

Lampiran 1

RINGKASAN
EKSPLORASI BAKTERI SELULOLITIK DARI TANAH MANGROVE
WONOREJO SURABAYA

Pramita Putri Reanida, Drs. Agus Supriyanto, M. Kes dan Drs. Salamun, M. Kes.
 Prodi S-1 Biologi, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi,
 Universitas Airlangga, Surabaya

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan bakteri yang mempunyai potensi sebagai pendegradasi selulosa pada tanah di kawasan mangrove Wonorejo Surabaya. Penelitian ini dirancang sebagai penelitian eksploratif yang dianalisis secara deskriptif. Sampel tanah di ambil dari 4 rhizosfer tanaman mangrove yang berbeda yaitu *Avicennia germinans*, *A. officinalis*, *Excoecaria agallocha* dan *Hibiscus tiliaceus* serta dilakukan 3 kali pengulangan. Bakteri selulolitik diisolasi dengan menggunakan media spesifik *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) dengan metode *pour plate* yang kemudian diinkubasi pada suhu 28°C selama 96 jam. Keberadaan bakteri pendegradasi selulosa ditandai dengan adanya zona bening di sekitar tempat tumbuh koloni yang kemudian dilakukan pemurnian dengan dikulturkan pada media *Nutrient Agar* (NA). Kemudian dilakukan identifikasi makroskopis dan mikroskopis koloni terhadap isolat murni tersebut. Hasil isolasi dan identifikasi diperoleh 19 isolat murni bakteri dari keseluruhan tempat pengambilan sampel yang terdiri dari 3 genus yaitu *Bacillus* (9 isolat) yang ditemukan pada rhizosfer *A. germinans*, *A. officinalis*, dan *E. agallocha*, *Pseudomonas* (6 isolat) yang ditemukan pada rhizosfer *A. officinalis*, dan *E. agallocha*, *Cellulomonas* (4 isolat) yang ditemukan pada rhizosfer *E. agallocha* dan *H. tiliaceus*.

Abstract

This research was aimed to know about the presence of the bacteria that have potential to degrading cellulose from the soil of mangrove area in Wonorejo Surabaya. This study was designed as an exploratory study with descriptive analyze. Soil samples were collected from 4 different rhizosphere's soil of mangrove namely *Avicennia germinans*, *A. officinalis*, *Excoecaria agallocha* and *Hibiscus tiliaceus* with 3 times replicates. Cellulolytic degrading bacteria were isolated with the specific media *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) with *pour plate* methode that incubate in 28°C of temperature during 96 hours. The presence of cellulose degrading bacteria was signed by the clear zone around their colony that purified in the *Nutrient Agar* (NA) medium later. After all, identify the macroscopic and microscopic colony of the pure isolates. The results of isolation and identification of potential bacteria obtained 19 pure isolates of bacteria that consist of three genera namely *Bacillus* (9 isolates) were found in rhizosphere of *A. germinans*, *A. officinalis*, and *E. agallocha*, *Pseudomonas* (6 isolates) were found in rhizosphere of *A. officinalis*, dan *E. agallocha*, *Cellulomonas* (4 isolates) were found in rhizosphere of *E. agallocha* dan *H. tiliaceus*.

Key word : cellulolytic degrading bacteria, cellulose, mangrove soil, exploration

Pendahuluan

Indonesia memiliki hutan mangrove terluas di dunia. Luas hutan mangrove di Indonesia mencapai 4,25 juta ha dan tersusun oleh lebih dari 45 jenis dari 20 suku mangrove (Purnobasuki, 2005). Di Surabaya, terdapat kawasan hutan mangrove yang terletak di Wonorejo. Namun sayangnya, belum ada informasi ilmiah yang berkaitan dengan sumber daya yang ada pada kawasan hutan tersebut.

Tanaman mangrove dapat tumbuh dengan subur walau tidak ada sumber nutrisi seperti pupuk yang sengaja ditambahkan ke dalam tanah. Hal ini mengindikasikan bahwa mangrove mendapatkan nutrisi yang cukup dari tanah di sekitarnya. Salah satunya yaitu ketersediaan unsur karbon dari hasil pemecahan molekul polisakarida seperti selulosa yang dilakukan oleh bakteri. Selulosa merupakan polisakarida yang keberadaannya sangat melimpah di tanah. Polisakarida ini merupakan komponen utama penyusun dinding sel tumbuhan. Kelimpahan produk polisakarida ini dapat mengganggu proses pertumbuhan tanaman karena tanaman tidak bisa memanfaatkan secara langsung bahan-bahan selulosa sebelum dipecah lagi menjadi molekul yang lebih kecil dalam bentuk molekul monosakarida (Fessenden dan Fessenden, 1994).

Daun-daun yang gugur di atas tanah memungkinkan bahwa kandungan selulosa di tanah tersebut tinggi, maka besar kemungkinan untuk dapat menemukan bakteri pendegradasi selulosa di dalam ekosistem tersebut. Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini dimaksudkan untuk menambah pengetahuan tentang mangrove yang ada di Surabaya, dalam hal ini, yaitu informasi mengenai bakteri selulolitik apa saja yang terdapat di dalam tanah perakaran mangrove Wonorejo.

Metode Penelitian

Tahap pengambilan sampel tanah

Sampel tanah diambil dari tanah *Rhizosfer* Mangrove di Wonorejo Surabaya dengan kedalaman ± 20 cm dari permukaan tanah (*Top soil*) dengan menggunakan *Cylinder Crof* pada 4 titik yang berbeda, yaitu pada tanah *Rhizosfer* tanaman *Avicennia graminealis*, *Avicennia officinalis*, *Excoecaria agallocha* dan *Hibiscus tiliaceus*. Disaat yang bersamaan, dilakukan juga pengukuran faktor fisik dan kimia tanah seperti temperatur tanah dengan menggunakan *thermometer*, kelembaban tanah (*soil tester*), pH tanah (pH meter), dan salinitas menggunakan *salinometer*.

Tahap preparasi sampel

Sampel tanah masing-masing ditimbang seberat 25 gram dan kemudian dimasukkan ke dalam aquades steril sebanyak 225 mL. setelah itu divortex sampai homogen, kemudian dilakukan pengocokan dengan menggunakan *shaker* selama 15 menit pada suhu ruang. Sampel tanah yang sudah homogen kemudian dibiarkan selama 15 menit sampai mengendap. Setelah mengendap kemudian mengambil 10 mL suspensi tanah dan dimasukkan ke dalam botol yang berisi aquades steril sebanyak 90 mL dan didapatkan seri pengenceran 10^{-2} .

