

No. Reg: 201090000035214

## LAPORAN PENELITIAN



**PENGARUH MEDIA PUPUK CAIR (*STARTER*) RUMPUT LAUT HIJAU  
(*Gracillaria sp*) TERHADAP TUMBUH KEMBANG BAKTERI  
PEMBUSUK (*Effective Microorganisme*) SAMPAH SEBAGAI  
KEMAMPUAN PENGUBAH KOMPOSISI  
STRUKTUR TANAH DI INDONESIA**

Oleh

**Ketua Peneliti**

**MUHAMMAD RIDWAN HARAHAHAP**  
NIDN : 2027118603  
ID Peneliti : 202711860310074

**Anggota Peneliti**

**HUSNAWATI YAHYA**  
NIDN : 2009118301  
ID Peneliti : 200911830110026

<b>KATEGORI PENELITIAN</b>	<b>PENELITIAN TERAPAN KAJIAN STRATEGIS NASIONAL</b>
<b>BIDANG ILMU KAJIAN</b>	<b>SAINS DAN TEKNOLOGI</b>
<b>SUMBER DANA</b>	<b>DIPA UIN AR-RANIRY TAHUN 2020</b>

**PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN  
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH  
SEPTEMBER 2020**

**LEMBARAN IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN  
PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M UIN AR-RANIRY TAHUN 2020**

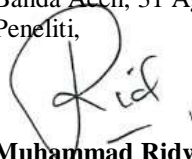
1. a. Judul Penelitian : Pengaruh Media Pupuk Cair (*Starter*) Rumput Laut Hijau (*Gracillaria Sp*) Terhadap Tumbuh Kembang Bakteri Pembusuk (*Effective Microorganisme*) Sampah Sebagai Kemampuan Pengubah Komposisi Struktur Tanah Di Indonesia
- b. Kategori Penelitian : Penelitian Terapan Kajian Strategis Nasional
- c. No. Registrasi : 201090000035214
- d. Bidang Ilmu yang diteliti : Sains dan Teknologi
  
2. Peneliti/Ketua Peneliti
  - a. Nama Lengkap : Muhammad Ridwan Harahap, M.Si
  - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
  - c. NIP<sup>(Kosongkan bagi Non PNS)</sup> : 198611272014031003
  - d. NIDN : 2027118603
  - e. NIPN (ID Peneliti) : 202711860310074
  - f. Pangkat/Gol. : Penata / III c
  - g. Jabatan Fungsional : Lektor
  - h. Fakultas/Prodi : Sains dan Teknologi/Kimia
  
  - i. Anggota Peneliti 1
    - Nama Lengkap : Husnawati Yahya, M.Sc
    - Jenis Kelamin : Perempuan
    - Fakultas/Prodi : Sains dan Teknologi/Teknik Lingkungan
  
3. Lokasi Penelitian : Provinsi Aceh dan Provinsi Sumatera Utara
4. Jangka Waktu Penelitian : 7 (Tujuh) Bulan
5. Th Pelaksanaan Penelitian : 2020
6. Jumlah Biaya Penelitian : Rp. 75.000.000,-
7. Sumber Dana : DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun 2019
8. *Output* dan *outcome* Penelitian : a. Laporan Penelitian; b. Publikasi Ilmiah; c. HKI

Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan  
LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

dto.

**Dr. Anton Widyanto, M. Ag.**  
NIP. 197610092002121002

Banda Aceh, 31 Agustus 2020  
Peneliti,



**Muhammad Ridwan Harahap, M.Si**  
NIDN. 2027118603

Menyetujui:

Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

dto,

**Prof. Dr. H. Warul Walidin, AK., MA.**  
NIP. 195811121985031007

**SURAT PERNYATAAN PENYERAHAN *OUTCOME***  
**PENELITIAN, PUBLIKASI ILMIAH DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**  
**TAHUN ANGGARAN 2020**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ridwan Harahap, M.Si  
NIDN : 2027118603  
NIPN (ID Peneliti) : 202711860310074  
Jabatan dalam Penelitian : Ketua Peneliti/Pengusul  
Pangkat/ Golongan : Penata / III c  
Jabatan Fungsional : Lektor  
Program Studi : Kimia  
Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi  
Anggota Peneliti : Husnawati Yahya, M.Sc

Dengan ini menyatakan sebagai berikut:

No. Registrasi : 201090000035214  
Judul Penelitian : Pengaruh Media Pupuk Cair (Starter) Rumput Laut Hijau  
(*Gracillaria Sp*) Terhadap Tumbuh Kembang Bakteri Pembusuk  
(Effective Microorganisme) Sampah Sebagai Kemampuan  
Pengubah Komposisi Struktur Tanah Di Indonesia  
Kategori Penelitian : Penelitian Terapan Kajian Strategis Nasional  
Jumlah Dana : Rp. 75.000.000,-  
Sumber Dana : DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Tahun Anggaran : 2020  
*Outcome* : Publikasi pada Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi Sinta 2,  
: sesuai dengan kategori penelitian dan ketentuan yang berlaku  
pada UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Saya bersedia dan berjanji akan menyelesaikan dan menyerahkan *outcome* dari hasil penelitian saya sebagaimana tersebut di atas dalam waktu yang telah ditentukan sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan/ Kontrak yang telah saya tanda tangani. Jika target *outcome* tersebut belum dan atau tidak bisa saya penuhi, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan dan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan dalam keadaan sadar serta tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 2 Oktober 2020  
Yang Menyatakan,



**Muhammad Ridwan Harahap,**  
**M.Si**  
NIDN. 2027118603

**Pengaruh Media Pupuk Cair (*Starter*) Rumput Laut Hijau (*Gracillaria Sp*) Terhadap Tumbuh Kembang Bakteri Pembusuk (*Effective Microorganisme*) Sampah Sebagai Kemampuan Pengubah Komposisi Struktur Tanah Di Indonesia**

**Ketua Peneliti:**

Muhammad Ridwan Harahap, M.Si

**Anggota Peneliti:**

Husnawati Yahya, M.Sc

**Abstrak**

Penelitian tentang pengaruh pengaruh media pupuk cair (*starter*) rumput laut hijau (*Gracillaria Sp*) terhadap tumbuh kembang bakteri pembusuk (*effective microorganisme*) sampah sebagai kemampuan pengubah komposisi struktur tanah di Indonesia telah dilakukan. Penelitian ini bersifat eksperimental laboratorium. Pemanfaatan dari penelitian ini digunakan untuk melihat kemampuan pupuk cair yang dihasilkan mampu memberikan pengaruh terhadap kemampuan meningkatkan hara pada tanah pertanian kritis. Hasil yang diperoleh menunjukkan pupuk organik cair rumput laut *Gracilaria sp.* yang dihasilkan dengan teknik pengomposan semi-anaerobik memiliki kandungan unsur hara yang sedikit sehingga tidak memenuhi standar persyaratan teknis permentan No.70/permentan/SR.140/10/2011. Karakteristik bakteri pada pupuk cair *Glacilaria* dengan penambahan limbah rumah tangga dan kotoran sapi meliputi bentuk koloni bundar, irregular, tepian., berombak, rata, elevasi., datar, cembung, warna., putih, kuning, putih kehijauan. Morfologi sel pada pupuk cair ini sangat bervariasi seperti bentuk *Coccus*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Streptobacillus*, *Staphylococcus*, *Diplococcus*. Selama 20 hari masa pengomposan pupuk cair *Glacilaria sp* dengan penambahan limbah rumah tangga dan kotoran sapi, kemudian diisolasi dan didapatkan sebanyak 79 isolat, dengan 40 isolat Gram positif dan 39 Gram negatif.

**Kata Kunci:** rumput laut; *garcillaria sp*; pupuk cair; bakteri

## KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT dan salawat beriring salam penulis persembahkan kepangkuan alam Nabi Muhammad SAW, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis telah dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul **“Pengaruh Media Pupuk Cair (Starter) Rumput Laut Hijau (*Gracillaria Sp*) Terhadap Tumbuh Kembang Bakteri Pembusuk (Effective Microorganisme) Sampah Sebagai Kemampuan Pengubah Komposisi Struktur Tanah Di Indonesia”**.

Dalam proses penelitian dan penulisan laporan ini tentu banyak pihak yang ikut memberikan motivasi, bimbingan dan arahan. Oleh karena itu penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Rektor Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
2. Ibu Ketua LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
3. Bapak Sekretaris LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
4. Bapak Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
5. Bapak Kasubbag LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
6. Bapak Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh ;
7. Ibu Ketua Program Studi Kimia UIN Ar-Raniry Banda Aceh;

8. Bapak Geuchik Desa Cot Mancang Kec. Kuta Baro Kab. Aceh Besar Provinsi Aceh, dan Kepala Desa Pematang Kasih Kec. Pantai Cermin Kab. Serdang Bedagai Provinsi Sumatera Utara;
9. Ibu Syafrina Sari Lubis, M.Si, Sugiati, Cut Ristina, Rika Masriana dan Tuti Marlina;
10. Keluarga besar Balai Riset dan Standardisasi (Baristand).

Akhirnya hanya Allah SWT yang dapat membalas amalan mereka, semoga menjadikannya sebagai amal yang baik.

Harapan penulis, semoga hasil penelitian ini bermanfaat dan menjadi salah satu amalan penulis yang diperhitungkan sebagai ilmu yang bermanfaat di dunia dan akhirat. *Amin ya Rabbal 'Alamin.*

Banda Aceh, 2 Oktober 2020

Ketua Peneliti,

**Muhammad Ridwan Harahap,  
M.Si**

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
A. Latar belakang .....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Signifikansi Penelitian .....	5
<b>BAB II : LANDASAN TEORI</b>	
A. Rumput Laut.....	6
B. Pupuk Cair Organik.....	12
C. Pengomposan .....	14
D. Kotoran Hewan Ternak.....	16
E. Sampah Organik Domestik.....	19
F. Asosiasi Mikroorganisme.....	21
G. Lahan Kritis.....	25
H. Metode Kjedahl.....	27
I. Spektrofotometer UV-Visible.....	29
J. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).....	31
K. Kerangka Teori .....	36
<b>BAB III : METODE PENELITIAN</b>	
A. Tempat dan Waktu Peneletian .....	37
B. Alat dan Bahan .....	37
C. Prosedur Kerja .....	37
D. Pengujian Terhadap Lahan Kritis.....	41
<b>BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Persiapan Rumput Laut.....	42

B. Rangkaian Reaktor Pupuk Cair .....	43
C. Preparasi Bakteri Pada Kotoran Sapi .....	44
D. Praparasi Bakteri Pada Limbah Rumah Tangga....	44
E. Pembuatan Pupuk Cair .....	45
F. Pembahasan .....	59
 <b>BAB V : PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan .....	85
B. Saran-saran.....	86
 <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>87</b>
 <b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	
<b>BIODATA PENELITI</b>	



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Komposisi Kimia Rumput Laut <i>Gracilaria sp.</i> .....	8
<b>Tabel 2.</b> Data fisik pada pupuk cair <i>Glacilaria sp.</i> .....	47
<b>Tabel 3.</b> Hasil Uji Kadar Nitrogen .....	49
<b>Tabel 4.</b> Standar spektrofotometri uv vis.....	49
<b>Tabel 5.</b> Hasil Uji Kadar Phospor.....	49
<b>Tabel 6.</b> Hasil Uji Kadar Kalium .....	50
<b>Tabel 7.</b> Karakteristik isolat dari pupuk cair <i>Glacilaria sp</i> .....	50
<b>Tabel 8.</b> Pengujian terhadap lahan pertanian menggunakan pupuk cair Rumput laut dengan limbah rumah tangga (RL + LRT) terhadap kadar total organik karbon .....	57
<b>Tabel 9.</b> Pengujian terhadap lahan pertanian menggunakan pupuk cair Rumput laut dengan limbah rumah tangga (RL + LRT) terhadap kadar air .....	57
<b>Tabel 10.</b> Pengujian terhadap lahan pertanian menggunakan pupuk cair Rumput laut dengan kotoran sapi (RL + KS) terhadap kadar total organik karbon.....	58
<b>Tabel 11.</b> Pengujian terhadap lahan pertanian menggunakan pupuk cair Rumput laut dengan kotoran sapi (RL + KS) terhadap kadar air.....	58

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp. ....	8
<b>Gambar 2.2</b>	Daur hidup <i>Glacilaria</i> sp. ....	10
<b>Gambar 2.3</b>	Komponen Spektrofotometer Serapan Atom.....	34
<b>Gambar 2.4</b>	Skema Kerangka teori kombinasi produk yang dihasilkan .....	36
<b>Gambar 4.1</b>	Tempat pengambilan sample rumput laut.....	42
<b>Gambar 4.2</b>	Proses pembersihan rumput laut dari bahan pengotor dan lumpur.....	42
<b>Gambar 4.3</b>	Rumput laut yang sudah bebas bahan pengotor .....	43
<b>Gambar 4.4</b>	Proses pembuatan reaktor .....	43
<b>Gambar 4.5</b>	Reaktor yang sudah siap digunakan.....	44
<b>Gambar 4.6</b>	Proses pembuatan pupuk cair.....	46
<b>Gambar 4.7</b>	(a). Pupuk cair rumput laut <i>Gracillaria</i> sp. (b). fermentasi dengan limbah rumah tangga. (c). fermentasi dengan kotoran sapi.....	47
<b>Gambar 4.8</b>	Sampel pupuk cair <i>Glacilaria</i> sp .....	48
<b>Gambar 4.9</b>	Bentuk morfologi koloni bakteri pada pupuk cair <i>Glacilaria</i> sp (Dokumentasi pribadi 2020).....	52
<b>Gambar 4.10</b>	Bentuk morfologi sel pada pupuk cair <i>Glacilaria</i> sp.....	53
<b>Gambar 4.11</b>	Citraan satelit Desa Cot Mancang Kec. Kuta Baro Kab. Aceh Besar Provinsi Aceh.....	53
<b>Gambar 4.12</b>	Kondisi tanah lahan pertanian Desa Cot Mancang Kec. Kuta Baro Kab. Aceh Besar Provinsi Aceh.....	54
<b>Gambar 4.13</b>	Kondisi tanah lahan pertanian Desa Cot Mancang Kec. Kuta Baro Kab. Aceh Besar Provinsi Aceh.....	54
<b>Gambar 4.14</b>	Citraan satelit Desa Pematang Kasih Kec. Pantai Cermin Kab. Serdang Bedagai provinsi Sumatera Utara .....	55
<b>Gambar 4.15</b>	Kondisi tanah lahan pertanian Desa Pematang Kasih Kec. Pantai Cermin Kab. Serdang Bedagai Provinsi Sumatera Utara.....	55
<b>Gambar 4.16</b>	Kondisi tanah lahan pertanian Desa Pematang Kasih Kec. Pantai Cermin Kab. Serdang Bedagai Provinsi Sumatera Utara.....	56
<b>Gambar 4.17</b>	Kondisi awal tanah lahan kritis .....	56

**Gambar 4.18** Kondisi akhir tanah lahan kritis setelah  
1 minggu perlakuan ..... 57

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang.

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil rumput laut terbesar pertama didunia menurut Asosiasi Rumput Laut Indonesia (ARLI), berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), dengan menghasilkan produksi rumput laut basah di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 10.335.000 ton dan 60 persen dari hasil produksi adalah sumbangan dari Nusa Tenggara Timur (NTT). Namun, pemanfaatan rumput laut hanya berfokus pada bidang pangan, semi jadi, dan kosmetik. Untuk beberapa bidang seperti pertanian dan kesehatan masih belum banyak dilakukan. Beberapa negara di dunia menggunakan rumput laut untuk bidang pertanian telah lama dilakukan untuk diaplikasikan seperti berberapa jenis olahan rumput laut yang diantaranya meliputi *liquid seaweed fertilizer* (LSF), *liquid fertilizer* (LF), dan *chopped powder algaimanure* yang umum beredar di pasaran (Sedayu, *et.al.*, 2013). Sedangkan di Indonesia rumput laut jenis *Sargassum sp.* telah banyak digunakan untuk pembuatan pupuk organik. Diwilayah Aceh sendiri rumput laut jenis *Gracilaria sp.* tidak dimanfaatkan oleh para petani dan menjadi limbah untuk ikan yang terdapat di tambak - tambak yang bisa menyebabkan ikan mati. Sehingga para petani membuang rumput laut begitu saja dan menjadi sampah. Rumput laut *Garcilaria sp.* sangat bagus untuk pertumbuhan tanaman dikarenakan banyak mengandung nutrisi yang lengkap. Jika ditinjau dari senyawa kimia, rumput laut memiliki komposisi terdiri dari air (27,8%), sedikit protein (5,4%), karbohidrat (33,3%), sedikit lemak (8,6%), serat (3%) dan kadar abu (22,25%). Rumput laut *Gracilaria sp.* juga terdapat enzim, jenis asam nukleat, monomer asam amino, beberapa vitamin yaitu A,B,C,D,E dan K, makro mineral (Ca dan Se) serta mikro mineral (zat besi, magnesium dan natrium). Kandung monomer asam amino, vitamin dan mineral rumput laut mencapai 10 - 20 kali lebih banyak dibandingkan dengan tumbuhan darat (Michalak, I & K. Chojnacka, 2014).

Berdasarkan penelitian Sedayu *et al*, 2006 tentang penggunaan rumput laut *Gracilaria sp.* sebagai pupuk organik cair melalui pengomposan. Rumput laut *Gracilaria sp.* bisa dijadikan sebagai pupuk melalui proses pengomposan menggunakan bioaktivator EM4 yaitu bakteri komersial yang berfungsi untuk mendegradasikan bahan organik sehingga pupuk yang dihasilkan memiliki kandungan unsur hara yang tinggi. Akan tetapi, pupuk yang dihasilkan masih memiliki kandungan unsur hara makro dibawah standar yang ditentukan oleh Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR.140/10/2011 dikarenakan kandungan yang dimiliki oleh rumput laut masih sedikit sehingga dibutuhkan nutrient yang berasal dari bahan organik lainnya.

Kondisi optimum bagi aktivitas mikroba yang perlu diperhatikan selama proses pengomposan, yaitu aerasi, kelembaban, media tumbuh dan sumber makanan bagi mikroba atau nutrien. Bioaktivator selain meningkatkan kecepatan dekomposisi, juga meningkatkan penguraian materi organik, dan dapat meningkatkan kualitas produk akhir pupuk (Nuryani & Susanto, 2002). Larutan MOL (Mikro-organisme lokal) merupakan larutan hasil fermentasi dengan bahan baku dari berbagai sumber seperti daya limbah organik, antara lain bonggol pisang, keong mas, urin, limbah sayuran, kotoran hewan dan buah - buahan. Bahan - bahan tersebut merupakan media yang disukai mikroorganisme untuk berkembang-biak.

