okalia, A. Pramana dan Wahyudi. (2019). Uji karakteristik kompos (pH, tekstur, bau) pada berbagai kombinasi tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan kotoran sapi menggunakan mikroorganisme selulolitik (MOS), *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 5(2): 105-112.
- Sholihati, A. M., Baharuddin, M., & Santi, S. (2015). Produksi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase dari Bakteri *Bacillus subtilis*. *Al-Kimia*, 3(2), 78-90.
- Wati, D.S. & Rukmanasari. (2013). *Pembuatan biogas dari limbah cair industri bioetanol melalui proses anaerob*. Universitas Diponegoro. Semarang dan *Keuangan*, 15(1), 15-26.

Muhammad Adib dkk
Isolasi dan Identifikasi
Bakteri Selulolitik dari
Dekomposer Tandan
Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis
guineensis* Jacq.) Larva
Kumbang Tanduk (*Oryctes
rhinoceros* L.) di PT Sawit
Sumbermas Sarana Tbk.