Tahap isolasi bakteri

Suspensi yang telah diencerkan sebanyak 10^{-2} kemudian diambil sebanyak 1 mL dan di masukkan ke dalam cawan petri dan ditambahkan 10 mL media CMC Agar. Setelah itu diinkubasikan dalam suhu kamar selama 5 hari. Setelah

isolat tumbuh dipindahkan ke dalam media NA miring dengan metode *streak* untuk mendapatkan isolat murni dari biakan tersebut.

Tahap identifikasi

1. Pengamatan makroskopis

Pengamatan makroskopis koloni dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat bakteri pada agar cawan yang meliputi: bentuk, warna, tepi dan elevasi.

2. Pengamatan mikroskopis

Pengamatan mikroskopis koloni dilakukan dengan pengecatan Gram

3. Uji fisiologis

Identifikasi dengan menggunakan uji fisiologis meliputi 24 senyawa uji yaitu: *Lysine, Ornithine, H₂S, Glucose, Mannitol, Xylose, O-nitrophenyl-β-D-galacto-pyranoside (ONPG), Indole, Urease, Voges-Proskauer, Citrate, Tryptophan deaminase (TDA), Gelatine, Malonate, Inositol, Sorbitol, Rhamnose, Sucrose, Lactose, Arabinose, Adonitol, Raffinose, Salicin, Arginine.*

4. Uji screening

Screening bakteri selulolitik dilakukan pada media CMC Agar. Dengan cara mengambil isolat bakteri sebanyak satu ose dan kemudian ditumbuhkan pada media CMC agar. Diinkubasi selama 5 hari dan kemudian ditetesi dengan menggunakan *Congo red*. Hasil positif akan terlihat adanya zona bening (*halo zone*) di sekitar pertumbuhan isolat bakteri yang menunjukkan adanya degradasi selulosa oleh bakteri selulolitik.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 4.1 Hasil Isolasi Bakteri Selulolitik pada Tanah Mangrove

| LOKASI | Kode Isolat Bakteri yang Ditemukan pada Ulangan Ke- | | |
|--|--|---|--|
| | I | II | III |
| 5. Tanah Rhizosfer <i>Avicennia germinans</i> | IS ₁ C ₁ IS ₁ C ₂ | IIS ₁ C ₁ IIS ₁ C ₂ IIS ₁ C ₃ IIS ₁ C ₄ IIS ₁ C ₅ | IIIS ₁ C ₁ IIIS ₁ C ₂ IIIS ₁ C ₃ IIIS ₁ C ₄ |
| 6. Tanah Rhizosfer <i>Avicennia officinalis</i> | IS ₂ C ₁ IS ₂ C ₂ IS ₂ C ₃ IS ₂ C ₄ IS ₂ C ₅ IS ₂ C ₆ IS ₂ C ₇ IS ₂ C ₈ | IIS ₂ C ₁ IIS ₂ C ₂ IIS ₂ C ₃ | IIIS ₂ C ₁ IIIS ₂ C ₂ IIIS ₂ C ₃ |
| 7. Tanah Rhizosfer <i>Excoecaria agallocha</i> | IS ₃ C ₁ IS ₃ C ₂ IS ₃ C ₃ IS ₃ C ₄ | IIS ₃ C ₁ IIS ₃ C ₂ | IIIS ₃ C ₁ IIIS ₃ C ₂ IIIS ₃ C ₃ IIIS ₃ C ₄ |
| 8. Tanah Rhizosfer <i>Hibiscus tilliaceus</i> | IS ₄ C ₁ IS ₄ C ₂ | IIS ₄ C ₁ | IIIS ₄ C ₁ IIIS ₄ C ₂ IIIS ₄ C ₃ IIIS ₄ C ₄ IIIS ₄ C ₅ |
| Jumlah | 16 | 11 | 16 |

Dari hasil isolasi ditemukan koloni bakteri yang diduga merupakan bakteri selulolitik pada ulangan pertama sebanyak 16 isolat, sedangkan pada ulangan

kedua ditemukan sebanyak 11 isolat, dan pada ulangan ketiga ditemukan sebanyak 16 isolat. Sehingga dari hasil isolasi pada ulangan pertama, kedua, dan ketiga didapatkan sebanyak 43 isolat bakteri yang diduga merupakan bakteri pendegradasi selulosa.

Tabel 4.2 Hasil uji screening isolat bakteri selulolitik

| Kode isolat | Hasil uji |
|----------------------------------|-----------|
| IS ₁ C ₁ | - |
| IS ₁ C ₂ | - |
| IS ₂ C ₁ | + |
| IS ₂ C ₂ | + |
| IS ₂ C ₃ | + |
| IS ₂ C ₄ | + |
| IS ₂ C ₅ | + |
| IS ₂ C ₆ | - |
| IS ₂ C ₇ | + |
| IS ₂ C ₈ | + |
| IS ₃ C ₁ | + |
| IS ₃ C ₂ | + |
| IS ₃ C ₃ | + |
| IS ₃ C ₄ | + |
| IS ₄ C ₁ | + |
| IS ₄ C ₂ | + |
| IIS ₁ C ₁ | - |
| IIS ₁ C ₂ | - |
| IIS ₁ C ₃ | - |
| IIS ₁ C ₄ | - |
| IIS ₁ C ₅ | - |
| IIS ₂ C ₁ | + |
| IIS ₂ C ₂ | - |
| IIS ₂ C ₃ | + |
| IIS ₃ C ₁ | + |
| IIS ₃ C ₂ | - |
| IIS ₄ C ₁ | - |
| IIIS ₁ C ₁ | - |
| IIIS ₁ C ₂ | - |
| IIIS ₁ C ₃ | + |
| IIIS ₁ C ₄ | - |
| IIIS ₂ C ₁ | - |
| IIIS ₂ C ₂ | - |
| IIIS ₂ C ₃ | - |
| IIIS ₃ C ₁ | - |
| IIIS ₃ C ₂ | - |
| IIIS ₃ C ₃ | + |
| IIIS ₃ C ₄ | - |
| IIIS ₄ C ₁ | - |
| IIIS ₄ C ₂ | - |
| IIIS ₄ C ₃ | + |
| IIIS ₄ C ₄ | - |
| IIIS ₄ C ₅ | - |

Keterangan :

+ : Hasil uji positif (terdapat zona bening (*clear zone*))

- : Hasil uji negatif (tidak terdapat zona bening (*clear zone*))

Pada hasil uji screening ternyata tidak semua isolat yang diduga merupakan bakteri selulolitik, dapat mendegradasi selulosa. Dari 43 isolat yang ditemukan, hanya 19 isolat yang terbukti mampu mendegradasi selulosa yaitu pada ulangan pertama sebanyak 13 isolat, pada ulangan kedua dan ketiga masing-masing 3 isolat yang menunjukkan hasil positif dengan adanya zona bening (*clear zone*) saat setelah ditetesi oleh *Congo red*.

Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis Koloni

| No | Kode isolat | Karakter Koloni | | | | Karakter Sel | |
|-----|---------------------------------|-----------------|---------------------------|--------|---------|--------------|---------|
| | | Bentuk | Warna | Tepi | Elevasi | Bentuk | Gram |
| 1. | IS ₂ C ₁ | Circular | Putih susu | Entire | Convex | Batang | Positif |
| 2. | IS ₂ C ₂ | Irreguler | Transparan Berpendar biru | Entire | Flat | Batang | Negatif |
| 3. | IS ₂ C ₃ | Irreguler | Transparan Berpendar biru | Entire | Flat | Batang | Negatif |
| 4. | IS ₂ C ₄ | Circular | Putih susu | Entire | Convex | Batang | Positif |
| 5. | IS ₂ C ₅ | Circular | Putih susu | Entire | Convex | Batang | Positif |
| 6. | IS ₂ C ₇ | Irreguler | Transparan Berpendar biru | Entire | Flat | Batang | Negatif |
| 7. | IS ₂ C ₈ | Circular | Putih susu | Entire | Convex | Batang | Positif |
| 8. | IS ₃ C ₁ | Circular | Putih susu | Entire | Convex | Batang | Positif |
| 9. | IS ₃ C ₂ | Circular | Putih susu | Entire | Convex | Batang | Positif |
| 10. | IS ₃ C ₃ | Circular | Putih susu | Entire | Convex | Batang | Positif |
| 11. | IS ₃ C ₄ | Irreguler | Transparan Berpendar biru | Entire | Flat | Batang | Negatif |
| 12. | IS ₄ C ₁ | Circular | Kuning | Entire | Convex | Batang | Positif |
| 13. | IS ₄ C ₂ | Circular | Kuning | Entire | Convex | Batang | Positif |
| 14. | IIS ₂ C ₁ | Circular | Putih susu | Entire | Convex | Batang | Positif |
| 15. | IIS ₂ C ₃ | Irreguler | Transparan Berpendar biru | Entire | Flat | Batang | Negatif |
| 16. | IIS ₃ C ₁ | Circular | Kuning | Entire | Convex | Batang | Positif |
| 17. | IIS ₁ C ₃ | Circular | Putih susu | Entire | Convex | Batang | Positif |
| 18. | IIS ₃ C ₃ | Irreguler | Transparan Berpendar biru | Entire | Flat | Batang | Negatif |
| 19. | IIS ₄ C ₃ | Circular | Kuning | Entire | Convex | Batang | Positif |

Berdasarkan tabel morfologi makroskopis dan mikroskopis koloni, isolat IS₂C₁, IS₂C₄, IS₂C₅, IS₂C₈, IS₃C₁, IS₃C₂, IS₃C₃, IIS₂C₁, dan IIS₁C₃ memiliki kesamaan karakter morfologi yaitu berbentuk bulat (*circular*) dengan tepi rata (*entire*), elevasinya cembung (*convex*) dan berwarna putih susu serta memiliki bentuk batang dengan Gram positif. Isolat IS₂C₂, IS₂C₃, IS₂C₇, IS₃C₄, IIS₂C₃, dan IIS₃C₃ juga memiliki kesamaan karakter morfologi yaitu memiliki bentuk yang tidak beraturan (*irregular*), dengan tepi rata (*entire*), elevasi datar (*flat*) dan berwarna transparan serta berpendar biru, memiliki bentuk batang dengan Gram negatif. Pada isolat IS₄C₁, IS₄C₂, IIS₃C₁, dan IIS₄C₃ memiliki kesamaan morfologi yaitu memiliki koloni dengan bentuk bulat (*circular*), dengan tepi rata (*entire*), elevasi cembung (*convex*) berwarna kuning serta memiliki bentuk batang yang tidak beraturan dan Gram positif.

Tabel 4.4 Karakteristik fisiologis isolat bakteri selulolitik

| Karakteristik fisiologis | Kode Isolat | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | IS ₂ C ₁ | IS ₂ C ₂ | IS ₂ C ₃ | IS ₂ C ₄ | IS ₂ C ₅ | IS ₂ C ₇ | IS ₂ C ₈ | IS ₃ C ₁ | IS ₃ C ₂ | IS ₃ C ₃ | IS ₃ C ₄ | IS ₄ C ₁ | IS ₄ C ₂ | IIS ₂ C ₁ | IIS ₂ C ₃ | IIS ₃ C ₁ | IIIS ₁ C ₃ | IIIS ₃ C ₃ | IIIS ₄ C ₃ |
| Lysine | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Ornithine | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| H ₂ S | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Glucose | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Mannitol | - | + | + | - | - | + | - | - | - | - | + | - | - | - | + | - | - | + | - |
| Xylose | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ONPG | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Indole | - | + | + | - | - | + | - | - | - | - | + | - | - | - | + | - | - | + | - |
| Urease | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| V-P | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Citrate | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| TDA | - | + | + | - | - | + | - | - | - | - | + | + | + | - | + | + | - | + | + |
| Gelatin | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Malonate | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Inositol | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sorbitol | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Rhamnose | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sucrose | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Lactose | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Arabinose | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Adonitol | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Raffinose | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Salicine | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | + | - | - | + | - | - | + |
| Arginine | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

Berdasarkan tabel karakteristik fisiologis, isolat IS₂C₁, IS₂C₄, IS₂C₅, IS₂C₈, IS₃C₁, IS₃C₂, IS₃C₃, IIS₂C₁, dan IIIS₁C₃ memiliki kesamaan karakter fisiologis yaitu pada uji dekarboksilase asam amino *Lysine*, dan *Arginine* menunjukkan hasil positif namun tidak pada *Ornithine*. H₂S tidak diproduksi oleh isolat ini, begitu pula pada uji indole isolat ini menunjukkan hasil yang negatif terhadap pembentukan *Indole*. Pada uji *Urease* dan uji penggunaan *Citrate*, isolat ini menunjukkan hasil positif. Pada uji fermentasi karbohidrat, isolat ini hanya mampu menghidrolisis *Lactose* dan tidak dapat menghidrolisis *Inositol*, *Sorbitol*, *Rhamnose*, *Sucrose*, *Arabinose*, *Adonitol*, *Raffinose* dan *Salicin*. Isolat ini juga dapat menghidrolisis ONPG, dan *Gelatine* namun tidak dapat membentuk *acetoin* pada V-P, menghasilkan enzim *Citruse*, dan tidak mendeaminasi *Tryptophan* pada TDA. Dari hasil uji kenampakan morfologi koloni hingga karakter fisiologis bakteri tersebut, maka kelompok isolat tersebut memiliki karakteristik yang sama dengan genus *Bacillus* berdasarkan kunci determinasi oleh Koneman *et al.*, (1988) yang dapat dilihat pada lampiran 3.