Pada penelitian Widiyaningrum *et al* tentang efektivitas proses pengomposan sampah daun dengan tiga sumber aktivator berbeda dikatakan bahwa mikro-organisme lokal yang digunakan berasal dari bakteri EM4, limbah sayuran dan limbah kulit jeruk. Hasil yang didapatkan adalah pada pengujian fluktasi suhu, kelembaban dan pH pada proses pembuatan kompos dengan tiga macam aktivator menunjukkan aktivitas mikroorganisme penguraian berjalan dengan baik dan menghasilkan penyusutan paling tinggi pada kompos dengan pemakaian EM4 (39,3%), diikuti Mikro Organisme Lokal (MOL) limbah sayuran (31,6%) dan MOL limbah kulit jeruk (29,8%). Hal ini dikarenakan limbah sayur berpotensi mengandung bakteri penguraian lebih bervariasi seperti halnya pada EM4, dibandingkan MOL dari limbah kulit jeruk. Dalam EM4 diketahui

mengandung bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp.*, *Saccharomyces sp.*, *Actinomyces sp.* dan jamur fermentasi.

Indonesia mengalami penurunan tingkat luar lahan akibat pembakaran dan penebangan liar. Begitu juga penggunaan pestisida dan pupuk berlebihan menyebabkan lahan menjadi tidak produktif dengan kata lain menjadi lahan kritis. *United Nation Environmental Programme* (UNEP) 1992, mendefinisikan terhadap degradasi lahan (*land degradation*) merupakan proses tingkat kemunduran produktivitas lahan menjadi lebih rendah, baik sementara maupun suatu ketetapan, terhadap berbagai bentuk tingkat penurunan jumlah produktivitas tanah (*soil degradation*), pengaruh pertumbuhan manusia terhadap sumber daya air, sistem penggundulan hutan (*deforestation*), dan penurunan produktivitas padang penggembalaan ternak. Tingkat degradasi tanah (*soil degradation*) adalah merupakan proses kemunduran produktivitas tanah, yang disebabkan oleh kegiatan brutal manusia, yang mengakibatkan penurunan produktivitasnya pada saat ini dan di waktu yang akan datang dalam mendukung kehidupan makhluk hidup. Salah satu contoh bentuk degradasi tanah adalah berkurang/hilangnya sebagian atau seluruh tanah lapisan atas (*top soil*), berkurangnya kadar C-organik dan unsur-unsur hara tanah, serta berubahnya beberapa sifat fisik tanah, seperti struktur tanah, pori aerasi atau pori drainase cepat menjadi lebih buruk. Akibat degradasi tanah adalah hasil tanaman mengalami penurunan drastis, kualitas fisik dan kimia tanah juga menurun, dan pada akhirnya tanah tersebut menjadi kritis.

Berdasarkan uraian di atas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengaruh media pupuk cair (*starter*) rumput laut hijau (*Gracillaria sp*) terhadap tumbuh kembang bakteri pembusuk (*Effective Microorganisme*) sampah sebagai kemampuan pengubah komposisi struktur tanah, dikarenakan rumput laut *Gracillaria sp.* memiliki unsur hara mikro dan makro yang dibutuhkan oleh tanaman untuk tumbuh dan tanaman lebih mudah mengubah struktur lapisan tanah yang sudah tercemar pestisida kimiawi.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah seperti yang telah diuraikan di atas, maka penulis merumuskan beberapa landasan permasalahan yaitu

1. Apakah rumput laut *Gracilaria sp.* dapat dijadikan sebagai pupuk cair organik ?
2. Bagaimana pengaruh kotoran hewan dan sampah domestik terhadap mutu pupuk cair organik dari rumput laut *Gracilaria sp.* ?
3. Bagaimana pengaruh pupuk cair yang dihasilkan terhadap tumbuh kembang bakteri pembusuk sebagai kemampuan pengubah komposisi struktur tanah.

## **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka perlu diberitahukan batasan-batasan agar rumusan masalah mampu diselesaikan. Ada pun batasan masalahnya sebagai berikut :

1. Pengukuran tanah meliputi terhadap kesuburan fisika, kimia dan biologi
2. Penelitian ini dibatasi terhadap pengukuran umum seperti kandungan total bahan mineral, total organik, dan kandungan air sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan.
3. Penelitian ini dibatasi terhadap kondisi tanah kritis akibat pemakaian pupuk berlebih dengan durasi waktu 5, 10, dan 15 tahun.

## **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui formula campuran yang baik antara rumput laut hijau (*Gracillaria sp*) asal Aceh terhadap pembuatan *stater* yang dihasilkan.
2. Untuk mengetahui kemampuan pupuk cair / *stater* yang dihasilkan terhadap tumbuh kembang bakteri pembusuk sebagai kemampuan pengubah komposisi struktur tanah.

## **E. Signifikansi Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat memberikan informasi kepada masyarakat petani bahwa rumput laut hijau (*Gracillaria sp*) asal Aceh dengan memanfaatkan mikro organisme lokal dapat mempercepat penguraian komposisi dan struktur tanah.
2. Dapat membantu masyarakat petani dalam mengatasi lahan krisis akibat kelebihan penggunaan pupuk dan pestisida.



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Rumput Laut

Makroalga laut atau yang lebih dikenal dengan rumput laut merupakan salah satu potensi biodiversitas hayati laut yang memberikan nilai tambah. (*Valueadded*) dalam bidang farmasi dan kosmetika. Rumput laut adalah komoditas ekspor dalam budidaya perikanan yang sangat diunggulkan (Wong *et al*, 2006). Produksi rumput laut nasional pada tahun 2010 mencapai 3,082 juta ton/tahun, produksi ini diatas target yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan yaitu sebesar 2,574 juta ton/tahun. Angka ini bertambah signifikan dari tahun sebelumnya yang mencapai 2.963.556 ton/tahun. Produksi rumput laut merupakan yang dibudidayakan oleh para pembudidayaan sebagian besar merupakan rumput laut *Euचेuma Cottoni* dan *Gracilaria sp.* (KKP, 2011).

Makroalga merupakan salah satu sumber nutrisi lengkap yang sangat baik untuk makanan, pakan ternak, pupuk dan produksi fikokoloid, contoh agar-agar, karagenan, dan alginat (Thirumaren *et al*, 2009). Rumput laut yang ada di perairan Indonesia terdiri dari beberapa jenis *Euचेuma Cottoni* dan *Gracilaria sp.* merupakan salah satu jenis rumput laut yang telah banyak dimanfaatkan sebagai sumber pangan, obat-obatan dan bahan kosmetik (Rismawati, 2012). Rumput laut terdapat sangat luas diperairan. Indonesia terutama diseluruh pesisir Barat Selatan Aceh dengan karakteristik perairan yang masih sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangan makro alga laut dan kurangnya tingkat pencemaran laut. Makro alga laut belum dimanfaatkan secara optimal disebabkan minimnya kajian ilmiah terkait potensi makro alga laut yang berguna bagi masyarakat pesisir Aceh.

Beberapa Negara lain menggunakan aplikasi rumput laut untuk bidang pertanian telah lama dilakukan, seperti berbagai jenis olahan rumput laut yang diantaranya meliputi *liquid seaweed fertilizer (LSF)*, *liquid fertilizer (LF)* dan *chopped powder alga manure* yang umum beredar di pasaran (Sedayu *et al*, 2013). Rumput

laut dipakai sebagai pupuk organik, dikarenakan mengandung kaya akan trace mineral yaitu Besi (Fe), Boron (B), Kalsium (Ca), Tembaga (Cu), Klorida (Cl), Kalium (K), Magnesium (Mg), dan Mangan (Mn), rumput laut juga mengandung hormon zat tumbuh (ZTP) seperti auksin, sitotokin, giberelin, asam abisat, etilen, Fosfor (P), Sulfur (S), Zink (Zn), dan Boron (B) yang dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman. Rumput laut terdiri dari kandungan nitrogen 1,00% ; fosfor 0,05% ; kalium potasium 10,00 % ; kalsium 1,20% ; magnesium 0,80% ; sulfur 3,70% ; tembaga 5 ppm ; besi 1200 ppm ; mangan 12 ppm ; seng 100 ppm ; boron 80 ppm ; senyawa organik 50-55% dan kadar abu 45-50%.

Rumput laut dengan jenis *Laminaria sp.*, *Sargassum sp.*, *Turbinaria sp.*, *Eucheuma sp.*, *Gracilaria sp.*, dapat digunakan secara langsung sebagai pupuk organik atau dicampurkan dengan pupuk lainnya seperti pupuk kompos dan kimia. Rumput laut memiliki keistimewaan sebagai pupuk organik dikarenakan rumput laut mengandung ZPT yang berfungsi meningkatkan produksi jumlah buah, sayuran, bunga serta memperpanjang usia tanaman. Disamping itu ZPT juga dapat meningkatkan daya tahan tanaman dari kekeringan, serangan serangga (penyakit yang disebabkan oleh gangguan mikroba tertentu), serta dapat memperhatikan struktur dan tekstur tanah.

### **1. Rumput Laut Merah (*Gracilaria sp.*)**

*Gracilaria sp.* salah satu jenis rumput laut yang termasuk dalam golongan alga merah (*Rhodophyceae*). *Gracilaria sp.* menghasilkan salah satu metabolit primer yaitu senyawa hidrokoloid yang disebut agar. Klasifikasi dari *Gracilaria sp.* adalah sebagai berikut:

- Devisi : *Rhodophyta*
- Kelas : *Rhodophyceae*
- Ordo : *Gigartinales*
- Familia : *Gracilariaceae*
- Genus : *Gracilaria*
- Species : *Gracilaria sp.*



**Gambar 2.1** : Rumput Laut *Gracilaria sp.*

Sumber : Anggadiredja (2006)

*Gracilaria sp.* mempunyai komposisi kimia yang dapat dilihat sebagai berikut pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Komposisi Kimia Rumput Laut *Gracilaria sp.*

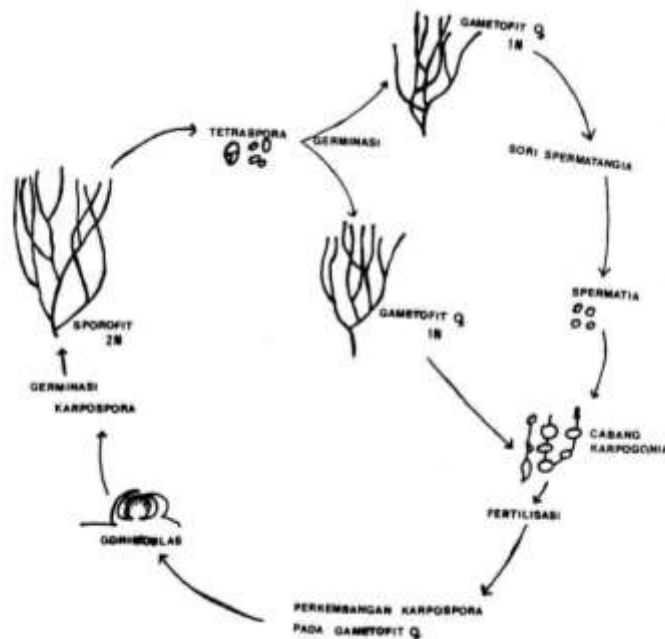
Parameter	Kandungan (100 gram kering)
Kalori (kkal)	312
Protein (g)	1,3
Lemak (g)	1,2
Karbohidrat (g)	83,5
Serat (g)	2,7
Abu (g)	4
Kalsium (g)	756,0
Fosfor (mg)	18
Besi (mg)	7,8
Natrium (mg)	115,0
Kalium (mg)	107,0
Thiamin (mg)	0,01
Riboflamin (mg)	0,22
Niasin (mg)	0,2

*Gracilaria sp.* merupakan tumbuhan yang mempunyai *thallus* silindris, percabangan berselang -selang, cabang cenderung memusat ke arah pangkal, dan memanjang, ukuran panjang sekitar 7,5 - 30 cm. Sebagaimana kelompok alga yang lainnya *Gracilaria sp.* juga tidak memiliki perbedaan komposisi antara akar, batang dan daun. Pembentukan organ-organ reproduksi sangat penting dalam perbedaan tiap - tiap spesies. Warna *thallus* juga beragam, mulai dari merah, hijau terang, hijau-cokelat, dan merah-cokelat. *Gracilaria sp.* hidup dengan melekatkan *thallus*nya pada substrat berbentuk lumpur, hamparan pasir, kulit kerang, karang mati, kayu maupun batu, tumbuh dengan kedalaman sekitar 10 - 15 meter di bawah permukaan air yang terkandung garam laut (Anggadiredja, T.

2006). Berdasarkan habitat alaminya, beberapa spesies dari *Gracilaria sp.* tumbuh pada daerah pasang surut yaitu pada lahan berpasir dan berlumpur, perairan hangat dengan temperatur tinggi dan merupakan daerah endapan.

Salinitas memiliki peran penting begitu juga penetrasi sinar matahari memiliki peran yang sangat penting dalam menunjang kelangsungan hidup rumput laut dengan baik. Kecukupan intensitas cahaya sangat menentukan kecepatan dalam memenuhi kebutuhan nutrient pada rumput laut seperti karbon, nitrogen, dan posfor. Untuk suhu yang optimal bagi rumput laut relatif berbeda untuk pada setiap spesiesnya, dengan kisara antara 20 - 30 °C. *Gracilaria sp.* mampu beradaptasi dengan baik dengan perubahan salinitas antara 17 - 40 (Pramesti, R., dan Nirwani. 2007). Sumber nutrisi, intensitas cahaya, suhu, salinitas dan gerak air sangat berpengaruh pada pertumbuhan *Gracilaria sp.* Sumber makanan untuk pertumbuhan rumput laut bukan diperoleh dari bahan luar, melainkan berasal dari mikroplankton yang ada di sekitar lingkungannya.

Rumput laut jenis *Gracilaria sp.* memiliki tingkat produksi yang cepat di dibandingkan dengan varietas rumput laut lainnya yaitu sekitar 7-13% dan tingkat pertumbuhannya dan dapat bertambah hingga 20% setiap harinya (Adini et al., 2015). Karena pertumbuhannya yang relatif cepat sehingga *Gracilaria sp.* dijadikan salah satu jenis rumput laut yang banyak dibudidayakan di tambak dan telah banyak dibudidayakan di Indonesia. Jenis rumput laut yang mempunyai nilai ekonomis tinggi di perairan Indonesia adalah genus *Gelidium*, *Hypnea*, *Eucheuma*, dan *Gracilaria*. Dari ke empat genus tersebut *Eucheuma* dan *Gracilaria* mempunyai potensi yang bagus untuk dapat dikembangkan sebagai komoditas budidaya di tambak, hal ini didukung karena *Gracilaria* melakukan perkembangbiakan secara vegetatif (Anton, 2017).



Gambar 2.2. Daur hidup *Gracilaria* sp. (Nurjalia, 2018).

Daur hidup *Gracilaria* bersifat 'trifasik' (3 bentuk pertumbuhan), yang mengalami pergantian generasi antara aseksual dan seksual, yaitu pembentukan satu fase haploid (gametofit jantan dan gametofit betina) dan fase diploid yaitu tetrasporofit dan karpoporofit (Nurjalia, 2018). Spora *Gracilaria* di dimanfaatkan sebagai sumber bibit dan merupakan salah satu cara yang memungkinkan untuk meningkatkan produksi dan perbaikan teknik dalam budidayanya. Tipe spora *carpospore* lebih mudah digunakan sebagai sumber bibit karena kantong sporanya dapat dilihat dengan mata telanjang. Pemanfaatan spora sebagai sumber bibit sudah berhasil dilakukan di beberapa negara, diantaranya di Jepang dan Korea yaitu dalam memproduksi bibit *Porphyra*. Selain itu, beberapa penelitian tentang penempelan spora telah dilakukan, antara lain, faktor-faktor yang mempengaruhi sporulasi *Gracilaria cornea* dan penempelan spora *Gracilaria gigas*.

Selain itu *Gracilaria* juga dapat berkembangbiak dengan menggunakan spora. Proses perkebangn spora menjadi *Gracilaria* sp. muda dan menjadi bibit. Pada proses budidaya rumput laut, penempelan spora pada *polyethylene* (PE) dan tali rafia berlansung antara 3-5 hari, setelah itu spora yang tidak fertil biasanya

akan mati dalam jangka waktu 24 jam setelah pelepasan dari *cytocarp* (kantong spora). Spora yang mati ditandai dengan warna yang pucat dan sel-selnya tidak berkembang. Hasil pengujian terhadap media *Provasoli's Enrich Seawater* (PES) menunjukkan bahwa pupuk PES dapat meningkatkan presentasi spora yang menempel dan juga dapat mempercepat spora untuk berkembang menjadi *Gracilaria* sp. muda yaitu spora yang berkembang dan sudah mempunyai thalus dan holdfast. Selanjutnya, *Gracilaria* sp. muda akan berkembang dan bisa digunakan sebagai bibit setelah umur diatas 2 bulan (Lideman, 2016).

Dalam pengembangan produksi bibit yang berasal dari spora *Gracilaria* sp. maka perlu diperhatikan beberapa faktor yang mendukung keberhasilan penempelan spora hingga tumbuh menjadi *Gracilaria* sp. muda faktor-faktor tersebut antara lain adalah pH, salinitas, temperatur, intensitas cahaya, aktif atau tidaknya spora, viskositas dari perairan, lapisan microfilm yang ada pada substrat, kekasaran substrat, kemampuan poliasisari spora terhadap substrat, dan kemampuan adhesi spora terhadap substrat (Lideman, 2016).

Basmal et.al (2014), menemukan kombinasi limbah alginat dan tepsil mengandung unsur hara makro P 34,56 mg/100g, N 3,01%, K 1,2 mg/100g, Ca 48,23 mg/ 100g, C 21,31mg/100g, dan unsur hara mikro Mg 14,1 ppm, Fe 217,01 ppm, Zn 8 ppm, Cu 0,02 ppm, dan kemampuan daya serap air 587,93%. Kelemahan dari kedua hasil penelitian ini adalah masih rendahnya kandungan unsur hara makro P dan K serta unsur hara mikro Mn. Unsur hara P di tanah tersedia dalam jumlah cukup bagi tanaman. Kekurangan unsur P menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat akibat terganggunya perkembangan sel dan akar tanaman, metabolisme karbohidrat dan transfer energi. kekurangan K mempengaruhi sistem perakaran, tunas, pembentukan pati dan translokasi gula (Basmal, 2016). Ekstrak cair rumput laut mengandung makro nutrien, unsur hara, asam amino serta pemicu pertumbuhan tanaman (Nurhayati, 2018).