Pada isolat IS₄C₁, IS₄C₂, IIS₃C₁, dan IIIS₄C₃ memiliki kesamaan karakter fisiologis yaitu pada uji dekarboksilase asam amino yang meliputi dekarboksilase *Lysine*, dan *Arginine* menunjukkan hasil positif namun tidak pada *Ornithine*. H₂S tidak diproduksi oleh isolat ini. Sedangkan pada uji *Indole*, isolat ini menunjukkan hasil yang negatif. Pada uji *Urease*, isolat ini menunjukkan hasil positif begitu pula pada uji penggunaan *Citrate*, yang juga menunjukkan hasil positif. Sedangkan pada uji fermentasi karbohidrat yang meliputi *Inositol*, *Sorbitol*, *Rhamnose*, *Sucrose*, *Lactose*, *Arabinose*, *Adonitol*, *Raffinose* dan *Salicine* menunjukkan hasil yang negatif. Kelompok isolat ini memiliki kesamaan karakter dengan Genus *Cellulomonas* berdasarkan kunci determinasi pada penelitian yang dilakukan oleh Stackebrandt *et al.* (2002) yang dapat dilihat pada lampiran 3.

Isolat IS₂C₂, IS₂C₃, IS₂C₇, IS₃C₄, IIS₂C₃, dan IIIS₃C₃ juga memiliki kesamaan karakteristik pada uji fisiologis seperti pada uji dekarboksilase asam amino *Lysine*, dan *Arginine* menunjukkan hasil positif namun tidak pada asam amino *Ornithine*. H₂S tidak diproduksi oleh isolat ini. Sedangkan pada uji *Indole*, isolat ini menunjukkan hasil yang positif. Pada uji *Urease*, isolat ini menunjukkan hasil positif begitu pula pada uji penggunaan *Citrate*. Pada uji fermentasi karbohidrat yang meliputi *Inositol*, *Sorbitol*, *Rhamnose*, *Sucrose*, *Lactose*, *Arabinose*, *Adonitol*, *Raffinose* dan *Salicine* menunjukkan hasil yang negatif. Kelompok isolat ini memiliki kesamaan karakter dengan Genus *Pseudomonas* berdasarkan kunci determinasi pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Ninth Edition* (2000) yang dapat dilihat pada lampiran 3.

Dari hasil isolasi dan identifikasi bakteri selulolitik pada tanah mangrove Wonorejo Surabaya didapatkan 3 genus bakteri selulolitik yaitu *Bacillus* yang ditemukan pada rhizosfer *A. germinans*, *A. officinalis*, dan *E. agallocha*, *Pseudomonas* yang ditemukan pada rhizosfer *A. officinalis*, dan *E. agallocha*, *Cellulomonas* yang ditemukan pada rhizosfer *E. agallocha* dan *H. tilliaceus*. Menurut Rao (2007), bakteri selulolitik yang dapat ditemukan di dalam tanah antara lain: *Bacillus*, *Bacteriodes*, *Cellafalcicula*, *Cellulomonas*, *Cellvibrio*, *Clostridium*, *Chromobacterium*, *Corynebacterium*, *Cytopaga*, *Polyangum*, dan *Pseudomonas*. Namun sampai saat ini belum banyak penelitian yang

menyebutkan bakteri-bakteri apa saja yang terdapat di dalam tanah rhizosfer pada mangrove.

Kesimpulan

Diperoleh tiga genus isolat bakteri selulolitik dan teridentifikasi, yaitu: *Bacillus* yang ditemukan pada rhizosfer *A. germinans*, *A. officinalis*, dan *E. agallocha* yang memiliki karakteristik Gram positif (+) berbentuk batang lurus, pendek dengan ujung membulat dan terdapat endospora; *Pseudomonas* memiliki ciri-ciri berbentuk batang, dan Gram negatif yang ditemukan pada rhizosfer *A. officinalis*, dan *E. agallocha*; dan *Cellulomonas* memiliki karakter mikroskopis berbentuk batang tak beraturan, Gram positif yang ditemukan pada rhizosfer *E. agallocha* dan *H. tilliaceous*

Saran

Keberadaan bakteri selulolitik pada tanah mangrove Wonorejo Surabaya telah teridentifikasi hanya sampai pada tingkat genus. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bakteri tersebut yang diidentifikasi sampai tingkat spesies. Penelitian tentang enzim yang dihasilkan oleh isolat bakteri tersebut juga dapat dilakukan.

Daftar Pustaka

- Fessenden R. J., Fessenden, J.S, 1994, *Organic Chemistry*, Sixth Edition, Brooks/Cole Publishing Company, 952
- Holt, G., Kreig, N.R., Sneath, P. H. A., Staley, J. T., Williams, S. T., 2000, *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 9th edition, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA
- Koneman, E. W., Stephen D. W., Dowel V. R., William M. J., Sommers and Winn H. M. Washington C., 1988, *Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology*, 3rd edition, Lippincott company, Philadelphia, USA
- Purnobasuki, Heri, 2005, *Tinjauan Perspektif Hutan Mangrove*, Airlangga University Press, Surabaya
- Rao, S, N, S., 2007, *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*, Edisi Kedua, Universitas Indonesia Press, Jakarta
- Stackebrandt, E., Schumann, P., Prauser, H., 2006, *The Prokaryotes: A Handbook on the Biology of Bacteria*, Third Edition, Vol. 3, Springer, Singapore, 983-1001

Lampiran 2

Komposisi dan prosedur pembuatan media pertumbuhan bakteri

1. Komposisi media *Nutrien Agar* (NA) dalam 100 mL (*Oxoid*)

- | | |
|------------------------------|----------|
| a. <i>Nutrient Agar</i> (NA) | : 2,8 g |
| b. Aquades | : 100 mL |

Prosedur :

Menimbang NA sebanyak 2,8 g dan masukkan dalam erlenmeyer yang telah berisi 100 mL aquades. Aduk dan panaskan sampai bahan larut. Kemudian media dituang ke dalam tabung-tabung reaksi untuk pembuatan media miring dan sisanya untuk media pertumbuhan bakteri di media cawan petri. Selanjutnya disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°-124°C dan tekanan 1 atm.