Rumput laut merupakan sumber yang menjanjikan untuk berbagai macam pengembangan. Umumnya, rumput laut digunakan sebagai makanan, pupuk, dan juga obat-obatan. Rumput laut mengandung serat, karbohidrat, lemak yang rendah, mineral, vitamin, dan asam-asam amino, sehingga cocok dijadikan

bahan pangan dan bermanfaat untuk kesehatan. Selain itu, kandungan metabolit primer (*phycocolloid*) seperti karagenan, agar, serta alginatnya dapat digunakan sebagai *gelling*, *stabilizing*, dan *thickening agents* pada makanan, kosmetika, dan industri farmasi. Metabolit lainnya yaitu *polysulfated polisaccharides* seperti laminaran, rhamnan sulfate, galaktosil gliserol, dan fukoidan yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan, antialergik, anti-HIV, antikanker, dan antikoagulan. Penelitian lain juga melaporkan bahwa rumput laut memiliki aktivitas antibakteri dan antiinflamasi (Amaranggana, 2017).

## **B. Pupuk Cair Organik**

Pupuk organik merupakan pupuk yang terbuat dari bahan-bahan alami yaitu sisa-sisa makanan, sayuran, sampah domestik, hewan, dan bahan yang mudah terurai di lingkungan. Pupuk organik umumnya berbentuk padat, akan tetapi pupuk organik juga ada yang berbentuk cair yaitu pupuk cair organik. Pupuk cair organik adalah pupuk yang berbentuk cair yaitu pupuk cair organik. Pupuk cair organik adalah pupuk yang berbentuk larutan yang berasal dari hasil pembusukan bahan - bahan sisa makanan, kotoran hewan, sampah dosmetik yang mengandung unsur hara lebih dari satu unsur. Penggunaan pupuk cair organik aman dan tidak merusak tumbuhan maupun lingkungan dikarenakan bahan yang terkandung aman untuk lingkungan digunakan sebanyak-banyaknya. Pupuk cair dapat dikategorikan sebagai zat penyubur tanaman yang berasal dari bahan-bahan organik dan berwujud cair selain berfungsi sebagai pupuk, pupuk cair berfungsi juga sebagai aktivator untuk pembuatan media kompos (Lingga, P dan Marsona, 2003)

Proses pembuatan pupuk organik cair dilakukan secara anaerob (dalam kondisi tidak membutuhkan oksigen) atau secara fermentasi tanpa bantuan sinar matahari tetapi membutuhkan bakteri sebagai aktivatornya. Umumnya untuk membuat pupuk cair organik ditambahkan larutan mikroorganisme untuk mempercepat pendegradasian (Prihandarini, 2014). Pupuk organik berperan penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk yang dibuat dari bahan alami agar bisa disebut pupuk organik harus memiliki beberapa persyaratan antara lain:

- a. Unsur nitrogen dalam bentuk persenyawaan organik kompleks yang dengan mudah terurai lalu diserap tanaman.
- b. Pupuk organik tersebut tidak akan meninggalkan sisa senyawa asam organik didalam tanah.
- c. Kadar Karbon organik yang tinggi.

Keunggulan pupuk organik antara lain:

- a. Mampu memperbaiki sistem struktur tanah.
- b. Kandungan unsur hara makro dan mikro yang sangat lengkap dan diperlukan.
- c. Ramah terhadap lingkungan.
- d. Efektif dan efisien dari segi pembuatannya.
- e. Mampu menyerap dan mengikat air lebih lama dibandingkan dengan pupuk anorganik.
- f. Mampu meningkatkan jumlah mikroorganisme pada media tanaman, sehingga dapat meningkatkan unsur hara makro maupun mikro pada tanaman (Pranata, 2004).

Pupuk organik dapat meningkatkan anion-anion utama untuk pertumbuhan tanaman seperti nitrat, fosfat, sulfat, borat, dan klorida serta meningkatkan ketersediaan unsur hara makro dan mikro untuk kebutuhan tanaman dan memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Pupuk organik cair menjadi salah satu jenis pupuk yang banyak beredar dipasaran. Pupuk organik cair lebih mudah diserap oleh tanaman dikarenakan unsur-unsur didalamnya sudah terurai. Tanaman menyerap unsur hara makro maupun mikro melalui akar, namun daun juga memiliki kemampuan untuk menyerap unsur hara, oleh sebab itu pupuk organik cair yaitu, kita dapat melakukan tiga macam proses dalam satu kali pekerjaan sekaligus, yaitu memupuk tanaman, menyiram tanaman, dan mengobati tanaman (Yuliarti, 2009).

Pupuk cair organik memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan pupuk alam yang lain (pupuk kandang, pupuk hijau dan kompos) yaitu untuk menyuburkan tanaman, menjaga stabilitas unsur hara dalam tanah, mengurangi



dampak sampah organik dilingkungan sekitar, mudah diperoleh dikarenakan bahan pembuatannya terdapat alami di alam, harga murah, dan tidak memiliki efek samping pada tumbuhan, hewan, manusia, maupun lingkungan. Bahan baku pupuk cair organik yang sangat bagus untuk tanaman adalah bahan yang berasal dari bahan organik basah atau bahan organik yang mempunyai kandungan air relatif tinggi seperti sisa buah-buahan dan sayuran. Semakin besar kandungan selulosa dari bahan organik (rasio C/N) maka proses penguraian oleh bakteri akan semakin lama. Selain mudah terdekomposisi, bahan ini kaya akan nutrisi yang dibutuhkan tanaman (Lingga, P dan Marsono, 2003).

### **C. Pengomposan**

Kompos adalah hasil penguraian parsial atau tidak lengkap dari campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat secara artifisial oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, dan aerobik atau anaerobik (Crawford, 2003). Sebagai pupuk organik kompos berfungsi untuk memperbaiki struktur tanah, menaikkan daya serap tanah terhadap air, dan meningkatkan daya ikat tanah terhadap unsur hara makro maupun mikro. Kompos juga mengandung unsur hara lengkap yang dibutuhkan oleh tanaman (Murbandono, 2008).

Proses pengomposan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan bantuan oksigen (aerobik) dan tanpa bantuan oksigen (anaerobik). Pembuatan kompos dengan bantuan oksigen (aerobik) dilakukan di tempat terbuka karena mikroorganisme yang berperan dalam proses tersebut membutuhkan oksigen untuk berkembang-biak. Pembuatan kompos tanpa bantuan oksigen (anaerobik) dilakukan di tempat tertutup karena mikroba yang berperan tidak membutuhkan oksigen untuk berkembang-biak. Pembuatan kompos tanpa bantuan oksigen (anaerobik) dilakukan di tempat tertutup karena mikroba yang berperan tidak membutuhkan oksigen untuk berkembang-biak. Umumnya pembuatan kompos dilakukan secara aerobik. Dengan adanya proses dekomposisi secara anaerobik tidak diinginkan selama proses pengomposan karena akan menghasilkan bau yang tidak sedap serta memerlukan waktu lebih

lama untuk proses pembusukan. Proses anerobik akan menghasilkan senyawa-senyawa yang berbau asing, seperti : asam-asam organik (asam asetat, asam butirat, asam valerat, putrecine), amonia dan H<sub>2</sub>S (Yuwono, 2005).

Penggunaan ekstrak cair rumput laut pada bidang pertanian yaitu sebagai perangsang pertumbuhan telah banyak diteliti. Ekstrak cair rumput laut telah digunakan sebagai pupuk pada akuaponik yaitu kombinasi akuakultur dan hidroponik. Ekstrak cair rumput laut dapat meningkatkan perkecambahan biji dan pertumbuhan tanaman (Radhika, & Sasireka, 2016), serta memperbaiki pengaruh dari tekanan abiotik seperti salinitas, suhu ekstrim, defisiensi nutrisi dan kekeringan pada tanaman hortikultura (Battachatyya *et.al* 2015).

Indonesia memiliki potensi rumput laut yang melimpah. Menurut FAO produksi rumput laut di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan yaitu dari 2,697 juta ton. Produksi rumput laut mencapai 482.400 ton per tahun, namun pemanfaatan rumput laut ini masih belum optimal. Rumput laut juga dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan alginate. Namun tidak semua hasil panen dari rumput laut dapat memenuhi kriteria kelayakan sebagai bahan baku alginate, oleh karena itu sebagian besar rumput laut yang tidak memenuhi kriteria dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik cair, sehingga juga dapat menunjang nilai komersil.

Telah banyak penelitian yang dilakukan tentang potensi rumput laut sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik. Sundari et al. (2014), melaporkan bahwa rumput laut sangat potensial digunakan sebagai pupuk organik karena substansinya mengandung unsur makromineral (N, P, K) dan mikromineral (Fe, Mn, Cu, Zn, B) yang dibutuhkan oleh tanaman. Basmal melaporkan bahwa kombinasi hidrolisat rumput laut dan limbah ikan dapat dibuat sebagai pupuk organik yang mengandung unsur hara makro dan mikro yang lengkap. Meskipun unsur hara makro dalam pupuk organik lebih kecil dari pupuk kimia tetapi pupuk organik yang dibuat dari kombinasi antara hidrolisat rumput laut dan limbah perikanan memiliki senyawa-senyawa organik yang tidak dimiliki oleh pupuk kimia. Selain itu, Ratrinia juga melaporkan bahwa pupuk organik dari rumput laut memiliki kandungan unsur hara makro yang lebih tinggi jika

dibandingkan dengan pupuk organik lainnya seperti pada pupuk kompos dari kotoran ayam (Ratrinia, 2016).

*Rhodophyta* atau biasa disebut dengan alga merah merupakan salah satu jenis alga yang lebih banyak memiliki aktivitas biologi dibandingkan dengan jenis alga lainnya. Senyawa-senyawa kimia yang ada pada alga merah didominasi dari famili *Rhodomelaceae*. Alga merah merupakan sumber pembentuk utama *halogenated compounds* seperti *laurenterol*, *halomon*, *callicladol* dan senyawa lainnya. *Halogenated compounds* memiliki beragam aktivitas seperti antibakteri, antifungi, antiinflamasi, iktiotoksik, sitotoksik, dan insektisidal. Selain itu, alga merah juga mengandung *terpenoid*, *polieter*, *asetogenin*, beberapa asam amino, sikimat, serta derivat asam nukleat dan asetat (Cabrita et al., 2018).

#### **D. Kotoran Hewan Ternak**

Sektor peternakan di Indonesia sampai hari ini masih menjadi salah satu sumber ketahanan pangan yang sangat strategis. Namun kondisi di lapangan belum terkelolah secara professional tetapi sebagian besar merupakan usaha peternakan rakyat berskala kecil yang berada di perdesaan dan masih menggunakan teknologi secara sederhana atau tradisional. Menurut Nastiti (2008), usaha peternakan di Indonesia didominasi oleh usaha rakyat dengan menggunakan cara tradisional yang masih merupakan usaha sampingan serta lebih menjadi "tabungan" dan salah satu indikator "status sosial". Pengembangan sektor usaha peternakansekarang ini diarahkan tidak hanya terkait dengan pemenuhan pangan (susu dan daging) namun juga mulai dikembangkan pada pemanfaatan limbah kotoran hewan ternak menjadi pupuk organik.

Kotoran hewan merupakan salah satu limbah yang dihasilkan dari pembuangan hewan yang dipelihara dan dibudidayakan. Kotoran hewan memiliki potensi yang besar dalam pemanfaatan dan pengembangannya seiring dengan banyaknya hewan ternak yang dibudidayakan oleh masyarakat maupun perusahaan hewan ternak (Priyanto *et al*, 2004). Semua jenis ternak menghasilkan kotoran ternak yang jumlah dan kandungan haranya bervariasi satu sama lainnya. Kandungan unsur hara dalam kotoran ternak ruminansia umumnya

jauh lebih rendah dibandingkan dengan kotoran ternak unggas. Hal ini erat berkaitan dengan kualitas pakan yang diberikan. Kandungan unsur hara Nitrogen (N) dari ternak pemakan tanaman hijau berkisar antara 2,0-2,6%. Selain unsur N, kotoran kelinci juga mengandung unsur fosfor (P) yang cukup tinggi sebesar 2,5% yang hampir menyamai kotoran unggas yaitu 3,0%.

Dibandingkan dengan ternak lainnya, kotoran ternak domba dan sapi mengandung lebih banyak unsur Kalium (K). Kotoran ternak sapi memiliki kandungan unsur Kalsium (Ca) yang sama dengan kotoran ternak unggas sebesar 4,0%, dan jauh lebih banyak dibandingkan dengan ternak lainnya. Sementara itu, kandungan unsur Magnesium (Mg) dan Sulfur (S) yang kurang lebih serupa terdapat dalam kotoran ternak yang berkisar antara 0,5-1,0% (Mg) dan 0,4-2,0% (S).

Larutan Mikroorganisme Lokal (MOL) terbuat dari bahan-bahan alami, sebagai media hidup dan berkembangnya mikroorganisme yang berguna untuk mempercepat penghancuran bahan organik. MOL dapat juga disebut sebagai bioaktivator yang terdiri dari kumpulan mikroorganisme lokal dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam setempat. MOL dapat berfungsi sebagai perombak bahan organik dan sebagai pupuk cair melalui proses fermentasi. Faktor utama penyebab maraknya penggunaan pupuk kimia yaitu mudah ditemui, cepat respon dan unsur hara lengkap. Mikroorganisme Lokal dapat bersumber dari bermacam-macam bahan lokal, antara lain urin sapi, batang pisang, daun gamal, buah-buahan, nasi basi, sampah rumah, rebung bambu, serta rumput gajah dan dapat berperan dalam proses pengelolaan limbah ternak, baik limbah padat untuk dijadikan kompos, serta limbah cair ternak untuk dijadikan bio-urine (Budiyani, 2016).

Kotoran sapi merupakan limbah ternak yang dapat diproses menjadi pupuk kandang. Bahan organik dalam kotoran sapi dapat didekomposisi oleh bakteri menjadi senyawa anorganik. Kotoran sapi merupakan pupuk dingin, proses perubahannya berlangsung lambat dan kurang sekali terbentuk panas. Lambatnya proses penguraian ini disebabkan oleh sifat-sifat fisik padatnya yang banyak mengandung air dan lendir. Lendir kotoran sapi bila terkena udara

akan menjadi kerak dan bagian luarnya mengering, hal ini menyebabkan proses oksidasi berjalan lambat karena udara dan air sulit masuk ke dalamnya. Seperti halnya pupuk organik yang lain, pupuk kandang dari kotoran sapi juga memiliki kelebihan dan kekurangan. Beberapa kelebihan dari pupuk kandang diantaranya: Aman digunakan dalam jumlah besar, bahkan dalam pertanian organik sumber utama hara berasal dari pupuk kandang. Membantu menetralkan pH tanah. Membantu menetralkan racun akibat adanya logam berat dalam tanah. Memperbaiki struktur tanah menjadi lebih gembur. Mempertinggi porositas tanah dan secara langsung meningkatkan ketersediaan air. Membantu penyerapan hara dari pupuk kimia yang ditambahkan, serta dapat membantu mempertahankan suhu tanah sehingga fluktuasinya tidak tinggi.

Sumber pupuk organik dapat berasal dari limbah kotoran sapi sebagai bahan dasarnya. Dalam limbah kotoran sapi terdapat beragam mikroba dan kaya akan berbagai unsur hara dibandingkan dengan limbah yang berasal dari pertanian. Kandungan unsur hara pada limbah kotoran sapi beragam dan berbeda-beda tergantung dari jenis makanannya. Semakin kaya akan hara N, P, dan K, maka feses ternak tersebut juga akan kaya zat tersebut. Feses ternak biasanya mempunyai kandungan unsur hara rendah, sehingga dalam penggunaannya memerlukan jumlah yang besar, dan dapat diketahui bahwa feses ternak rata-rata mengandung 0,5% N, 0,25% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan 0,5% K<sub>2</sub>O, sehingga dalam satu ton feses ternak menyumbangkan 5 kg N, 2,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan 5 kg K<sub>2</sub>O (Nisa, 2016).

Kandungan feses ternak sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis hewan, umur, keadaan hewan, jenis makanan, hamparan yang dipakai, perlakuan serta penyimpanan feses ternak tersebut. Selain mengandung unsur hara makro dan mikro, feses ternak juga mengandung hormon seperti: creatin, asam indol asetat, dan auxin yang dapat merangsang pertumbuhan akar. Dalam pengomposan, feses ternak berperan sebagai jasad penghancur sampah. Jika kesulitan mendapat feses ternak dapat diganti pupuk urea. Di samping itu semua nutrisi yang terkandung dalam feses ternak tergantung dengan makanan

yang diberikan. Jika makanan ternak mengandung unsur N, P, dan K, maka feses ternak pun akan kaya dengan unsur tersebut (Nisa, 2016).

Memelihara sapi sangat menguntungkan, karena tidak hanya menghasilkan daging atau susu tetapi juga menghasilkan pupuk kandang. Feses sapi memiliki nilai ekonomis karena termasuk pupuk organik yang dibutuhkan oleh semua jenis tumbuh-tumbuhan. Sebagian besar feses ternak dapat digunakan untuk pupuk setelah mengalami pengomposan yang matang, yaitu bila secara fisik (warna, rupa, tekstur dan kadar air) tidak serupa dengan bahan aslinya, secara kimia memiliki kandungan bahan organik: 60-70%, N: 2%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 1%, K<sub>2</sub>O: 1%. Jenis feses ternak yang umum digunakan adalah feses sapi, puyuh, kelinci, dan kambing. Tidak ada bukti yang signifikan mengenai keunggulan masing-masing jenis feses ternak, tetapi secara umum feses sapi banyak digunakan sebagai pupuk kandang karena ketersediaannya lebih banyak dibandingkan feses ternak lain (Novia, 2018).

#### **E. Sampah Organik Domestik**

Rumah tangga merupakan komponen terkecil dari sumber penghasil sampah yang ada pada sebuah wilayah. Timbunan sampah yang dihasilkan dalam rumah tanggadihitung berdasarkan jumlah anggota yang berada didalam rumah tersebut. Pada umumnya, satu rumah tangga terdiri dari 3-6 anggota keluarga. Jika setiap orang menghasilkan sampah 2,5 liter per orang dalam satu hari atau 0,5 kg per orang dalam satu hari (Surbakti, 2009). Apabila diliat dari semua maka setiap rumah menghasilkan sampah 7,5-15 liter/hari atau 1,5-3 kg/hari. Pada umumnya, sampah yang dihasilkan dalam rumah tangga meliputi sampah organik, anorganik dan sampah B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya). Sampah organik memiliki komposisi paling tinggi yaitu 70% dibandingkan dengan sampah anorganik yaitu 28% dan sampah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang hanya 2%.