2. Komposisi media selektif selulosa (CMC) dalam 100 mL (*Difco*):

- | | |
|--|----------|
| a. <i>Carboxy Methyl Celulose</i> (CMC) | : 1 g |
| b. NH ₄ NO ₃ (KNO ₃) | : 0,1 g |
| c. NaCl | : 0,2 g |
| d. Bacto agar | : 1 g |
| e. Aquades | : 100 mL |

Prosedur :

Semua zat kimia tersebut ditambahkan dalam 100 mL aquades, tambahkan agar, panaskan sampai semua bahan larut. Selanjutnya disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°-124°C dan tekanan 1 atm. Setelah steril tuang pada cawan petri secara aseptik dalam *Laminar air-flow*.

3. Komposisi media uji fisiologis dalam 100mL (*oxoid*):

a. Uji Lysine

Bahan :

- | | |
|--------------------|----------|
| Yeast extract | 0.3 g |
| Glucose | 0.1 g |
| L-lysine | 0.5 g |
| Bromocresol purple | 0.0016 g |

Akuades 100 mL

pH 6.1 ± 0.2

Prosedur :

Mencampurkan semua zat kimia ke dalam 100 mL akuades, kemudian diaduk sampai homogen. Setelah itu di sterilkan ke dalam *autoclave* dengan suhu 121°C selama 15 menit dan tekanan 1 atm.

b. Uji Ornithine

Bahan :

Yeast extract 0.3 g

Glucose 0.1 g

Ornithine 0.5 g

Bromocresol purple 0.0016 g

Akuades 100 mL

pH 6.1 ± 0.2

Prosedur :

Mencampurkan semua zat kimia ke dalam 100 mL akuades, kemudian diaduk sampai homogen. Setelah itu di sterilkan ke dalam *autoclave* dengan suhu 121°C selama 15 menit dan tekanan 1 atm.

c. Uji H₂S

Bahan :

Tryptone 2.0 g

Peptone 0.61 g

Ferrous ammonium sulphate 0.02 g

Sodium thiosulphate 0.02 g

Agar 0.35 g

Akuades 100 mL

pH 7.3 ± 0.2

Prosedur

Mencampurkan seluruh zat kimia ke dalam 100 mL akuades, setelah tercampur kemudian ditambahkan agar dan dipanaskan. Setelah itu

disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

d. Uji Glucose

Bahan :

| | |
|-----------------|----------|
| Casein peptone | 2.0 g |
| Glucose | 1.0 g |
| Sodium Chloride | 1.0 g |
| Phenol Red | 0.0036 g |
| Akuades | 100 mL |
| pH 7.0 ±0.2 | |

Prosedur :

Mencampurkan semua bahan ke dalam 100 mL akuades, kemudian dipanaskan sampai semua bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

e. Uji Mannitol

Bahan :

| | |
|-----------------|----------|
| Casein peptone | 2.0 g |
| Mannitol | 1.0 g |
| Sodium Chloride | 1.0 g |
| Phenol Red | 0.0036 g |
| Akuades | 100 mL |
| pH 7.0 ±0.2 | |

Prosedur :

Mencampurkan semua bahan ke dalam 100 mL akuades, kemudian dipanaskan sampai semua bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

f. Uji Xylose

Bahan :

| | |
|----------------|-------|
| Casein peptone | 2.0 g |
|----------------|-------|

| | |
|-----------------|----------|
| Xylose | 1.0 g |
| Sodium Chloride | 1.0 g |
| Phenol Red | 0.0036 g |
| Akuades | 100 mL |

pH 7.0 ± 0.2

Prosedur :

Mencampurkan semua bahan ke dalam 100 mL akuades, kemudian dipanaskan sampai semua bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

g. Uji ONPG (O-nitrophenyl- β -D-galacto-pyranoside) disc

Bahan :

| | |
|------------|--------|
| ONPG disc | |
| NaCl 0.88% | 0.1 mL |

Prosedur :

Menempatkan disc yang steril ke dalam tabung reaksi kemudian menambahkan 0.1 mL NaCl 0.88%. Mengambil 1 ose biakan dan menginokulasikan ke dalam tabung reaksi yang berisi larutan fisiologis dan ONPG disc dan diinkubasi pada suhu 35°C

h. Uji Indole

Bahan :

| | |
|---------------------------|--------|
| Tryptone | 2.0 g |
| Peptone | 0.61 g |
| Ferrous ammonium sulphate | 0.02 g |
| Sodium thiosulphate | 0.02 g |
| Agar | 0.35 g |
| Akuades | 100 mL |

pH 7.3 ± 0.2

Prosedur :

Mencampurkan seluruh zat kimia ke dalam 100 mL akuades, setelah tercampur kemudian ditambahkan agar dan dipanaskan. Setelah itu

disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

i. Uji Urease

Bahan a

| | |
|-----------------------------|----------|
| Peptone | 0.1 g |
| Glukosa | 0.1 g |
| Disodium fosfat | 0.12 g |
| Potassium dihidrogen fosfat | 0.08 g |
| NaCl | 0.05 g |
| Phenol red | 0.0004 g |
| Akuades | 100 mL |
| pH 6.8 ± 0.2 | |

Bahan b

| | |
|-------------------------|--------|
| Larutan urea 40% steril | 0.5 mL |
|-------------------------|--------|

Prosedur :

Mencampurkan semua bahan a, kemudian disterilkan di dalam autoclave dengan suhu 115°C selama 15 menit. Setelah steril, mendinginkan media hingga 55°C dan kemudian ditambahkan dengan bahan b secara aseptik, homogenkan.

j. Uji V-P (Voges-proskauer)

Bahan :

| | |
|---------------|--------|
| Peptone | 0.5 g |
| Glukosa | 0.5 g |
| Buffer fosfat | 0.5 g |
| Akuades | 100 mL |
| pH 7.5 ± 0.2 | |

Prosedur :

Menambahkan seluruh zat kimia tersebut ke dalam akuades 100 mL, kemudian aduk hingga semua bahan tercampur rata. Setelah itu disterilkan ke dalam *autoclave* selama 15 menit dengan tekanan 121°C.

k. Uji Citrate**Bahan :**

| | |
|----------------------------|---------|
| Magnesium sulfat | 0.02 g |
| Ammonium dihidrogen fosfat | 0.02 g |
| Sodium ammonium fosfat | 0.08 g |
| Sodium citrate, tribasic | 0.2 g |
| NaCl | 0.5 g |
| Bromothymol blue | 0.008 g |
| Agar | 1.5 g |
| Akuades | 100 mL |
| pH 7.0 ±0.2 | |

Prosedur :

Mencampurkan semua zat kimia ke dalam 100 mL akuades, kemudian ditambahkan agar dan dipanaskan sampai semua bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

l. Uji TDA (Tryptophan Deamination)**Bahan :**

| | |
|-------------|--------|
| Tryptophan | 12 g |
| Akuades | 100 mL |
| pH 7.0 ±0.2 | |

Prosedur :

Mencampurkan bahan ke dalam akuades dan kemudian dipanaskan hingga bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada 121°C dan tekanan 1 atm.

m. Uji Gelatine**Bahan :**

| | |
|-------------|--------|
| Gelatin | 12 g |
| Akuades | 100 mL |
| pH 7.0 ±0.2 | |

Prosedur :

Mencampurkan bahan ke dalam akuades dan kemudian dipanaskan hingga bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada 121°C dan tekanan 1 atm

n. Uji Malonate**Bahan :**

| | |
|-----------------|----------|
| Casein peptone | 2.0 g |
| Malonate | 1.0 g |
| Sodium Chloride | 1.0 g |
| Phenol Red | 0.0036 g |
| Akuades | 100 mL |
| pH 7.0 ±0.2 | |

Prosedur :

Mencampurkan semua bahan ke dalam 100 mL akuades, kemudian dipanaskan sampai semua bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

o. Uji Inositol**Bahan :**

| | |
|-----------------|----------|
| Casein peptone | 2.0 g |
| Inositol | 1.0 g |
| Sodium Chloride | 1.0 g |
| Phenol Red | 0.0036 g |
| Akuades | 100 mL |
| pH 7.0 ±0.2 | |

Prosedur :

Mencampurkan semua bahan ke dalam 100 mL akuades, kemudian dipanaskan sampai semua bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

p. Uji Sorbitol**Bahan :**

| | |
|-----------------|----------|
| Casein peptone | 2.0 g |
| Sorbitol | 1.0 g |
| Sodium Chloride | 1.0 g |
| Phenol Red | 0.0036 g |
| Akuades | 100 mL |

pH 7.0 ±0.2

Prosedur :

Mencampurkan semua bahan ke dalam 100 mL akuades, kemudian dipanaskan sampai semua bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

q. Uji Rhamnose**Bahan :**

| | |
|-----------------|----------|
| Casein peptone | 2.0 g |
| Rhamnose | 1.0 g |
| Sodium Chloride | 1.0 g |
| Phenol Red | 0.0036 g |
| Akuades | 100 mL |

pH 7.0 ±0.2

Prosedur :

Mencampurkan semua bahan ke dalam 100 mL akuades, kemudian dipanaskan sampai semua bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

r. Uji Sucrose**Bahan :**

| | |
|-----------------|-------|
| Casein peptone | 2.0 g |
| Inositol | 1.0 g |
| Sodium Chloride | 1.0 g |

| | |
|-------------|----------|
| Phenol Red | 0.0036 g |
| Akuades | 100 mL |
| pH 7.0 ±0.2 | |

Prosedur :

Mencampurkan semua bahan ke dalam 100 mL akuades, kemudian dipanaskan sampai semua bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

s. Uji Lactose**Bahan :**

| | |
|-----------------|----------|
| Casein peptone | 2.0 g |
| Lactose | 1.0 g |
| Sodium Chloride | 1.0 g |
| Phenol Red | 0.0036 g |
| Akuades | 100 mL |
| pH 7.0 ±0.2 | |

Prosedur :

Mencampurkan semua bahan ke dalam 100 mL akuades, kemudian dipanaskan sampai semua bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

t. Uji Arabinose**Bahan :**

| | |
|-----------------|----------|
| Casein peptone | 2.0 g |
| Arabinose | 1.0 g |
| Sodium Chloride | 1.0 g |
| Phenol Red | 0.0036 g |
| Akuades | 100 mL |
| pH 7.0 ±0.2 | |

Prosedur :

Mencampurkan semua bahan ke dalam 100 mL akuades, kemudian dipanaskan sampai semua bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

u. Uji Adonitol**Bahan :**

| | |
|-----------------|----------|
| Casein peptone | 2.0 g |
| Adonitol | 1.0 g |
| Sodium Chloride | 1.0 g |
| Phenol Red | 0.0036 g |
| Akuades | 100 mL |
| pH 7.0 ±0.2 | |

Prosedur :

Mencampurkan semua bahan ke dalam 100 mL akuades, kemudian dipanaskan sampai semua bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

v. Uji Raffinose**Bahan :**

| | |
|-----------------|----------|
| Casein peptone | 2.0 g |
| Raffinose | 1.0 g |
| Sodium Chloride | 1.0 g |
| Phenol Red | 0.0036 g |
| Akuades | 100 mL |
| pH 7.0 ±0.2 | |

Prosedur :

Mencampurkan semua bahan ke dalam 100 mL akuades, kemudian dipanaskan sampai semua bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

w. Uji Salicine**Bahan :**

| | |
|-----------------|----------|
| Casein peptone | 2.0 g |
| Salicine | 1.0 g |
| Sodium Chloride | 1.0 g |
| Phenol Red | 0.0036 g |
| Akuades | 100 mL |

pH 7.0 ±0.2

Prosedur :

Mencampurkan semua bahan ke dalam 100 mL akuades, kemudian dipanaskan sampai semua bahan terlarut. Selanjutnya media tersebut disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

x. Uji Arginine**Bahan :**

| | |
|--------------------|----------|
| Yeast extract | 0.3 g |
| Glucose | 0.1 g |
| Arginine | 0.5 g |
| Bromocresol purple | 0.0016 g |
| Akuades | 100 mL |

pH 6.1 ± 0.2

Prosedur :

Mencampurkan semua zat kimia ke dalam 100 mL akuades, kemudian diaduk sampai homogen. Setelah itu disterilkan ke dalam *autoclave* dengan suhu 121°C selama 15 menit dan tekanan 1 atm.