Sampah organik (bersifat degradable) Sampah organik adalah jenis sampah yang sebagian besar tersusun oleh senyawa organik (sisa tanaman, hewan, atau kotoran) sampah ini mudah diuraikan oleh jasad hidup khususnya mikroorganisme. Kelebihan dari pupuk organik cair ini adalah dapat secara

cepat mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara, dan mampu menyediakan hara secara cepat. Dibandingkan dengan pupuk cair dari bahan anorganik, pupuk organik cair umumnya tidak merusak tanah dan tanaman walaupun digunakan sesering mungkin. Selain itu, pupuk ini juga memiliki bahan pengikat, sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa digunakan tanaman secara langsung. Diantara jenis pupuk organik cair adalah pupuk kandang cair, sisa padatan dan cairan pembuatan biogas, serta pupuk cair dari sampah/limbah organik (Mardhikasari, 2015).

Pupuk cair dari limbah rumah tangga mengandung unsur mikro dan makro, serta bakteri yang berpotensi sebagai perombak bahan organik, perangsang tumbuhan, dan sebagai agens pengendali hama serta penyakit tanaman. Pupuk cair dari limbah rumah tangga dapat diperoleh dari limbah berbagai bahan alami lainnya. Keuntungan pupuk organik cair diantaranya adalah: larutannya tidak pekat (5%), menyediakan hara sesuai kebutuhan tanaman, jika berlebihan tanaman secara otomatis mengatur penyerapan, pemupukan lebih merata, dan tidak terjadi akumulasi di satu lokasi karena seluruh bahan terlarut. Oleh karena itu pupuk organik cair secara cepat mengatasi defisiensi hara, tidak mengalami pencucian, dan cepat menyediakan hara (Mardhikasari, 2015).

Pada dasarnya, limbah cair dari bahan organik bisa dimanfaatkan menjadi pupuk sama seperti limbah padat organik banyak mengandung unsur hara (N, P, K) dan bahan organik lainnya. Penggunaan pupuk dari limbah rumah tangga ini dapat membantu memperbaiki struktur dan kualitas tanah. Sampah organik tidak hanya bisa dibuat menjadi kompos atau pupuk padat tetapi bisa juga dibuat sebagai pupuk cair, alat yang dibutuhkan untuk membuat pupuk cair adalah komposter. Ukuran komposter dapat disesuaikan dengan skala limbah. Untuk skala limbah keluarga kecil dapat menggunakan komposter berukuran 20-60 liter. Sementara itu, untuk skala besar seperti limbah rumah makan bisa menggunakan komposter yang berukuran 60 liter lebih. Komposter berfungsi dalam mengalirkan udara (aerasi), memelihara kelembaban, serta temperature, sehingga bakteri dan jasad renik dapat mengurai bahan organik

secara optimal. Di samping itu, komposter memungkinkan aliran lindi terpisah dari material padat dan membentuknya menjadi pupuk cair (Nur, 2016).

Pengelolaan sampah dengan cara memilah sampah sesuai jenisnya sebenarnya sudah berjalan dengan baik, namun kurangnya pengetahuan masyarakat akan pengelolaan sampah organik domestik menjadikan pengelolaan sampah organik domestik tidak berjalan efektif sehingga banyak terjadi penumpukan sampah organik domestik. Sampah organik domestik dapat diolah menjadi pupuk dengan menggunakan proses fermentasi. Pupuk organik yang dibuat dengan menggunakan proses fermentasi disebut kompos (pupuk padat) dan PCO (pupuk cair organik). Pembuatan kompos dan pupuk cair organik dengan cara konvensional membutuhkan waktu lama sehingga kurang efektif untuk mengatasi masalah penumpukan sampah organik domestik.

Berdasarkan penelitian Leonardo *et.al* tentang *Isolasi dan Uji Kemampuan Bakteri Indigenus Dalam Perbaikan Kualitas Limbah Domestik*, yang ditunjukkan dalam buku Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7<sup>th</sup> edition bahwa bakteri yang terdapat dalam sampah organik domestik terdiri dari beberapa genus yaitu genus *Bacillus*, genus *Streptococcus*, dan genus *Pseudomonas*.

## **F. Asosiasi Mikroorganisme dengan *Glacilaria* sp, kotoran sapi dan limbah rumah tangga**

### **1. *Glacilaria* sp**

Vives et al. (2015) melaporkan bahwa pupuk rumput laut yang ditambahkan dengan limbah ikan efektif digunakan pada tanaman hortikultur tomat dan selada. Efektifitas pupuk organik dapat ditingkatkan dengan penambahan bioaktivator. Azmi et al (2015) melaporkan bahwa pupuk organik yang dihasilkan dengan penambahan bioaktivator memiliki kandungan C, N, P, K yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan tanpa penambahan bioaktivator. Menurut Pringgenies et al. (2015) kandungan bakteri yang terdapat pada bioaktivator rumput laut memiliki sifat spesifik yang dapat meningkatkan unsur hara, dimana bakteri tersebut merupakan jenis bakteri penambat N dan pelarut P. Jenis bakteri yang terdapat pada bioaktivator tersebut adalah *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter* dan *Flavobacterium* (Ratrinia, 2016).



## **2. Kotoran sapi**

Limbah peternakan dan pertanian, bila tidak dimanfaatkan akan menimbulkan dampak bagi lingkungan berupa pencemaran udara, air dan tanah, menjadi sumber penyakit, dapat memacu peningkatan gas metan dan juga gangguan pada estetika dan kenyamanan. Seekor sapi dengan bobot 450 kg dapat menghasilkan feses dan urin lebih kurang 25 kg/ekor. Sektor peternakan merupakan salah satu penyebab utama pemanasan global sekitar 18 persen lebih besar dari sumbangan sektor transportasi dunia yang menyumbang sekitar 13,1 persen (Nenobesi, 2017).

Daur ulang limbah ternak mempunyai peranan penting dalam mencegah terjadinya pencemaran lingkungan. Limbah ternak sebagai hasil akhir dari usaha peternakan memiliki potensi untuk dikelola menjadi pupuk organik seperti kompos yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan daya dukung lingkungan, meningkatkan produksi tanaman, meningkatkan pendapatan petani dan mengurangi dampak pencemaran terhadap lingkungan. Pemberian berbagai jenis kompos limbah padat kotoran ternak dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, biologi tanah dan meningkatkan daya dukungnya lingkungan sehingga pemanfaatannya sebagai lahan pertanian akan dapat meningkatkan produksi tanaman (Mulyono, 2015).

Efektivitas bahan organik dalam kaitannya dengan perbaikan sifat-sifat tanah bergantung pada kualitas bahan organik itu sendiri. Kualitas bahan organik tercermin dari kandungan senyawa kimia antara lain berupa N, P, K, C, polifenol dan lignin. Oleh karena itu untuk meningkatkan kualitas bahan organik tersebut diperlukan upaya pengomposan, pemberian sisa residu tanaman dan pemberian sumber bahan organik lainnya dari berbagai sumber. Pemberian pupuk organik dari kotoran ternak 5 ton/ha telah menghasilkan N, P dan K, dengan besarnya serapan nutrisi yaitu 1,850, 0,418 dan 2,374 g/ tanaman, dan hasil jagung manis yang diperoleh sebesar 356,36 g/tanaman atau 15,21 ton/ha (Marlina, dkk., 2017). Pemberian pupuk organik dari kotoran ternak pada tingkat 150 dan 300 kg N/ha akan menghasilkan 81,93 dan 85,98 persen

pengembalian N, dan memberikan tinggi tanaman tertinggi dan jumlah hasil panen tomat tertinggi.

Tumpukan kotoran sapi yang membusuk adalah sebuah titik perubahan dalam daur nitrogen. Kotoran sapi mengandung sejumlah besar nitrogen yang terkait dalam protein yang ada dalam bagian-bagian tumbuhan yang dimakan sapi. Berbagai bakteri melepaskan nitrogen ini dengan menguraikan protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dan akhirnya menjadi nitrat yang dapat diserap tumbuhan melalui akar. Teknologi pengomposan sampah sangat beragam baik secara aerob maupun anaerob, dengan atau tanpa aktivator pengomposan. Pada pengomposan secara aerob dan proses dekomposisi akan berlangsung optimal jika ada oksigen. Sedangkan, proses anaerob berlangsung optimal jika tidak terdapat oksigen. Aktivator merupakan bahan yang terdiri atas enzim, asam humat, dan mikroorganisme (kultur bakteri) yang berfungsi untuk mempercepat proses pengomposan. Proses anaerob merupakan suatu proses biokimia dimana reaksinya berlangsung tanpa kehadiran oksigen.

Beberapa factor yang mempengaruhi pengomposan adalah, 1) rasio C/N bahan baku, 2) ukuran partikel, 3) aerasi, 4) porositas, 5) kelembapan, 6) temperature, 7) keasaman, 8) kandungan hara, 9) kandungan bahan berbahaya. Rasio C/N yang efektif untuk pengomposan berkisar antara 30:1 hingga 40:1. Mikroba memecah senyawa C sebagai sumber energi dan menggunakan N untuk sintesis protein. Pada rasio C/N di antara 30 hingga 40, mikroba mendapatkan cukup C untuk energi dan N untuk sintesis protein. Apabila rasio C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga defomposisi berjalan lambat. Selama proses pengomposan itu rasio C/N akan terus menurun. Kompos yang telah matang memiliki rasio C/N-nya kurang dari 20. Aktivitas mikroba terjadi di antara permukaan area dan udara. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan organik sehingga proses pengomposan dapat terjadi lebih cepat. Ukuran partikel juga menentukan besarnya ruang antar bahan (porositas). Untuk meningkatkan luas permukaan dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran partikel bahan,

misalnya dengan cara mencacahnya kecuali kotoran hewan. Pengomposan dapat berjalan cepat bila kondisi oksigen mencukupi (aerob) (Novia, 2018).

Kotoran sapi kaya akan unsur mineral seperti *nitrogen, potassium, sulphur, iron, magnesium, copper, cobalt dan mangan*. Selain kaya mineral kotoran sapi juga mengandung T kalsium, posfor, zinc and copper. Pada kotoran sapi juga kaya akan kandungan mikroorganisme seperti (*Bacillus spp., Corynebacterium spp. dan Lactobacillus spp.*), protozoa and yeast (*Saccharomyces dan Candida*) have isolated many different bacterial genera such as *Citrobacter koseri, Enterobacter aerogenes, Escherichia coli, Klebsiella oxytoca, Klebsiella pneumoniae, Kluyvera spp, Morgarella morganii, Pasteurella spp, Providencia, alcaligenes, Providencia stuartii dan Pseudomonas spp* (Gupta, 2016).

### **3. Limbah rumah tangga**

Pupuk organik secara alami akan membutuhkan waktu yang lama untuk menghasilkannya, namun proses ini dapat dipercepat dengan menambahkan mikroorganisme lokal (MOL) dalam pembuatannya. Penelitian Ramaditya et al. (2017) pembuatan kompos menggunakan MOL nasi dapat lebih cepat yaitu 15 hari. Bahan pembuatan MOL sudah banyak diteliti seperti MOL: sayuran, buah, keong mas, bonggol pisang, nasi, rebung, tape, sabut kelapa (Fitriani, et al. 2015). Masing masing bahan mempunyai kelebihan masing-masing, seperti MOL rebung memiliki hormon pertumbuhan Giberelin yang penting untuk tanaman (Arif, et al., 2016).

Semua mikroorganisme yang tumbuh pada bahan bahan tertentu membutuhkan bahan organik untuk pertumbuhan dan proses metabolisme. Mikroorganisme yang tumbuh dan berkembang pada suatu bahan dapat menyebabkan berbagai perubahan pada fisik maupun komposisi kimia, seperti adanya perubahan warna, kekeruhan, dan bau asam. Larutan mol mengandung unsur hara mikro dan makro dan juga mengandung bakteri yang berpotensi sebagai perombak bahan organik, perangsang pertumbuhan dan sebagai agen pengendali hama dan penyakit tanaman, sehingga mol dapat digunakan sebagai pendecomposer, pupuk hayati dan sebagai pestisida organik terutama sebagai fungisida. Keunggulan penggunaan mol yang paling utama adalah murah bahkan

tanpa biaya (Sutari, 2010). Kandungan bakteri dalam mol dapat dimanfaatkan sebagai starter pembuatan biourin, pupuk hayati, bahkan pestisida organik (Novia, 2018).

Kompos ibarat multivitamin untuk tanah pertanian. Kompos akan meningkatkan kesuburan tanah dan merangsang perakaran yang sehat. Kompos memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan akan meningkatkan kemampuan tanah untuk mempertahankan kandungan air tanah. Aktivitas mikroba tanah yang bermanfaat bagi tanaman akan meningkat dengan penambahan kompos. Aktivitas mikroba ini membantu tanaman untuk menyerap unsur hara dari tanah dan menghasilkan senyawa yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Aktivitas mikroba tanah juga diketahui dapat membantu tanaman menghadapi serangan penyakit (Novia, 2018).

Dalam sistem agroforestri dalam rangka menjaga keamanan pangan dan pertanian sehat, dapat menggunakan berbagai pupuk ramah lingkungan seperti pupuk hayati, kompos, dan pupuk organik cair. Berdasarkan hal tersebut penggunaan pupuk organik cair berupa ekstrak yang berasal dari fermentasi berbagai bahan organik dapat dikembangkan. Larutan mikroorganisme lokal (MOL) merupakan salah satu aktivator yang dapat mempercepat ketersediaan pupuk. Larutan MOL dapat diperoleh dari limbah rumah tangga ataupun industri yang diolah melalui fermentasi sebagai sumber bakteri antara lain *nitragin*, biakan *Azospirillum brasilense*, *Azospirillum lipoferum*, dan *Azospirillum amazonense*, *Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp., *Lactobasillus* sp., *Bacillus* sp., *Aspergillus* sp., dan *Trichoderma* sp. Sert dilengkapi unsur makro dan mikro, senyawa bioaktif, hormon pertumbuhan, vitamin, dan anti hama hayati (Mardhikasari, 2015).

## **2.8 Lahan Kritis**

Indonesia sudah memulai tahap terhadap pemanfaatan lahan. Daerah penggunaan lahan (*land resource*) adalah salah satu komponen sumber daya alam (*natural resource*) yang memiliki peran dalam proses peningkatan produksi pertanian, begitu juga termasuk peternakan dan kehutanan. Beberapa

parameter sumber daya lahan meliputi tanah, iklim dan kadar air, media topografi, serta vegetasi termasuk padang rumput dan hutan. Sehingga setiap kegiatan yang mengubah sumber daya alam termasuk lahan bebas (*landscape*) digunakan untuk pembangunan seperti daerah pertanian, pertambangan, industri, perumahan, infrastruktur dapat menyebabkan kehilangan dan kerusakan sumber daya lahan dan kemunduran produktivitasnya akibat berkurangnya tanah lapisan atas yang produktif untuk pertanian.

Mulyadi dan Soepraptohardjo (1975) menjelaskan bahwa lahan kritis sebagai lahan yang karena tidak sesuai dengan penggunaan dan kemampuannya telah mengalami kerusakan atau dalam proses kerusakan atau perubahan fisik, kimia, dan biologi secara ekstrim yang pada akhirnya membahayakan fungsi hidrologis, orologis, kegagalan produksi pertanian, pemukiman dan kehidupan sosial ekonomi dari daerah lingkungan pengaruhnya. Menurut Departemen Kehutanan (1985) mendefinisikan lahan kritis sebagai lahan yang sudah tidak dapat berfungsi sebagai media pengatur tata air dan unsur produksi pertanian yang baik, dengan keadaan penutupan vegetasi kurang dari 25 persen, topografi dengan kemiringan lebih dari 15 persen, dan/atau ditandai dengan munculnya erosi lembar (*sheet erosion*), dan erosi parit (*gully erosion*). Definisi tersebut lahan kritis tersebut jelas menunjukkan sesuai keadaan dari masing-masing institusinya. Lahan kritis merupakan "bentuk" atau "keragaan" (*performance*) sumber daya lahan yang mengalami kerusakan dan kemunduran tingkat produktivitas (degradasi) akibat proses kerusakan yang disebabkan oleh berbagai sumber penyebab salah satunya penebangan liar. *United Nation Environmental Programme* (UNEP) 1992, mendefinisikan terhadap degradasi lahan (*land degradation*) merupakan proses tingkat kemunduran produktivitas lahan menjadi lebih rendah, baik sementara maupun suatu ketetapan, terhadap berbagai bentuk tingkat penurunan jumlah produktivitas tanah (*soil degradation*), pengaruh pertumbuhan manusia terhadap sumber daya air, sistem penggundulan hutan (*deforestation*), dan penurunan produktivitas padang penggembalaan ternak. Tingkat degradasi tanah (*soil degradation*) adalah merupakan proses

kemunduran produktivitas tanah, yang disebabkan oleh kegiatan brutal manusia, yang mengakibatkan penurunan produktivitasnya pada saat ini dan di waktu yang akan datang dalam mendukung kehidupan makhluk hidup. Salah satu contoh bentuk degradasi tanah adalah berkurang/hilangnya sebagian atau seluruh tanah lapisan atas (*top soil*), berkurangnya kadar C-organik dan unsur-unsur hara tanah, serta berubahnya beberapa sifat fisik tanah, seperti struktur tanah, pori aerasi atau pori drainase cepat menjadi lebih buruk. Akibat degradasi tanah adalah hasil tanaman mengalami penurunan drastis, kualitas fisik dan kimia tanah juga menurun, dan pada akhirnya tanah tersebut menjadi kritis.

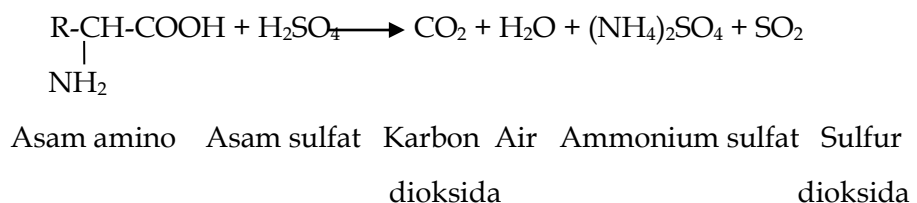
#### **H. Metode Kjeldahl**

Metode kjeldahl merupakan metode yang sederhana untuk penetapan kadar Nitrogen total pada Asam amino, Protein dan senyawa yang mengandung unsur Nitrogen. Prinsip kerja metode kjeldahl yaitu sampel didestruksi dengan asam sulfat dan dikatalisis dengan katalisator yang sesuai sehingga akan menghasilkan Amonium sulfat. Setelah pembebasan dengan alkali kuat amonia yang terbentuk disuling uap secara kuantitatif kedalam larutan penyerapan dan ditetapkan secara titrasi. Metode ini cocok digunakan secara semimikro, sebab hanya memerlukan jumlah sampel dan pereaksi yang sedikit dan waktu analisis yang pendek. Cara kerja analisis metode kjeldahl yaitu : mula-mula sampel didestruksi dengan asam sulfat pekat menggunakan katalis butiran *Zink* (Zn). Amonia yang terjadi ditampung dan dititrasi dengan bantuan indikator.