Lampiran 3

Tabel karakteristik fisiologis

Karakteristik fisiologis beberapa spesies *Pseudomonas* (Holt, 2000)

| Characteristic | <i>P. aeruginosa</i> | <i>P. alcaligenes</i> | <i>P. caryophylli</i> | <i>P. fluorescens</i> <i>P. II, III</i> <i>P. aureofaciens</i> | <i>P. mallei</i> | <i>P. mendocina</i> | <i>P. pickettii</i> | <i>P. pseudoalcaligenes</i> ^b | <i>P. pseudo-mallei</i> | <i>P. solanacearum</i> | <i>P. stutzeri</i> |
|---|----------------------|-----------------------|-----------------------|--|------------------|---------------------|---------------------|--|-------------------------|------------------------|--------------------|
| Number of flagella | 1 | 1 | >1 | >1 | 0 | 1 | 1 | 1 | >1 | >1 | 1 |
| Poly-β-hydroxybutyric acid accumulation | - | - | + | - | + | - | + | d | + | + | - |
| Growth at 40°C | + | + | - | - | + | - | - | + | - | - | + |
| Pyoverdinin production | + | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - |
| Pyocyanin production | + | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - |
| Yellow cellular pigment | - | d | - | - | + | + | - | d | + | - | - |
| Arginine dihydrolase | + | + | + | + | + | - | - | - | + | - | + |
| Starch hydrolysis | - | - | - | - | d | - | - | - | + | - | - |
| Poly-β-hydroxybutyrate hydrolysis | - | - | - | - | d | - | - | - | + | - | - |
| Growth on: | | | | | | | | | | | |
| D-Xylose | - | - | + | d | + | - | + | - | - | - | - |
| Maltose | - | - | - | d | d | - | + | - | - | - | + |
| Saccharate | - | - | + | d | - | + | + | - | - | + | d |
| Mannitol | + | - | + | + | + | - | - | - | + | d | d |
| Ethylene glycol | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | + |
| 2,3-Butylene glycol | + | - | + | d | - | + | - | - | - | - | d |
| Geraniol | + | - | - | d | - | + | - | - | - | - | - |
| Azolate | + | - | - | d | - | + | + | - | - | d | - |
| Levulinat | + | - | - | d | - | + | + | - | + | d | - |
| Glycolate | - | - | + | - | - | + | + | - | - | d | + |
| L-Serine | d | - | + | d | d | + | + | d | + | d | d |
| L-Arginine | + | + | + | + | + | + | + | + | + | - | - |
| L-Histidine | + | d | + | + | + | + | d | + | + | + | - |
| Betaine | + | - | + | + | + | + | - | + | + | + | - |
| Sarcosine | + | - | - | + | d | + | - | d | d | d | - |

^a Symbols: see standard definitions.
^b Not all strains of *P. pseudoalcaligenes* are denitrifiers.

Karakteristik fisiologis beberapa spesies *Cellulomonas* (Stackebrandt *et al.*, 2002)

Table 4. Biochemical reactions of *Cellulomonas* species.

| Biochemical reaction | <i>C. biazotea</i> | <i>C. cellasea</i> | <i>C. fermentans</i> | <i>C. fini</i> | <i>C. flavigena</i> | <i>C. gelida</i> | <i>C. hominis</i> | <i>C. humilata</i> | <i>C. iranensis</i> | <i>C. persica</i> | <i>C. uda</i> |
|----------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------|---------------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------|----------------|
| Catalase | + | + ^b | - | + | + | + | + | - | n.d. | n.d. | + ^b |
| Motility | + | - | - | + | + | + | + | - | + | + | + |
| Cellulolytic activity | + | + | + | + | + | + | + | w ^c | + | + | + |
| Nitrate reduction | + | + | + | + | + | + | + | - | + | + | + |
| Urease | - | - | - | - | - | - | - | - | + | + | - |
| Esculin hydrolysis | + | + | + | + | + | + | + | + | n.d. | n.d. | + |
| Gelatin hydrolysis | + | - | + | + | + | + | + | w | + | w | + |
| DNase | - | - | + | - | - | - | - | n.d. | + | + | + |
| Alkaline phosphatase | + | + | - | + | - | - | - | n.d. | n.d. | n.d. | - |
| Fermentation of | | | | | | | | | | | |
| Glucose | + | + | + | + | + | + | + | + | n.d. | n.d. | + |
| Maltose | + | + | + | + | + | + | + | + | n.d. | n.d. | + |
| Sucrose | + | + | + | + | + | + | + | + | n.d. | n.d. | + |
| Mannitol | - | + | + | - | - | - | - | + | n.d. | n.d. | - |
| Xylose | + | + | + | + | + | + | + | w | n.d. | n.d. | + |
| Dextrin | - | - | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| β -Methyl-xyloside | - | - | + | + | - | - | + | n.d. | n.d. | n.d. | - |
| Rhamnose | + | - | - | w | - | - | + | + | n.d. | n.d. | - |
| α -Methyl-mannoside | - | - | - | - | - | - | + | n.d. | n.d. | n.d. | - |
| Utilization of | | | | | | | | | | | |
| Ribose | - | - | - | - | + | - | - | w ^d | - | - | - |
| Raffinose | + | - | + | - | - | - | + | w ^d | - | - | - |
| Acetate | + | + | + | - | + | + | + | n.d. | + | + | + |
| L-(+)-Lactate | + | + | - | + | - | - | - | n.d. | - | - | - |
| Gluconate | - | - | - | - | + | - | + | n.d. | - | - | - |

Symbols and abbreviations: +, positive; -, negative; w, weakly positive; and n.d., not determined.

^aListed negative by Stackebrandt and Kandler (1979).

^bPossessed polar multitriflagellous flagella according to Thayer (1984).

^cReaction for cellobiose (Schaal, 1986).

^dRecorded under "acid from" in Table 15.49 by Schaal (1986).

From Stackebrandt and Kandler (1979), Schaal (1986), Funke *et al.* (1995), and Elbertson *et al.* (2000).