Cara kjeldahl pada umumnya dapat dibedakan atas dua cara yaitu cara makro dan semimakro. Cara makro kjeldahl digunakan untuk sampel yang sukar dihomogenisasi dan besar sampel sekitar 1-3 g, sedangkan semimakro dirancang untuk sampel ukuran kecil yaitu kurang dari 300 mg dari sampel yang homogen. Cara analisis tersebut akan berhasil baik dengan asumsi Nitrogen dalam bentuk ikatan N-N dan N-O dalam sampel tidak terdapat dalam jumlah besar. Analisis protein metode kjeldahl pada dasarnya dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu proses destruksi, proses destilasi dan tahap titrasi.

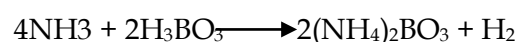
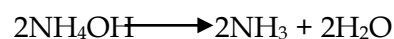
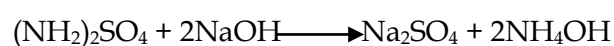
## 1. Tahap Destruksi

Tahapan destruksi yaitu sampel dipanaskan dalam asam sulfat pekat sehingga terjadi destruksi menjadi unsur-unsur. Elemen karbon, Hidrogen peroksida menjadi CO, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Sedangkan Nitrogen (N) akan berubah menjadi (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Dianjurkan menggunakan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atau CuSO<sub>4</sub>. Dengan penambahan katalisator tersebut titik didih Asam sulfat akan tinggi sehingga destruksi berjalan lebih cepat. Selain katalisator yang disebutkan tadi dapat juga diberikan Selenium. Selenium dapat mempercepat proses oksidasi karena selain menaikkan titik didih Selenium juga mudah mengadakan perubahan valensi tinggi ke valensi lebih rendah atau valensi rendah ke valensi yang lebih tinggi.



## 2. Tahap Destilasi

Tahap destilasi yaitu Ammonium sulfat dipecah menjadi Amonia (NH<sub>3</sub>) dengan penambahan NaOH sampai alkalis dan dipanaskan. Supaya selama dititrasi tidak terjadi *superheating* atau pemercikan cairan dan timbulnya gelembung gas yang besar maka dapat ditambahkan logam *Zink* (Zn). Ammonia yang dibebaskan akan ditangkap oleh Asam klorida atau Asam borat 4% dalam jumlah yang berlebihan. Supaya reaksi antara Asam dan Ammonia lebih baik maka diusahakan ujung tabung destilasi tercelup sedalam mungkin dalam asam. Untuk mengetahui asam dalam keadaan berlebih maka diberi indikator misalnya Metilen blue dan Fenolftalein (pp). Reaksi yang terjadi pada tahap ini :



### **3. Tahap Titrasi**

Apabila penampung destilat menggunakan Asam klorida maka sisa Asam klorida yang bereaksi dengan Ammonia dititrasi dengan Natrium hidroksida standar (0,1 N). Akhir titrasi ditandai dengan tepat perubahan warna larutan menjadi merah muda dan tidak hilang selama 30 detik menggunakan indikator pp. Apabila penampung destilasi menggunakan Asam borat maka banyak Asam borat yang bereaksi dengan Ammonia dapat diketahui dengan titrasi menggunakan Asam klorida 0,1 N dengan indikator brom cresol green dan metil merah. Akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna larutan dari biru menjadi merah muda. Setelah diperoleh % N, selanjutnya dihitung kadar proteinnya dengan mengalikan suatu faktor. Besarnya faktor perkalian N menjadi protein ini tergantung pada presentase N yang menyusun protein dalam suatu bahan (Fatmawaty, 2011).

#### **I. Spektrofotometer UV-Visible**

Spektrofotometer merupakan sebuah instrumen yang mengukur absorbansi atau penyerapan cahaya dengan energi (panjang gelombang) tertentu oleh suatu atom atau molekul. Atom atau molekul dalam daerah energi ini akan mengalami transisi elektron. Spektrofotometer UV-Vis merupakan suatu spektroskopi absorbansi berdasarkan radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang 160-780 nm. Spektrofotometer UV-Vis pada dasarnya terdiri dari sumber radiasi (source), monokromator, sel, fotosel, dan detektor (Clark, 1993). Spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, diemisikan atau direfleksikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Secara umum spektrofotometer UV-Vis memiliki 3 tipe yaitu rancangan berkas tunggal (single beam), rancangan berkas ganda (double beam), dan multichannel.

Absorbansi dari larutan sampel yang diukur dengan spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengukur intensitas sinar yang dilalui menuju sampel (I) dan membandingkannya dengan intensitas sinar sebelum dilewatkan ke sampel



tersebut ( $I_0$ ). Rasio  $I/I_0$  disebut transmitansi ( $T$ ), sedangkan absorbansi diperoleh dari

$$A = -\log T$$

sesuai hukum dasarnya yaitu hukum Lambert Beer (Day dan Underwood, 1986). Absorbansi berbeda dengan transmitansi pada absorbansi larutan bertambah dengan pengurangan kekuatan sinar. Bila ketebalan sampel atau konsentrasi materi yang dilewati cahaya bertambah, maka cahaya akan lebih banyak diserap. Jadi absorbansi berbanding lurus dengan ketebalan ( $b$ ) dan konsentrasi ( $c$ ),

$$A = \epsilon b c$$

Dimana  $\epsilon$  adalah molar absorptivitas (molar absorptivity) dengan satuan  $L \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  dan konsentrasi dinyatakan dalam satuan mol/liter dan panjang sel dalam satuan cm. Bila konsentrasi dinyatakan dalam miligram/liter maka dapat ditulis

$$A = a b c$$

dimana  $a$  adalah konstanta absorptivitas (Hendayana, 1994). Pada dasarnya komponen spektrofotometer hanya terdiri atas sumber energi cahaya, monokromator, dan detektor. Tetapi, untuk membaca hasil lebih sempurna dan cepat dilakukan beberapa tambahan komponen sehingga komponen spektrofotometer adalah sebagai berikut:

#### A. Sumber energi cahaya

Cahaya yang bersinambungan meliputi daerah spektrum dalam, dimana instrumen ini dirancang untuk beroperasi. Sebagai sumber cahaya digunakan lampu wolfram untuk bagian spektrum yang terlihat (visual) pada sekitar 330 nm. Sedangkan sebagai sumber cahaya yang *continue* untuk UV dipakai lampu Deuterium.

#### B. Monokromator

Pada isolator panjang gelombang akan merubah dari cahaya polikromatis menjadi monokromatis. Monokromator ini berupa filter berwarna, prisma, atau diffraction grating.

#### C. Tempat sampel (kuvet)

Pemakaian kuvet untuk visual cukup dengan kuvet kaca yang terbuat dari berbagai macam bahan seperti gelas maupun plastik. Akan tetapi untuk UV harus dari bahan kwarsa yang bervolume 3 cm<sup>3</sup> dan berpenampang 1 cm. Beberapa spektrofotometer mempunyai 2 saluran (tempat) kuvet untuk pengukuran absorbansi blanko dan sampel.

#### D. Detektor

Detektor berfungsi untuk mendeteksi sampel dengan mengubah energi sinar menjadi energi listrik. Berupa *transurtded* yang mengubah energi cahaya menjadi isyarat listrik. Detektor yang bisa digunakan dalam spektrofotometer adalah *photo multilapis tube photocell* atau *photodiode*.

#### E. Recorder

Sinyal dari detektor biasanya diperkuat kemudian direkam sebagai spektrum yang berbentuk puncak-puncak. Plot antara panjang gelombang dan absorbansi akan menghasilkan spektrum.

### **Prinsip Kerja**

Alat spektrofotometer UV-Vis ini mempunyai rentang panjang gelombang dari 160-780 nm. Larutan yang berwarna dalam tabung reaksi khusus dimasukan ke tempat cuplikan dan absorbansi atau % transmitansi dapat dibaca pada skala pembacaan. Sumber cahaya berupa lampu tungsten akan memancarkan sinar polikromatik. Setelah melewati pengaturan panjang gelombang hanya sinar yang monokromatis dilewatkan ke larutan dan sinar yang melewati larutan dideteksi oleh fotodetektor. (Hendayana, 1994).

### **J. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)**

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah suatu metode analisa untuk penentuan unsur-unsur logam dan metaloid yang berdasarkan pada penyerapan radiasi oleh atom-atom bebas tersebut. Berbagai unsur dapat ditentukan dengan metode ini mulai dari analisa runutan (trace element) sampai dengan analisa komponen utama. Metode ini sangat spesifik dimana batas deteksinya sangat rendah, dari satu larutan dapat ditentukan langsung unsur lain tanpa pemisahan

terlebih dulu dan output data dapat dibaca langsung yang sangat ekonomis. Dalam laboratorium alat ini telah banyak membantu penyederhanaan prosedur dan efektivitas waktu, terutama dalam analisa logam-logam berat (Tarigan, 1990). Spektrofotometri serapan atom ditemukan oleh Walsh dan Alkemande dan Melatz pada awal sampai pertengahan tahun 1950an.

Spektrofotometri serapan atom merupakan teknik yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi unsur logam dan metaloid dengan konsentrasi sangat kecil ( $\mu\text{g/mL}$ ) dan ultratrace (sub-  $\mu\text{g/mL}$ ) dalam unsur atau logam pada variasi sampel yang luas, pengaplikasiannya digunakan untuk mengidentifikasi unsur pada biologikal, klinikal, lingkungan, makanan dan sampel geologikal (Settle, 1997).

### **1. Prinsip Dasar Spektrofotometri Serapan Atom**

Prinsip dasar dari spektrofotometri serapan atom berdasarkan tumbukan radiasi (cahaya) dengan panjang gelombang spesifik ke atom yang sebelumnya telah berada pada tingkat energi dasar (ground-state atom). Atom tersebut akan menyerap radiasi ini dan akan timbul transisi ke tingkat energi yang tinggi. Intensitas dari transisi tersebut berhubungan dengan konsentrasi awal atom pada tingkat energi dasar (Settle, 1997).

Proses atomisasi, yaitu mengubah analit dari bentuk padat, cair, atau larutan membentuk atom-atom gas bebas dilakukan dengan energi dari api atau arus listrik (Harvey, 2000). Sebagian besar atom akan berada pada ground state, dan sebagian kecil (tergantung suhu) yang tereksitasi akan memancarkan cahaya dengan panjang gelombang yang khas untuk atom tersebut ketika kembali ke ground state (Harmita, 2006). Hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$T = P/P_0$$

Dimana T merupakan transmisi, P merupakan energi dari sumber cahaya yang melewati zona sampel, dan  $P_0$  merupakan sumber energi sumber cahaya sebelum melalui zona sampel. Jarak zona sampel (b) relatif panjang untuk memaksimalkan jumlah cahaya yang diserap oleh atom. Jumlah cahaya yang diserap tergantung dari koefisien serapan atom (k). Nilai ini berhubungan

dengan nomor atom per  $\text{cm}^3$  pada sel atom ( $n$ ) probabilitas Einstein untuk proses absorpsi, dan perbedaan energi antara dua tingkat transisi.

Singkatnya dari seluruh konstanta tersebut dikombinasikan menjadi satu konstanta, disebut absorptivitas,  $a$  dan  $k$  berhubungan secara eksponensial terhadap transmitansi sebagai berikut:

$$T = P/P_0 = e^{-kb}$$

Dalam praktik, nilai serapan  $A$  digunakan pada AAS dan berhubungan dengan logaritma terhadap transmitansi sebagai berikut:

$$A = -\log T = -\log P/P_0 = \log P_0/P = \log 1/T = kb \log e = 0,43 kb$$

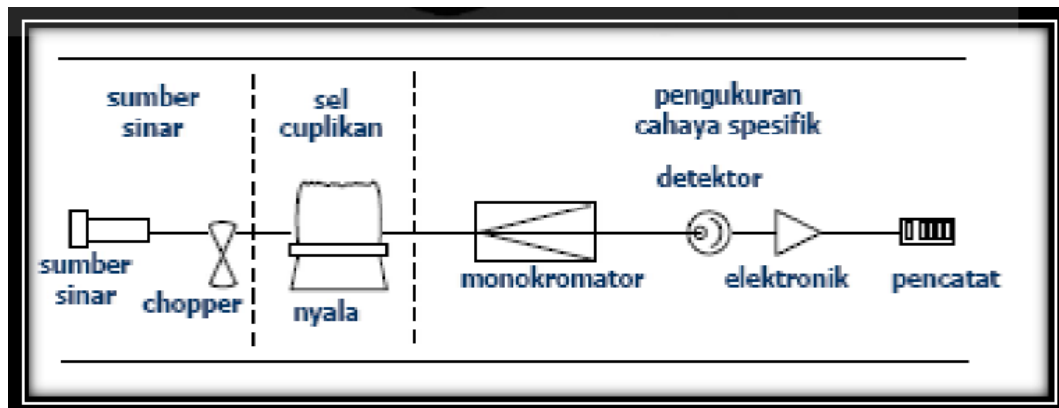
Pada hukum Beer-Lambert berhubungan dengan  $A$  pada konsentrasi unsur pada atom sel ( $c$ ) sebagai berikut:

$$A = abc \text{ atau } A = \epsilon_0 bc$$

Dimana  $a$  merupakan nilai absorpsi dalam satuan  $\text{g/L}^{-1}\text{cm}$ ,  $\epsilon_0$  adalah absorpsi molar dalam satuan  $\text{g/mol}^{-1}\text{cm}$ , dan  $b$  adalah lebar sel atom dalam satuan  $\text{cm}$ . AAS mempengaruhi pengukuran dalam intensitas cahaya  $P_0$  sampai  $P$  (tergantung dari konsentrasi unsur). Intensitas transisi yang paling banyak digunakan berasal dari transisi dari ground state menuju keadaan tereksitasi pertama (resonansi transisi) karena transisi tersebut yang paling sensitif (Settle, 1997).

## **2 Komponen Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)**

Komponen spektrofotometri serapan atom terdiri dari enam komponen utama yaitu : sumber radiasi (cahaya), nebulizer, sistem pemasukkan sampel (sample introduction system), monokromator (alat Pemilihan atau pemisahan dari radiasi), sistem detektor, dan mesin pembaca.



Sumber : Andreas, 2011

Gambar 2.3 Komponen Spektrofotometer Serapan Atom

#### A. Sumber Cahaya

Sumber cahaya yang biasa digunakan adalah sumber cahaya garis, yaitu lampu katoda rongga atau *hallow cathode lamp* (HCL) dan *electrodeless discharge lamp* (EDL). HCL merupakan sumber garis, dimana setiap logam baru atau unsur yang akan diidentifikasi membutuhkan lampu terpisah. Beberapa lampu disediakan dalam unsur ganda seperti Ca-Mg dan Cr-Fe-Ni, dimana *katode* dibuat dalam dua atau tiga logam dengan sifat yang mirip (Settle, 1997). *Hallow Cathode Lamp* merupakan lampu yang ditutupi gelas diisi dengan gas inert, biasanya gas neon, argon, atau terkadang helium, pada tekanan 1 - 5 torr dan katoda rongga dibuat dari unsur murni senyawa yang diinginkan. Tegangan yang berikan diantara anode (positif) dan katode (negatif) adalah 500 V dimana arus sekitar 2 sampai 30 mA. Gas pengisi terionisasi pada *anode*, dan ion positif terbentuk ( $Ar + e^- = Ar^+ + e^- + e^-$ ) dan dipercepat dengan adanya muatan pada katoda negatif.

Ion tersebut lalu menubruk atau menyerang katoda, menyebabkan ion logam terlepas dari katoda. Tabrakan lebih lanjut akan merangsang atom logam dan ion logam yang tereksitasi memproduksi spektrum spesifik dari logam yang diinginkan ketika logam tersebut kembali pada tingkat energi dasar atau ground state. Lampu katoda ini berfungsi sebagai sumber cahaya untuk memberikan energi sehingga unsur logam yang diuji akan mudah tereksitasi. Katoda pada

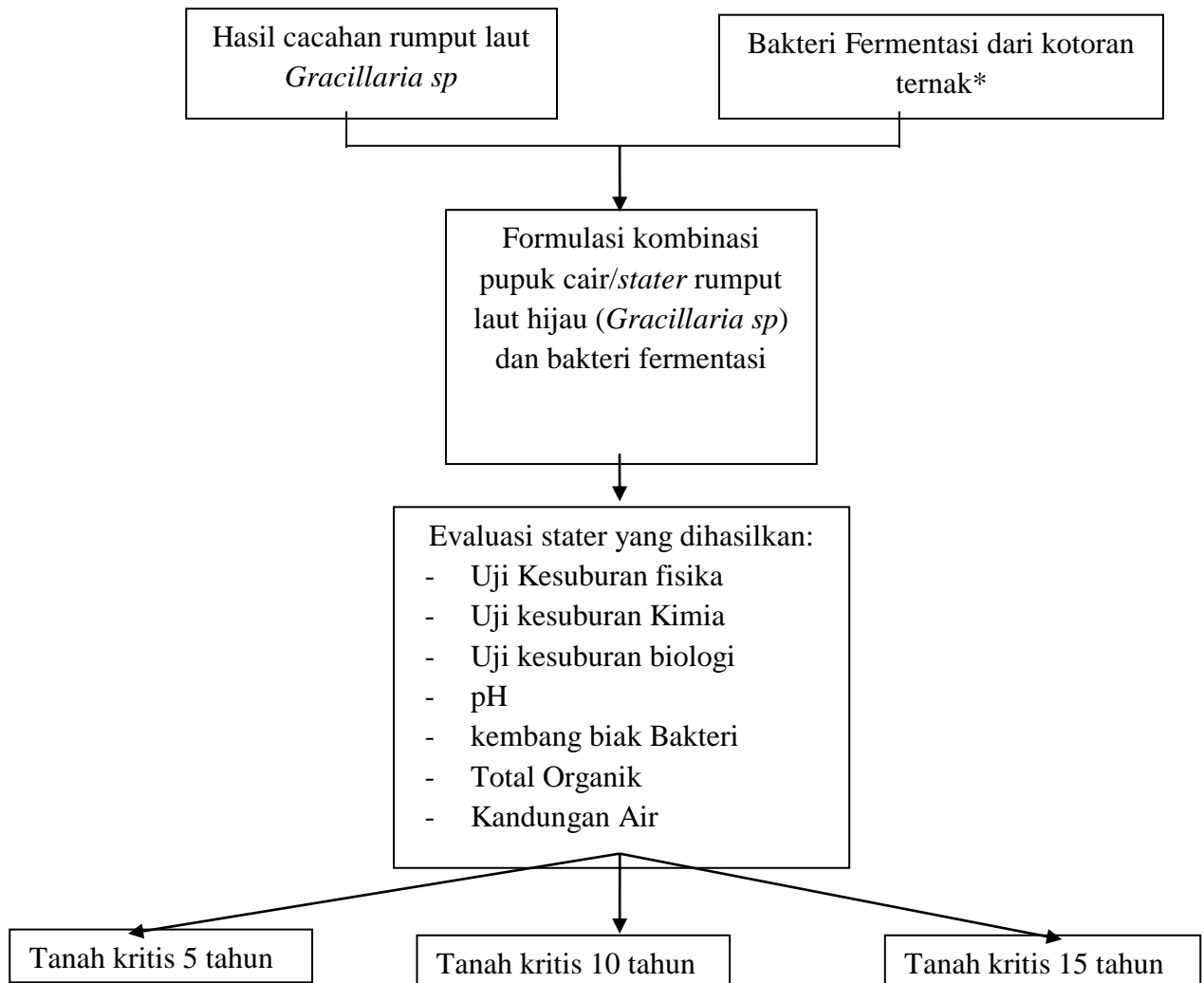
lampu ini dibuat dari logam yang sama dengan unsur yang dianalisis (Settle, 1997). *Electrodeless-discharge lamp* merupakan sumber untuk spektrum atom garis. Pada lampu ini biasanya lebih kuat satu sampai dua kali lipat dari pasangannya *hollow-cathode*. Disusun dari wadah *quartz* yang terisi gas inert, seperti argon, dalam tekanan beberapa torr dan sejumlah logam analit (atau garamnya).

Lampu tersebut tidak terdapat elektroda tetapi mendapat daya dari radio frekuensi atau radiasi microwave. Argon akan terion dan ion tersebut dipercepat dengan frekuensi tinggi sampai mendapatkan cukup energi untuk mengeksitasi (dengan tabrakan) atom-atom dari logam yang spektrumnya dicari (Skoog, dkk., 2004).

#### B. Nebulizer

Pada spektrofotometri serapan atom nyala, sampel biasanya dimasukkan ke dalam nyala api sampai menjadi aerosol halus. Bahan bakar yang biasa digunakan dalam SSA nyala adalah udara-asetilen (udara merupakan oksidan dan asetilen adalah bahan bakar) dan nitrous oksid-asetilen (nitrous okside adalah oksidan dan asetilen merupakan bahan bakar). Tujuan dari nyala api tersebut adalah memecah molekul menjadi atom. Udara-asetilen (2500 °K) dapat digunakan secara efektif untuk 40 sampai 50 unsur dalam tabel periodik. Sisa 10 sampai 20 unsur dalam tabel periodik membutuhkan nyala api yang lebih panas menggunakan nyala api nitrous oxide-asetilen (3200 °K). Api panjang dan tipis merupakan nyala yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil sensitifitas yang maksimum (Settle, 1997).

## K. Kerangka Teori



\* Dilakukan hal yang sama terhadap bakteri fermentasi dari sampah domestik

Gambar 2. 4. Skema Kerangka teori kombinasi produk yang dihasilkan

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Februari 2020 sampai dengan Maret 2020 di Lingkungan Rumah Penelitian Desa Cot Mancang Kec. Kuta Baro Kab. Aceh Besar, Desa Pematang Kasih Kec. Pantai Cermin Kab. Serdang Bedagai dan Balai Riset dan Standarisasi Industri (BARISTAND) Medan dan Banda Aceh.

#### **B. Alat dan Bahan**

##### **1. Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa drum komposter, wadah gelas, ember pisau, timbangan, gelas beaker, spektrofotometri UV-VIS, dan spektrofotometri FAAS (*Flame Atomic Absorption Spectroscopy*). Alat-alat yang digunakan pada penelitian mikrobiologi adalah tong, pipa, elbow, kran air, cawan petri, tabung reaksi dan rak tabung reaksi, spiritus dan Bunsen, mikropipet 1 ml, Erlenmeyer, batang L, pipet tetes, kertas, pensil/pulpen, plastik wrap, autoclave, Laminar Air Flow (LAF), mikroskop, PH meter, thermometer, botol sampel, kapas, aluminium foil, kaca benda, kaca penutup, jarum ose bulat dan runcing.

##### **2. Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini rumput laut *Gracilaria sp.* segar yang diperoleh dari Tambak Gampong Neuheun Kec. Masjid Raya Kab. Aceh Besar, air (H<sub>2</sub>O), air tanah, kotoran sapi, sampah domestik, kotoran sapi di peroleh dari Desa Lamteh, kec. Meuraxa, kab. Aceh Besar dan limbah rumah tangga di peroleh dari rumah makan dan pasar di Kawasan Aceh Besar, media Natrium Agar (NA), alkohol 70%, alkohol 96%, bahan pewarnaan Gram (larutan lugol, kristal violet dan safranin), akuades.

#### **C. Prosedur Kerja**

##### **1. Subjek Penelitian**



Pupuk cair organik pupuk cair dengan cara pengomposan *Gracilaria sp*, campuran *Glacillaria sp* dan kotoran sapi serta campuran *Glacillaria sp* dan limbah rumah tangga.

## **2. Persiapan Sampel**

Rumput laut segar *Gracilaria sp.* yang diperoleh dari Tambak Gampong Neuheun Kec. Masjid Raya Kab. Aceh Besar, dibawa menggunakan karung goni (transportasi kering), dengan waktu tempuh  $\pm$  1 jam. Rumput laut *Gracilaria sp.* kering disortasi dan dicuci menggunakan air tanah dan air biasa hingga bersih untuk menghilangkan lumpur, pasir, garam, kotoran, cangkang kerang-kerang, dan pengotor lainnya dengan cara dicuci secara berulang hingga tidak menyisakan kotoran yang menempel pada *thallus Gracilaria sp.* setelah dicuci, rumput laut dicacah secara manual dengan ukuran  $\pm$  5 cm atau dicacah kasar.

## **3. Pembuatan Pupuk Cair**

Pembuatan pupuk cair akan dilakukan dengan perbandingan komposisi bahan organik dan air berkisar 2:1 (Adityawarman, 2015). Proses pengomposan akan menggunakan drum kompos yang telah mengalami modifikasi. Bagian atas drum diberi penutup selama proses pengomposan berlangsung. Kemudian pada bagian atas diberi pipa aerasi untuk mengatur keluar masuk udara ke dalam drum, pada bagian bawah dipasang kran untuk mengeluarkan cairan hasil pengomposan (lindi). Desain drum terlampir (Sedayu et al., 2014).

Kompos dibuat dalam 2 minggu perlakuan, masing-masing menggunakan 2 aktivator berbeda yaitu, mikro-organisme lokal (MOL) kotoran sapi dan MOL sampah domestik. Rumput laut *Gracilaria sp.* dimasukkan kedalam drum komposter yang terbuat dari bahan plastik. Untuk mempercepat proses penguraian digunakan starter bakteri dari kotoran sapi dan sampah domestik yang mengandung bakteri dari kotoran sapi dan sampah domestik yang mengandung bakteri fermentasi *Lactobacillus*, *actinomyces*, jenis jamur fermentasi, serta kandungan lainnya. Pada perlakuan pertama kotoran sapi sebanyak 5 kg dicampur dengan rumput laut sebanyak 10 kg (1:2) sambil diaduk hingga merata ke seluruh permukaan selanjutnya komposter ditutup rapat, lalu

didiamkan selama 30 hari sampai menghasilkan pupuk organik cair (lindi). Perlakuan kedua air hasil fermentasi sampah organik, disemprotkan ke dalam rumput laut sambil diaduk hingga merata keseluruhan permungkaan  $\pm$  120 ml larutan untuk 6 kg rumput laut). Selanjutnya komposter ditutup rapat, lalu diamkan selama 30 hari sampai menghasilkan pupuk organik cair (lindi). Proses pengomposan dilakukan dalam kondisi semi-anaerob oleh pipa aerasi yang terdapat yang terdapat dalam drum komposter. Pupuk cair yang dihasilkan kemudian dikeluarkan melalui pipa pengeluaran lalu ditampung untuk dianalisis.

Biomassa limbah rumput laut dibilas dengan air bersih untuk menghilangkan garam, pasir, kotoran yang menempel seperti batu, cangkang kerang dan potongan kayu (Michalak et. al., 2017). Limbah padat rumput laut dipotong-potong mencapai ukuran 0,5 - 1 cm (Loppies & Yunas, 2017). Hasil cacahan limbah rumput laut kemudian dimasukkan kedalam drum komposter, dan ditambahkan air dengan perbandingan 2 : 1. Lama waktu pengomposan 20 hari. Vishan et al., (2014), 20 hari masa pengomposan merupakan waktu yang ideal untuk degradasi dan stabilisasi bahan organik pada reaktor pengomposan.

Kandungan bahan organik dari kompos rumput laut berkisar kurang dari 25% (massa kering), kompos sampah rumah dan sisa makanan mengandung bahan organik di atas 80% (massa kering), dan kotoran sapi mengandung bahan organik 68,76% (Han et al., 2014). Pada penelitian lain dengan memanfaatkan limbah cair olahan rumput laut yang ditambahkan dengan bonggol pisang, tallus rumput laut, dan eceng gondok dengan komposisi 60 : 40 menunjukkan jumlah koloni mikroba pelarut Posfat dan mikroba penambat Nitrogen yang lebih banyak bila dibandingkan dengan komposisi perlakuan lain (Loppies & Yumas, 2017). Berdasarkan data tersebut dalam penelitian ini komposisi limbah rumput laut, limbah kotoran sapi, dan limbah rumah tangga dibuat perbandingan 60 : 40 ( 60% untuk limbah rumput laut, dan 40% limbah kotoran sapi atau limbah rumah tangga).

Prosedur pembuatan pupuk cair dengan tambahan bahan organik kotoran sapi dan limbah rumah tangga dibuat dengan cara. Pembuatan pupuk cair *Gracillaria* dengan penambahan kotoran sapi komposisi bahan 60 % limbah *Gracilaria* : 40 % limbah kotoran sapi, dan pupuk cair *Gracilaria* dengan penambahan limbah rumah tangga dengan perbandingan yang sama. Pengambilan sampel untuk analisis mikroba dilakukan dari mulai awal, pertengahan, dan akhir proses fermentasi. Interval waktu pengamatan setiap 4 hari sekali mulai 0, 4, 8, 12, 16, 20 (Vishan et al., 2017). Proses pengadukan biomassa limbah dan aerasi dilakukan setiap 2 hari sekali (Mikhalak et al., 2016), selama 20 menit. Sebelum pengambilan sampel pupuk cair (lindi) harus dilakukan pengadukan drum komposter untuk homogenisasi. Hal ini juga bertujuan mendistribusi oksigen dalam drum komposter (Van der Wurff et al., 2016). Kemudian sampel lindi dikeluarkan melalui kran sebanyak 50 ml. Lindi disaring dengan menggunakan kertas saring (*Whatman filter paper*) ((Michalak et al., 2017). Pada saat pengambilan sampel juga dilakukan pengukuran pH, salinitas, dan suhu drum komposter.

#### **4. Isolasi Bakteri Dari Lindi**

Sampel lindi sebanyak 1ml diambil dan dimasukkan kedalam tabung reaksi berisi 9 ml NaCl 0,9%. Prosedur yang sama dilakukan sampai pengenceran  $10^{-4}$  (Vishan et al., 2017). Sebanyak 0,1 ml diambil dengan mikropipet kemudian disebarkan pada media NA (Pal et al, 2017). Inkubasi dilakukan pada suhu ruang selama 24 - 48 jam. Pengamatan morfologi (bentuk, elevasi, tepian, dan warna koloni) dilakukan untuk melihat perbedaan koloni untuk mendapatkan isolat yang berbeda. Kemudian pemurnian isolat dilakukan untuk mendapatkan kultur murni dengan metode cawan gores.

#### **5. Karakterisasi Bakteri**

Identifikasi bakteri dilakukan dengan pengamatan morfologi koloni bakteri dan pewarnaan Gram (Pal et al. (2017). Isolat atau kultur murni yang telah diperoleh kemudian dilihat karakteristiknya secara morfologi dengan melakukan pengamatan terhadap koloni bakteri yang meliputi bentuk, tepian, elevasi dan warna koloni (Kaburuanet al., 2014), dan pengujian Gram.

Isolat murni yang diperoleh dilakukan pewarnaan Gram dengan mengambil 1 ose isolat bakteri kemudian digoreskan pada permukaan kaca preparat steril sampai rata. Selanjutnya ditetaskan cat Gram A (Kristal violet) 1 tetes selama 1 menit, kemudian dibilas dengan air mengalir hingga zat warna luntur, lalu dikeringkan di api spiritus. Tahap berikutnya ditambahkan 1 tetes Gram B (Iugol) ke permukaan preparat dan didiamkan selama 1 menit. Setelah 1 menit, dibilas dengan Gram C (Alkohol 96 %) sampai semua zat warna luntur hingga kristal violet tidak dapat dibilas lagi. Lalu dicuci dengan air dan dikeringkan di atas api spiritus. Tahap terakhir ditetesi dengan Gram D (Safranin) sebanyak 1 tetes dan didiamkan selama 45 detik. Preparat lalu dibilas dengan air mengalir kemudian dikeringkan. Setelah itu diamati di bawah mikroskop (Fajrinet al., 2017).

## **6. Teknik Analisis Data**

Data yang di peroleh dari hasil pengamatan kemudian di analisis secara deskriptif yaitu dengan memberikan penjelasan dari hasil isolasi dan karakterisasi bakteri yang diperoleh dari pengomposan pupuk cair *Glacillaria sp.*, dan dengan penambahan kotoran ternak, dan limbah rumah tangga.

### **D. Pengujian terhadap lahan kritis**

#### **1. Tanah kritis 5 tahun\***

Sampel tanah yang dipergunakan dimasukkan kedalam polibak ukuran 1 kilogram sampai batas  $\frac{3}{4}$  ketinggian polibak. Kemudian *stater* yang sudah jadi ditambahkan kedalam polibak tersebut sebanyak 1 : 10 dari jumlah tanah sebagai contoh 1 liter *stater* untuk 10 kg sampel. Kemudian didiamkan selama 1 minggu dengan melakukan penyiraman sebanyak 2 kali dalam satu hari.

\*Dilakukan hal yang sama untuk tanah kritis 10 tahun dan 15 tahun

#### **2. Pengujian terhadap sampel**

Sampel tanah yang sudah diperlakukan kemudian diuji sesuai dengan parameter yang ditawarkan yaitu uji kesuburan fisika meliputi : tekstur, struktur dan kelembaban. Uji kesuburan kimia meliputi : pH, unsur hara dan total organik. Selanjutnya uji kesuburan biologi meliputi : Kembang biak bakteri.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Persiapan rumput laut (*Gracillaria Sp.*)

Rumput laut yang diambil terlebih dahulu dicuci bersih sehingga kotoran dan lumpur yang menempel tidak ikut tercampur kedalam proses pembuatan pupuk cair. Rumput laut yang diambil merupakan tumbuhan liar yang terdapat pada kolam tambak masyarakat di Gampung Neuhun Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar.



Gambar 4.1 Tempat pengambilan sample rumput laut



Gambar 4.2 Proses pembersihan rumput laut dari bahan pengotor dan lumpur



Gambar 4.3 Rumput laut yang sudah bebas bahan pengotor

### **B. Rangkaian reaktor pupuk cair**

Proses pembuatan media pupuk cair memerlukan reaktor agar menghasilkan pupuk cair dengan proses pembusukan yang maksimal. Reaktor yang dimaksud merupakan rangkaian alat yang mendukung terjadinya proses aerob dan anaerob pada media tercampur. Hal ini memudahkan untuk mengamati proses pembusukan media sampel terhadap pertumbuhan bakteri pembusuk yang tumbuh.



Gambar 4.4 Proses pembuatan reaktor



Gambar 4.5 Reaktor yang sudah siap digunakan

### C. Preparasi bakteri pada kotoran sapi

Unsur mineral pada kotoran sapi adalah *nitrogen, potassium, sulphur, iron, magnesium, copper, cobalt dan mangan*. Selain kaya mineral kotoran sapi juga mengandung T kalsium, posfor, zinc and copper. Pada kotoran sapi juga kaya akan kandungan mikroorganisme seperti (*Bacillus spp., Corynebacterium spp. dan Lactobacillus spp.*), protozoa and yeast (*Saccharomyces dan Candida*) have isolated many different bacterial genera such as *Citrobacter koseri, Enterobacter aerogenes, Escherichia coli, Klebsiella oxytoca, Klebsiella pneumoniae, Kluyvera spp, Morgarella morganii, Pasteurella spp, Providencia, alcaligenes, Providencia stuartii dan Pseudomonas spp* (Gupta, 2016).

### 4.4. Preparasi bakteri pada limbah rumah tangga

Larutan mikroorganisme lokal (MOL) merupakan salah satu aktivator yang dapat mempercepat ketersediaan pupuk. Larutan MOL dapat diperoleh dari limbah rumah tangga ataupun industri yang diolah melalui fermentasi sebagai sumber bakteri antara lain *nitragin, biakan Azospirillum brasilense, Azospirillum lipoferum, dan Azospirillum amazonense, Azotobacter sp., Azospirillum sp., Lactobasillus sp., Bacillus sp., Aspergillus sp., dan Trichoderma sp.* Sert dilengkapi unsur makro dan mikro, senyawa bioaktif, hormon pertumbuhan, vitamin, dan anti hama hayati (Mardhikasari, 2015).

## **E. Pembuatan pupuk cair**

Pembuatan pupuk cair akan dilakukan dengan perbandingan komposisi bahan organik dan air berkisar 2:1 (Adityawarman, 2015). Proses pengomposan akan menggunakan drum kompos yang telah mengalami modifikasi. Bagian atas drum diberi penutup selama proses pengomposan berlangsung. Kemudian pada bagian atas diberi pipa aerasi untuk mengatur keluar masuk udara ke dalam drum, pada bagian bawah dipasang kran untuk mengeluarkan cairan hasil pengomposan (lindi). Desain drum terlampir (Sedayu et al., 2014).

Biomassa limbah rumput laut dibilas dengan air bersih untuk menghilangkan garam, pasir, kotoran yang menempel seperti batu, cangkang kerang dan potongan kayu (Michalak et. al., 2017). Limbah padat rumput laut dipotong-potong mencapai ukuran 0,5 - 1 cm (Loppies & Yunas, 2017). Hasil cacahan limbah rumput laut kemudian dimasukkan ke dalam drum komposter, dan ditambahkan air dengan perbandingan 2 : 1. Lama waktu pengomposan 20 hari. Vishan et al., (2014), 20 hari masa pengomposan merupakan waktu yang ideal untuk degradasi dan stabilisasi bahan organik pada reaktor pengomposan.