Lampiran 4

Tabel Hasil Pengukuran Faktor Fisik dan Kimia Lingkungan

| Tempat pengambilan sampel | Ulangan | Faktor yang diukur | | | |
|--|---------|--------------------|------------|-------|-----------|
| | | pH | Kelembaban | Suhu | salinitas |
| Tanah Rhizosfer <i>Avicennia graminealis</i> | I | 8 | >85% | 27°C | 5‰ |
| | II | 8 | >85% | 27 °C | 8‰ |
| | III | 9 | >85% | 28 °C | 10‰ |
| Tanah Rhizofer <i>Avicennia officinalis</i> | I | 8 | >85% | 26 °C | 8‰ |
| | II | 8.5 | >85% | 28 °C | 10‰ |
| | III | 8.5 | >85% | 28 °C | 15‰ |
| Tanah Rhizosfer <i>Excoecaria agallocha</i> | I | 8 | >85% | 28 °C | 7‰ |
| | II | 8.5 | >85% | 28 °C | 10‰ |
| | III | 8 | >85% | 28 °C | 25‰ |
| Tanah Rhizosfer <i>Hibiscus tilliaceus</i> | I | 6.5 | 61% | 26 °C | 0‰ |
| | II | 6.5 | 61% | 26 °C | 3‰ |
| | III | 5 | 64% | 27 °C | 10‰ |

Lampiran 5

Foto-foto alat, bahan dan prosedur kerja



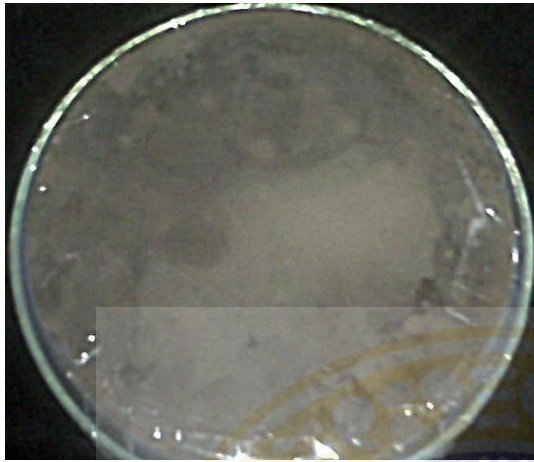


Suspensi tanah

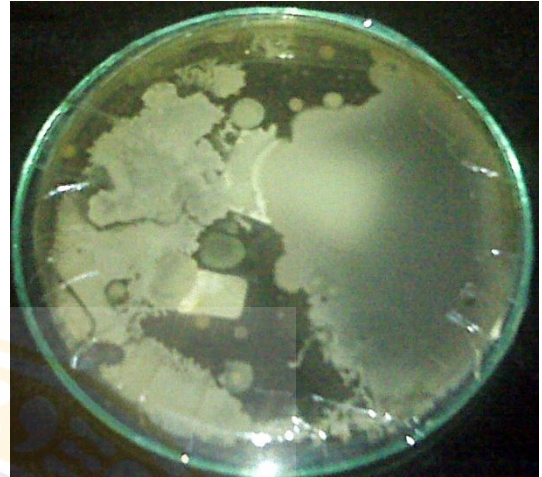


Lampiran 6

Foto isolat pada media CMC dan *screening*



Sampel 1



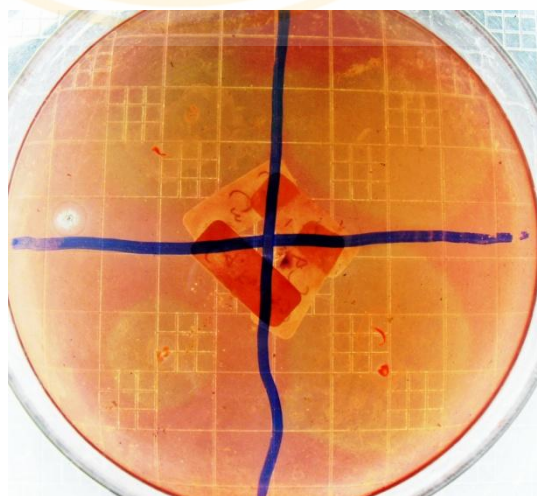
Sampel 2



Sampel 3



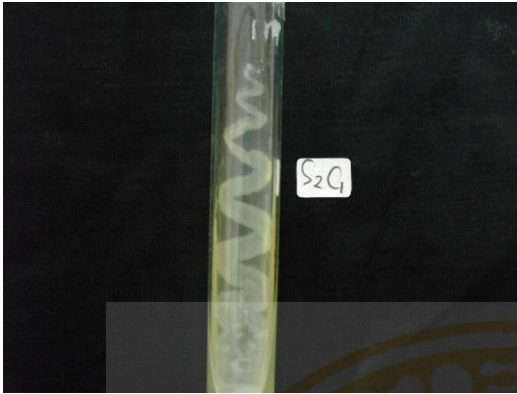
Sampel 4



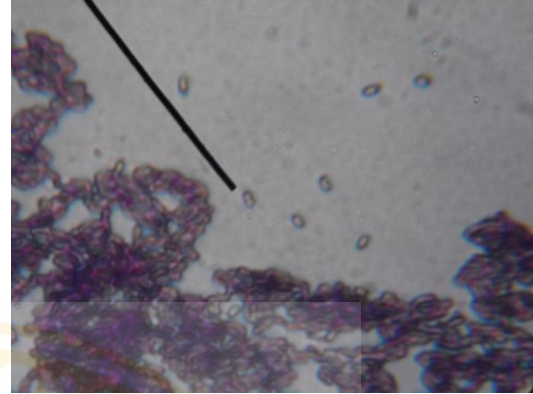
Screening isolat

Lampiran 7

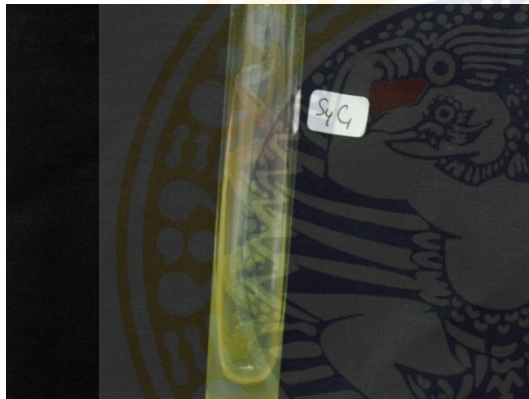
Foto isolat murni dan pewarnaan Gram



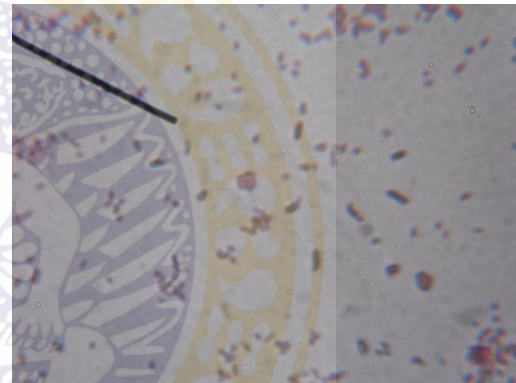
Bacillus sp pada NA miring



Pewarnaan Gram *Bacillus sp*



Cellulomonas sp pada NA miring



Pewarnaan Gram *Cellulomonas sp*