Kandungan bahan organik dari kompos rumput laut berkisar kurang dari 25% (massa kering), kompos sampah rumah dan sisa makanan mengandung bahan organik di atas 80% (massa kering), dan kotoran sapi mengandung bahan organik 68,76% (Han et al., 2014). Pada penelitian lain dengan memanfaatkan limbah cair olahan rumput laut yang ditambahkan dengan bonggol pisang, tallus rumput laut, dan eceng gondok dengan komposisi 60 : 40 menunjukkan jumlah koloni mikroba pelarut Posfat dan mikroba penambat Nitrogen yang lebih banyak bila dibandingkan dengan komposisi perlakuan lain (Loppies & Yumas, 2017). Berdasarkan data tersebut dalam penelitian ini komposisi limbah rumput laut, limbah kotoran sapi, dan limbah rumah tangga dibuat perbandingan 60 : 40 ( 60% untuk limbah rumput laut, dan 40% limbah kotoran sapi atau limbah rumah tangga).

Prosedur pembuatan pupuk cair dengan tambahan bahan organik kotoran sapi dan limbah rumah tangga dibuat dengan cara. Pembuatan pupuk



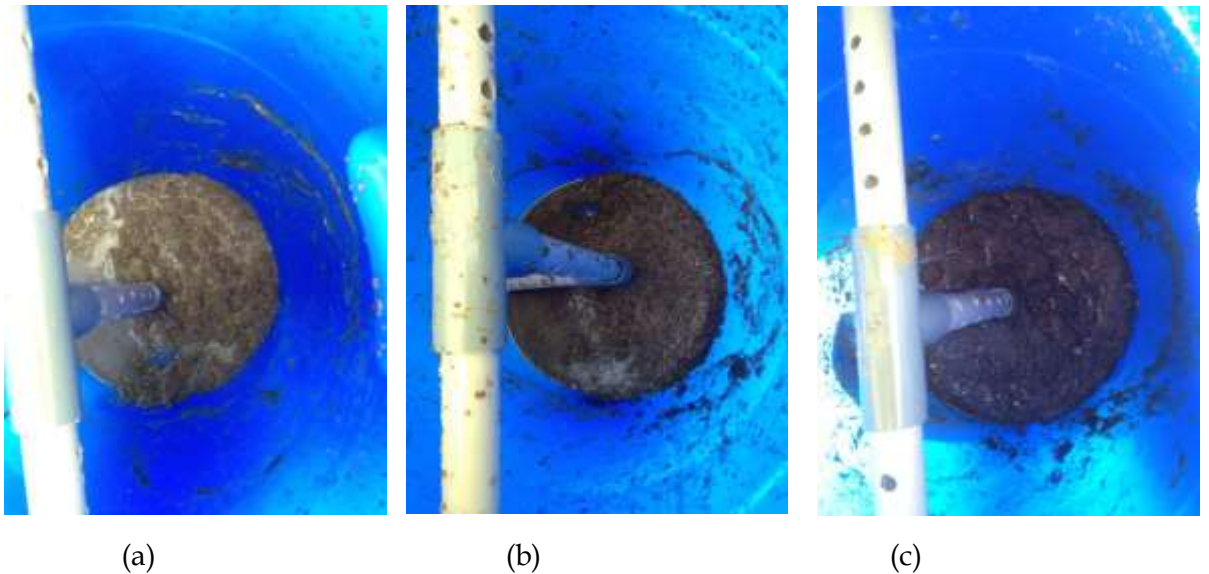
cair *Gracillaria* dengan penambahan kotoran sapi komposisi bahan 60 % limbah *Gracilaria* : 40 % limbah kotoran sapi, dan pupuk cair *Gracilaria* dengan penambahan limbah rumah tangga dengan perbandingan yang sama. Pengambilan sampel untuk analisis mikroba dilakukan dari mulai awal, pertengahan, dan akhir proses fermentasi. Interval waktu pengamatan setiap 4 hari sekali mulai 0, 4, 8, 12, 16, 20 (Vishan et al., 2017). Proses pengadukan biomassa limbah dan aerasi dilakukan setiap 2 hari sekali (Mikhalak et al., 2016), selama 20 menit. Sebelum pengambilan sampel pupuk cair (lindi) harus dilakukan pengadukan drum komposter untuk homogenisasi. Hal ini juga bertujuan mendistribusi oksigen dalam drum komposter (Van der Wurff et al., 2016). Kemudian sampel lindi dikeluarkan melalui kran sebanyak 50 ml. Lindi disaring dengan menggunakan kertas saring (*Whatman filter paper*) ((Michalak et al., 2017). Pada saat pengambilan sampel juga dilakukan pengukuran pH, salinitas, dan suhu drum komposter.



Gambar 4.6 Proses pembuatan pupuk cair

## 1. Evaluasi pupuk cair yang dihasilkan

Dari pupuk cair (stater) yang dihasilkan diperoleh data tentang karakteristik pupuk cair rumput laut *Gracilaria sp* sebagai berikut yang meliputi Uji kesuburan fisika, Uji kesuburan kimia, uji kesuburan biologi, pH, kembang biak bakteri, total organik dan dan kandungan air :



Gambar 4.7 (a). Pupuk cair rumput laut *Gracilaria sp*. (b). fermentasi dengan limbah rumah tangga. (c). fermentasi dengan kotoran sapi

Tabel 2. Data fisik pada pupuk cair *Gracilaria sp*

Perlakuan	Hari Pengamatan	pH	Suhu	Warna	Bau	Jumlah isolat
Glacilaria (RL)	0	6.10	24 °C	Merah muda	Sedikit Amis	
	4	6.15	25 °C	Merah muda	Amis	8
	8	6.20	27 °C	Merah muda	Amis dan sedikit bau busuk	8
	12	6.50	30.1 °C	Merah muda	Busuk	5
	16	5.79	34.6 °C	Merah muda	Busuk menyengat	4
	20	5.30	36,2 °C	Merah muda	Busuk menyengat	4
Glacilaria	0	6.12	25 °C	Putih gading	Busuk	

Perlakuan	Hari Pengamatan	pH	Suhu	Warna	Bau	Jumlah isolat
+ Limbah Rumah Tangga (RL + RT)	4	6.16	25 °C	Putih gading	Busuk	7
	8	6.22	28,1 °C	Putih gading	Busuk	6
	12	5.80	32,3 °C	Putih gading/Cream	Busuk	6
	16	5.10	34 °C	Putih gading kecoklatan	Busuk sedikit asam	4
	20	4.50	37,8 °C	Kuning kehijauan	Busuk menyengat dan sedikit asam	2
Glacilaria + Kotoran Sapi (RL + KS)	0	6.15	25 °C	Kuning kehijauan	Busuk	
	4	6.15	25 °C	Kuning kehijauan	Busuk	8
	8	6.66	28,8 °C	Kuning kehijauan	Busuk	6
	12	6.15	33,4 °C	Kuning kehijauan	Busuk menyengat	4
	16	6.12	37,2 °C	Kuning kehijauan	Busuk menyengat	4
	20	5.79	39,2 °C	Kuning kehijauan dan sedikit coklat	Busuk menyengat	3



Gambar 4.8 Sampel pupuk cair *Glacilaria* sp

Sumber. Dokumentasi pribadi 2020

Pupuk cair yang dihasilkan kemudian diuji secara kimia terhadap pengujian kadar nitrogen, kadar Fosfor dan kadar Kalium. Untuk kadar nitrogen menggunakan perhitung kadar protein yang diperoleh sedangkan untuk kadar Fosfor dan Kalium menggunakan persenyawaan  $P_2O_5$  dan  $K_2O$ .

## 2. Pengujian Kadar Nitrogen, Fosfor dan Kalium

Pupuk cair yang dihasilkan diuji kadar Nitrogen , Fosfor dan kalium dengan menggunakan metode yang sesuai dengan SNI 2803 : 2010 dan peraturan menteri Pertanian No.70/permentan/SR.140/10/2011.

**Tabel 3.** Hasil Uji Kadar Nitrogen

No	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji Pupuk			
				Kontrol	Sampah	RL + KS	RL + RT
1	Nitrogen	Kjeldahl	%	0,35	0,25	0,10	0,10

Pengujian Kadar fosfor (sebagai P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) SNI 2803 : 2010

Pengujian ini menggunakan metode Spektrofotometri UV-Visible dengan panjang gelombang 400 nm.

**Tabel 4.** Standar spektrofotometri uv vis

No	Sampel	Konsentrasi	Absorbansi
1	Standar 1	0.0000	0.0001
2	Standar 2	5.0000	0.1084
3	Standar 3	15.0000	0.3252
4	Standar 4	25.0000	0.5008
5	Standar 5	35.0000	0.6499
6	Standar 6	45.0000	0.8212
7	Standar 7	50.0000	1.0121

**Tabel 5.** Hasil Uji Kadar Fosfor

No	Parameter Uji	Metode uji	Satuan	Hasil Uji Pupuk			
				Kontrol	Sampah	RL + KS	RL + RT
1	Fosfor	Spektrofotometri uv-vis	%	0,00045	0.12	0.04	0,003

Pengujian Kadar Kalium (sebagai K<sub>2</sub>O) SNI 2803 : 2010

Pengujian ini menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom dengan panjang gelombang 766,5 nm.

**Tabel 6.** Hasil Uji Kadar Kalium

No	Parameter Uji	Metode uji	Satuan	Hasil Uji Pupuk			
				Kontrol	Sampah	RL + KS	RL + RT
1	Kalium	AAS	%	0,000034	3011,50	2,69	0,01

Rumput laut/Alga merah (*Glacilaria sp*) diperoleh dari Tambak Gampoeng Neheun, kec. Masjid Raya kab. Aceh Besar. Sedangkan kotoran sapi di peroleh dari Desa Lamteh, kec. Meuraxa, kab. Aceh Besar dan limbah rumah tangga di peroleh dari rumah makan dan pasar di Kawasan Aceh Besar. Pada tahap isolasi ditemukan sebanyak 79 isolat. Berikut data fisik dan karakteristik isolat dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

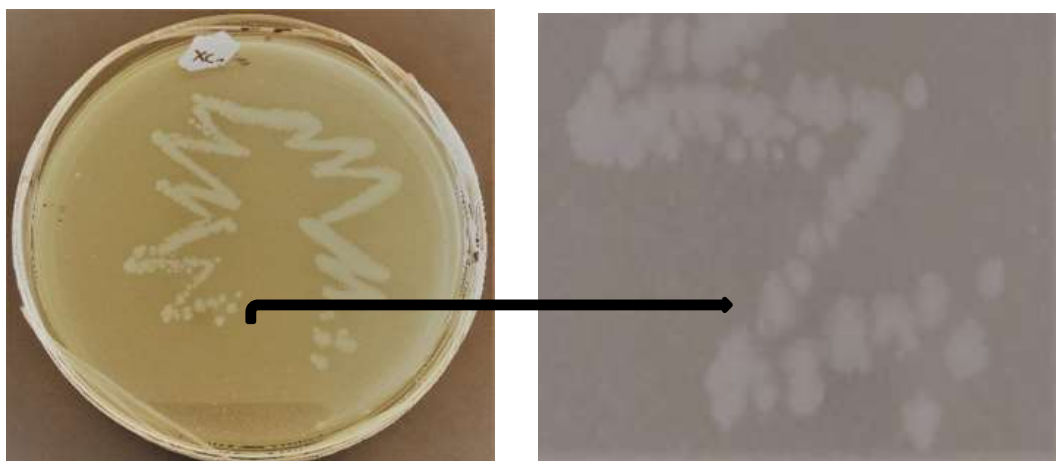
**Tabel 7.** Karakteristik isolat dari pupuk cair *Glacilaria sp*

Isolat	Bentuk	Tepian	Elevasi	Warna	Bentuk sel	Gram
XA1	Bundar	rata	cebung	kuning	diplococcus	-
XA2	Bundar	Rata	cebung	Kuning	Bacill	-
XA3	irregular	Rata	Datar	Putih	Coccus	-
XA4	Bundar	Rata	Datar	Putih	Coccus	-
XA5	Bundar	Rata	cebung	Kuning	Coccus	-
XA6	Bundar	Rata	cebung	Putih	Coccus	-
XA7	Bundar	Rata	Datar	Putih	Bacill	+
				kehijauan		
XA8	bundar	berombak	Datar	Putih	Bacill	+
XB1	bundar	Rata	Datar	Putih	Coccus	-
XB2	bundar	Rata	Datar	Putih	Coccus	-
XB3	bundar	berombak	Datar	Putih	Diplococcus	-
XB4	bundar	bergelombang	Datar	Putih	Bacill	+
XB5	bundar	Rata	Datar	Putih	diplococcus	+
XB6	bundar	Rata	Datar	Krim	coccus	+
XB7	bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	-
XB8	Bundar	bergelombang	Datar	Kuning	bscill	+
XC1	bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	-
XC2	Bundar	bergelombang	Datar	Putih	bacill	+
XC3	Bundar	bergelombang	cebung	Merah muda	Streptobacillus	+
XC4	bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	-
XC5	bundar	Rata	Datar	Putih	diplococcus	-

Isolat	Bentuk	Tepian	Elevasi	Warna	Bentuk sel	Gram
XD1	bundar	Rata	Datar	Putih	Streptococcus	-
XD2	irregular	Rata	Datar	Krim	coccus	+
XD3	bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	-
XD4	bundar	Rata	Datar	krim	Coccus	+
XE1	bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	-
XE2	bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	-
XE3	irregular	bergelombang	Datar	Putih	bacillus	+
XE4	bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	-
YA1	Irregular	bergelombang	Datar	Putih	bacill	-
YA2	bundar	Rata	Datar	Merah muda	diplococcus	-
YA3	bundar	Rata	Datar	Kuning	coccus	+
YA4	Bundar	Rata	Cembung	Kuning	diplococcus	-
YA5	bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	-
YA6	bundar	Rata	Datar	Putih	diplococcus	+
YA7	Bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	+
YB1	Bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	-
YB2	Bundar	Rata	Datar	Putih	cooccus	+
YB3	bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	-
YB4	bundar	Rata	Datar	Putih	diplococcus	+
YB5	Bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	+
YB6	bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	+
YC1	Bundar	Bergelombang	Cembung	Putih	streptobacillus	+
YC2	bundar	Rata	Datar	Putih	bacill	+
YC3	bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	+
YC4	bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	+
YC5	Bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	-
YC6	bundar	bergelombang	Cembung	Putih kehijauan	coccus	+
YD1	bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	-
YD2	bundar	Rata	Datar	Putih	streptococcus	-
YD3	bundar	Rata	Datar	Putih	diplococcus	+
YD4	bundar	Rata	Cembung	Putih	Staphylococcus	-
YE1	bundar	Rata	datar	Putih	coccus	-
YE2	bundar	Rata	datar	Putih	coccus	+
ZA1	bundar	Rata	datar	Putih	coccus	-
ZA2	irregular	Rata	datar	Putih	bacillus	+
ZA3	bundar	Rata	datar	Putih	coccus	-
ZA4	bundar	Rata	datar	Putih	Diplococcus	+
ZA5	bundar	Rata	cembung	Putih	coccus	+
ZA6	bundar	Rata	datar	Putih	diplococcus	+
ZA7	Irregular	Rata	datar	Putih	bacillus	-

Isolat	Bentuk	Tepian	Elevasi	Warna	Bentuk sel	Gram
ZA8	bundar	Rata	datar	Putih	coccus	-
ZB1	Bundar	Rata	datar	Putih	coccus	-
ZB2	Bundar	Rata	datar	Putih	coccus	-
ZB3	bundar	Rata	cembung	Putih	diplococcus	-
ZB4	Irregular	Rata	datar	Putih	bacillus	+
ZB5	Bundar	Rata	datar	Putih	coccus	-
ZB6	bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	-
ZC1	bundar	Rata	Cembung	Putih	Streptobacillus	+
ZC2	Bundar	Rata	Datar	Putih	coccus	+
ZC3	bundar	bergelombang	Cembung	Merah muda	streptobacillus	+
ZC4	bundar	bergelombang	Cembung	Putih	streptobacillus	+
ZD1	bundar	Rata	Cembung	Putih	streptobacillus	+
ZD2	bundar	bergelombang	Cembung	Putih	streptococcus	+
ZD3	bundar	Rata	Datar	Putih	Coccus	+
ZD4	Bundar	bergelombang	Cembung	Putih	Streptobacillus	+
ZE1	irregular	Rata	Datar	Putih	Bacillus	+
ZE2	irregular	Rata	Datar	Putih	Bacillus	+
ZE3	bundar	Rata	Datar	Putih	Coccus	-

Keterangan : X =isolat dari pengomposan *Gracilaria* sp., Y= isolat dari pengomposan *Gracilaria* sp. dan kotoran sapi, dan Z= isolat dari pengomposan *Gracilaria* sp dan limbah rumah tangga



Gambar 4.9 Bentuk morfologi koloni bakteri pada pupuk cair *Gracilaria* sp (Dokumentasi pribadi 2020)



Gambar 4.10 Bentuk morfologi sel pada pupuk cair *Glacilaria* sp (Dok.pribadi, 2020)

### 3. Pengujian terhadap Tanah Lahan Pertanian

Pada penelitian ini lahan pertanian yang menjadi objek penelitian adalah tanah lahan pertanian pemukiman yang diambil dari Desa Cot Mancang Kec. Kuta Baro Kab. Aceh Besar Provinsi Aceh, dan Desa Pematang Kasih Kec. Pantai Cermin Kab. Serdang Bedagai Provinsi Sumatera Utara .



Gambar 4.11 Citraan satelit Desa Cot Mancang Kec. Kuta Baro Kab. Aceh Besar Provinsi Aceh





Gambar 4.12 Kondisi tanah lahan pertanian Desa Cot Mancang Kec. Kuta Baro  
Kab. Aceh Besar Provinsi Aceh



Gambar 4.13. Kondisi tanah lahan pertanian Desa Cot Mancang Kec. Kuta Baro  
Kab. Aceh Besar Provinsi Aceh



Gambar 4.14 Citraan satelit Desa Pematang Kasih Kec. Pantai Cermin Kab. Serdang Bedagai provinsi Sumatera Utara



Gambar 4.15 Kondisi tanah lahan pertanian Desa Pematang Kasih Kec. Pantai Cermin Kab. Serdang Bedagai Provinsi Sumatera Utara



Gambar 4.16 Kondisi tanah lahan pertanian Desa Pematang Kasih Kec. Pantai Cermin Kab. Serdang Bedagai Provinsi Sumatera Utara

Perlakuan terhadap sampel tanah dilakukan dengan membagi tanah dengan beberapa *polybag* sesuai dengan kondisi tanah kritis 5 tahun, 10 tahun dan 15 tahun. Masing-masing kondisi tanah diuji kadar total organik dan kadar air.



Gambar 4.17 Kondisi awal tanah lahan kritis



Gambar 4.18 Kondisi akhir tanah lahan kritis setelah 1 minggu perlakuan

Dari perlakuan dan pengamatan yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

Lahan Kritis 5 tahun

Tabel 8. Pengujian terhadap lahan pertanian menggunakan pupuk cair Rumput laut dengan limbah rumah tangga (RL + LRT) terhadap kadar total organik karbon

Sampel Tanah	Pengujian total organik karbon (ppm)	
	Awal	Akhir
5 Tahun	103	220
10 Tahun	76	93
15 Tahun	70	80,5

Tabel 9. Pengujian terhadap lahan pertanian menggunakan pupuk cair Rumput laut dengan limbah rumah tangga (RL + LRT) terhadap kadar air

Sampel Tanah	Pengujian kadar air (%)	
	Awal	Akhir
5 Tahun	5%	17,5%
10 Tahun	5%	12%
15 Tahun	6%	13%

Tabel 10. Pengujian terhadap lahan pertanian menggunakan pupuk cair Rumput laut dengan kotoran sapi (RL + KS) terhadap kadar total organik karbon

Sampel Tanah	Pengujian total organik karbon (ppm)	
	Awal	Akhir
5 Tahun	103	338
10 Tahun	76	104
15 Tahun	70	150

Tabel 11. Pengujian terhadap lahan pertanian menggunakan pupuk cair Rumput laut dengan kotoran sapi (RL + KS) terhadap kadar air

Sampel Tanah	Pengujian kadar air (%)	
	Awal	Akhir
5 Tahun	5%	25,6%
10 Tahun	5%	20%
15 Tahun	6%	19%

#### 4.7. Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa setelah masa inkubasi selama 20 hari, kompos memiliki aroma dan tekstur yang berbeda dimulai hari pertama pengomposan. Pada hari pertama kompos belum mengeluarkan aroma bau dan bentuknya masih kasar. Namun setelah 20 hari kompos mengeluarkan aroma yang tidak sedap (bau busuk) dan terjadi pembusukan pada bahan-bahan yang terdapat pada kompos. Aroma bau yang sangat menyengat di keluarkan kompos *Glacilaria* sp dengan penambahan kotoran sapi, sedangkan kompos dengan penambahan limbah rumah tangga mengeluarkan bau yang tidak sedap dan asam. Untuk kompos *Glacilaria* sp dengan penambahan satu liter aquades tidak terlalu mengeluarkan aroma busuk yang menyengat seperti kompos dengan penambahan limbah rumah tangga dan kotoran sapi. Sedangkan lindi yang dihasilkan ketiga pupuk kompos ini juga berbeda-beda.

Terdapat 2 proses penting dalam proses pengomposan yaitu aktivitas mikroba dan perubahan bahan organik. Pada tahap pertama mikroba memulai proses pengomposan dengan meningkatkan suhu melalui oksidasi bahan organik, kemudian menguraikan sebagian besar bahan organik yang dapat terurai dan meningkatkan stabilitas residu organik. Pada proses ini juga, mikroorganisme mendegradasi bahan organik melalui sistesis kimiawi untuk merubah bahan menjadi humat. Produk samping dari proses pengomposan adalah lindi, karbon dioksida dan panas. Pada tahap kedua, sisa bahan organik dalam zat humat diubah melalui humifikasi untuk meningkatkan kualitas kompos. Namun penguraian terus berlangsung hingga bahan organik diubah menjadi zat humat yang stabil. Saat aktivitas mikroba menurun, suhu menurun (Palaniveloo, 2020).

Perubahan cepat dalam kondisi fisikokimia selama pengomposan merupakan faktor selektif dari suksesi mikroba. Populasi bakteri telah menurun secara bertahap seiring dengan kematangan kompos, yaitu ketika nutrisi dan kadar air menurun. Pertumbuhan mikroba pada proses pengomposan dapat ditandai melalui proses penguraian kompos dan menghasilkan kompos yang

matang dengan menghilangkan patogen yang diangkut oleh berbagai senyawa limbah. Kemudian mikroba ini terus mendegradasi substrat seperti selulosa, lignin, dan sebagainya untuk mendapatkan kompos yang stabil di akhir proses pengomposan (Chennaoui, 2018).

Kompos *Glacilaria* sp mengeluarkan lindi yang berwarna merah muda, untuk kompos *Glacilaria* sp dengan penambahan limbah rumah tangga mengeluarkan lindi berwarna putih gading/krim sedangkan untuk kompos *Glacilaria* sp dengan penambahan kotoran sapi mengeluarkan lindi yang berwarna kuning kehijauan hingga kuning kecokelatan. Adanya aktivitas mikroba pada proses pengomposan ditandai dengan munculnya aroma yang tidak sedap pada kompos serta perubahan tekstur dan warna. Hal ini terjadi karena mikroba melakukan aktivitas perombakan molekul, menghasilkan gas dan aroma yang tidak sedap. Pada proses ini mikroba bekerja optimal pada keadaan anaerob dari pada keadaan lingkungan aerob. Oleh karena itu kematangan kompos juga dapat ditandai apabila sudah terjadi perubahan tekstur, warna dan aroma yang lebih menyengat (Agus, 2014).

Peningkatan suhu dan pH terjadi akibat dari aktifitas mikroba dalam mendegradasi bahan organik pada kompos. Peningkatan suhu dalam proses pematangan kompos terdapat tiga jenis mikroba yaitu pada suhu dibawah 20°C hanya terdapat mikroba jenis Psikrotrofik. Biasanya mikroba ini muncul pada awal pengomposan. Selanjutnya pada kisaran suhu 25 – 30 °C jenis mikroba yang tumbuh pada suhu ini yaitu mesofilik yang muncul pada hari ke 10 masa pengomposan. Dan yang terakhir yaitu jenis bakteri termofilik yang hidup pada kisaran suhu 60 °C. Peningkatan suhu ini terjadi karena adanya aktifitas mikroba dalam mendegradasi bahan organik pada kompos. Namun, selama fase pematangan terjadi, bakteri termofilik mengalami penurunan jumlah, akibat dari faktor lingkungan (faktor fisik) dan penurunan nutrisi pada kompos yang mengakibatkan penurunan suhu secara bertahap hingga mendekati suhu lingkungan yaitu 25 °C dan terjadi setelah 60 hari masa pengomposan (Chinakwe, 2019).

Pupuk cair organik yang dihasilkan dari percampuran antara Rumput laut *Gracilaria* sp dengan MOL kotoran sapi dalam penelitian ini memiliki warna coklat tua, memiliki bau samar samar seperti bau pupuk, dan memiliki nilai pH berkisar antara 7,41 yang menunjukkan bahwa pupuk cair ini ideal dalam mendukung ketersediaan unsur hara tanaman. Berdasarkan pendapat Nugroho (2013) bahwa karakteristik pupuk cair yang sudah matang memiliki pH yang mendekati netral yaitu 6,5-7, pupuk berwarna coklat agak kekuningan dan memiliki bau cukup menyengat namun tidak menimbulkan bau busuk melainkan bau pupuk . sehingga pupuk organik cair dalam penelitian ini berhasil.

Pada awal siklus pengomposan jumlah bakteri mesofilik cukup tinggi, sedangkan pada fase pemanasan 20-40 hari bakteri ini mengalami penurunan. Sedangkan, mereka meningkat tajam lagi pada fase pendinginan kedua pada 80 hari pengomposan dan lebih tinggi dari pada siklus pertama. Berbeda dengan hasil di atas, bakteri termofilik menunjukkan angka yang sangat rendah pada siklus pendinginan pertama dan kedua dari pengomposan, sementara jumlah mereka meningkat tajam pada 20 hari pengomposan (Ribeiro, 2017). Umumnya suhu di tumpukan kompos mulai menurun sekitar hari ke-30 pengomposan. Penurunan ini mungkin disebabkan oleh menipisnya bahan organik dan selalu berkurangnya aktivitas mikroorganisme yang terlibat dalam proses pengomposan. (Chinakwe, 2019).

Suhu optimal pada proses pengomposan yaitu berkisar antara 30-50 °C. kriteria suhu yang ideal sesuai SNI (BSN, 2004) suhu untuk proses pengomposan yaitu maksimal 50 °C. Peningkatan suhu terjadi karena adanya aktivitas mikroba dalam mengurai bahan organik. Kondisi yang efektif dalam proses pengomposan yaitu pada kondisi mesofilik, hal ini terjadi karena aktivitas mikroba didominasi oleh Protobakteri dan Fungi (Pandebesie dan Rayuanti, 2013).

Menurut (Pratiwi, 2013), menyatakan bahwa peningkatan suhu pada tiap perlakuan kompos tidak sama, hal ini terjadi karena banyak faktor yang



mempengaruhinya. Perubahan suhu yang terjadi selama masa pengomposan menunjukkan bahwa terdapat kehidupan mikroba mesofilik dan termofilik yang berperan silih berganti. Penurunan suhu yang terjadi secara berangsur-angsur dikarenakan bahan organik yang dapat diurai oleh mikroba dan menjadi faktor penanda kematangan kompos. Pada saat terjadinya penurunan suhu mikroba mesofilik berkembang, sedangkan apabila terjadi kenaikan suhu maka mikroba termofilik mulai berkembang. Oleh karena itu, suhu menjadi salah satu faktor penting penentu kematangan kompos dan jenis mikroba yang hidup di dalam media.

Selain faktor suhu, pH juga menjadi salah satu faktor yang penting dalam proses pematangan kompos. pH asam terbentuk karena adanya asam-asam organik sederhana pH mengalami perubahan tingkat keasaman seiring dengan lamanya masa waktu inkubasi yang mengakibatkan terurainya protein dan terjadinya pelepasan amonia. Peningkatan dan penurunan pH menjadi penanda bahwa terjadi aktivitas mikroba dan mendegradasi bahan organik (Ismayana et al. 2012). pH yang ideal pada kompos berdasarkan SNI: 19-7030-2004 berkisar antara 6,8-7,49. Mikroba pembentuk asam pada kompos akan menurunkan pH sehingga kompos akan bersifat lebih asam. Kemudian mikroba tersebut akan mengubah nitrogen anorganik menjadi ammonium sehingga pH akan berubah menjadi basa. Sebagian ammonia dilepaskan atau dikonversi menjadi nitrat dan nitrat didenitrifikasi oleh bakteri sehingga pH kompos menjadi netral. Nilai pH yang berada di kisaran netral akan mudah diserap dan digunakan tanaman, serta berguna untuk mengurangi keasaman tanah karena sifat asli tanah adalah asam.

pH rendah di akhir proses pengomposan merupakan hasil dari tingginya aktifitas bakteri asam laktat dalam mendegradasi gula yang dapat difermentasi yang dipecah menjadi asam laktat dan asam organik lainnya, ditambah karbon dioksida dan etanol dalam kondisi oksigen terbatas. Selain itu, spesies *Bacillus* diketahui mengeluarkan enzim katabolik, seperti protease, yang melalui proteolisis dapat meningkatkan pH. Suhu tinggi dan lingkungan pH tinggi merupakan tahap aktif pengomposan di mana Actinobacteria dan *Bacillus* spp.

pada konsentrasi tinggi sudah mulai terurai hemi-selulosa, selulosa dan lignin, Jumlah bakteri Gram-negatif menurun tajam di kedua unit ketika suhu mencapai fase termofilik (Partanen, 2010).

Nilai pH yang ditemukan menjadi lebih asam pada awal proses dan basa selama proses pengomposan selanjutnya. Pada awal proses pengomposan, pada fase termofilik degradasi aktif terbentuk asam organik yang menyebabkan pH menjadi lebih asam, sekitar 5,5 hingga 6,0. Selanjutnya asam organik tersebut akan bereaksi dengan basa yang dilepaskan dari bahan organik, sehingga menaikkan nilai pH. nilai optimal antara 5,5 dan 7,5. Nilai pH tinggi dapat menyebabkan hilangnya nitrogen melalui penguapan amonia, yang menyebabkan bau tidak sedap pada kompos. Meskipun demikian, perlu diperhatikan bahwa untuk digunakan sebagai pupuk organik, kompos harus memiliki pH yang sesuai dengan tanah atau yang dibutuhkan oleh tanaman. Aktivitas mikroba dipengaruhi oleh kadar air karena kondisi kelembaban pada kompos akan mempengaruhi suhu dan laju serapan oksigen dalam kompos. Namun, jika kadar air terlalu tinggi, akan timbul bau yang tidak sedap akibat kondisi anaerobik dan dapat menghentikan proses tersebut (Palaniveloo, 2020).

pH merupakan faktor penting yang mempengaruhi sebagian besar reaksi biokimia yang dikatalisis oleh enzim yang memungkinkan ketersediaan nutrisi dan kelarutan elemen mineral untuk mikroorganisme. Perubahan pH pada Pengomposan terjadi dalam tiga fase yaitu fase asidogenik 20 hari, di mana pH sekitar 5,4. Menjelang hari ke-40, fase netralitas terjadi secara singkat. Pada hari ke-50 terjadi fase alkalisasi dimana pH mencapai 7,8. PH akhir 8,1 yang sedikit basa membuat kompos menjadi produk yang aman untuk tanah dan tanaman.

Kualitas fisik kompos (meliputi warna, bau dan tekstur) memperlihatkan bahwa kualitas fisik kompos memenuhi syarat kriteria SNI 19-7030- 2004. Menurut Suwatanti, 2017, kompos memiliki bau seperti tanah dan warna kehitaman terbentuk akibat terjadinya. Sedangkan tekstur kompos berubah menjadi halus akibat dari aktivitas mikroba mendegradasi bahan organik. Dari tiga parameter fisik tersebut dapat menunjukkan ciri khas kualitas fisik kompos

yang baik. Menurut Ismayana et al. (2012), tekstur kompos yang baik apabila bentuk akhirnya sudah tidak menyerupai bentuk bahan, karena sudah hancur akibat penguraian alami oleh mikroorganisme yang hidup didalam kompos.

Larutan MOL limbah sayur yang mengandung mikroorganisme perombak bahan organik apabila sudah menunjukkan tanda-tanda air berubah menjadi keruh, potongan limbah sayur menjadi hancur dan mengeluarkan gas (Widiyaningrum, 2017). Berdasarkan pernyataan diatas MOL limbah sayur yang digunakan dalam penelitian ini mengandung sejumlah mikroorganisme yang bisa digunakan dalam proses pengomposan rumput laut *gracilaria sp.* menjadi pupuk organik cair menggantikan bakteri komersil EM4.

Pupuk cair organik yang dihasilkan dari percampuran antara Rumput laut *Gracilaria sp* dengan MOL sampah organik domestik dalam penelitian ini memiliki warna cokelat tua dan memiliki bau yang cukup menyegat seperti bau busuk, dan memiliki nilai pH berkisar 5,91, yang menunjukkan bahwa pupuk cair ini hampir ideal dalam mendukung ketersediaan unsur hara tanaman. Berdasarkan pendapat Nugroho (2013) bahwa karakteristik pupuk cair yang sudah matang memiliki pH yang mendekati netral yaitu 6,5-7, pupuk berwarna cokelat agak kekuningan dan memiliki bau cukup menyegat namun tidak menimbulkan bau busuk melainkan bau pupuk . sehingga pupuk organik cair dalam penelitian ini bisa dikatakan berhasil. Akan tetapi, bau busuk yang dihasilkan itu disebabkan karena belum selesainya proses penguraian dalam drum komposter dalam waktu 40 hari.

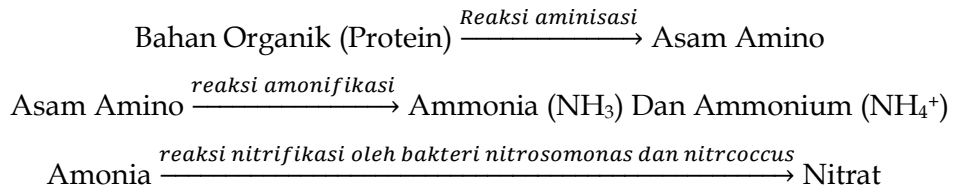
Proses pengomposan rumput laut membutuhkan waktu yang lama, hal ini dapat disebabkan oleh tingginya nilai rasio C/N rumput laut saat awal pengomposan. Rumput laut yang memiliki komponen utama polisakarida memiliki kandungan karbon yang tinggi, sedangkan unsur nitrogen sangat rendah. Chang dan Hsu (2008) melaporkan bahwa lama waktu pengomposan dan jumlah akumulasi CO<sub>2</sub> dipengaruhi secara linear oleh rasio C/N awal material, dimana nilai rasio C/N yang lebih tinggi akan menyebabkan waktu pengomposan yang lebih lama.

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman, yang ada pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan bagian-bagian vegetatif tanaman yaitu akar, batang dan daun. Apabila tanaman kekurangan nitrogen maka akan menyebabkan tanaman menjadi kerdil, daun menjadi kuning dan gugur, serta pertumbuhan akar terbatas Nitrogen diserap oleh akar tanaman dalam bentuk  $\text{NO}_3^-$  (nitrat) dan  $\text{NH}_4^+$  (amonium). Kandungan nitrogen dalam bentuk N-total yang didapatkan dari penelitian pupuk cair organik berbahan dasar rumput laut *Gracilaria sp.* dengan penambahan MOL kotoran sapi ini belum memenuhi persyaratan teknis permentan No.70/permentan/SR.140/10/2011.

Dari data diatas diketahui bahwa kadar nitrogen dari penelitian ini sebesar 0,10 % untuk campuran gracilaria sp.dengan kotoran sapi, 0,25 % untuk sampah domestik dan 0,10 % untuk campura Gracilaria sp. dengan sampah organik yang menandakan hasil kadarnya lebih rendah dari penelitian sebelumnya. Hal ini disebabkan karna rumput laut yang memiliki komponen utama polisakarida memiliki kandungan karbon yang tinggi, sedangkan unsur nitrogen sangat rendah (sedayu, 2014) maka dari itu kadar nitrogen dalam penelitian ini sangat rendah dikarenakan berbahan dasar rumput laut bahkan setelah ditambahkan kotoran sapi nilai kadar nitrogen tidak terlalu meningkat jauh. Kotoran sapi yang digunakan dalam penelitian ini bertindak sebagai bakteri yang membantu proses pengomposan. Untuk menambah kadar diperlukan bahan lain yang mengandung kadar nitrogen lebih tinggi dan nutrisi.

Kadar nitrogen yang terkandung dalam pupuk cair organik diperoleh dari perombakan bahan organik yaitu rumput laut *Gracilaria sp.* oleh bakteri nitrifikasi yang merubah ammonia menjadi nitrat pada akhir proses fermentasi. Selain itu mikroorganisme yang terkandung dalam kotoran sapi dan sampah organik juga menyumbang sejumlah protein sel tunggal yang diperoleh pada saat proses fermentasi, setelah selesai proses pembusukan (fermentasi), nitrogen akan dilepaskan kembali sebagai salah satu komponen yang terkandung dalam pupuk. Hal ini diperkuat oleh Sutedjo (2002) yang menyatakan bahwa berbagai

jenis unsur hara terutama N sebagai hasil uraian akan terikat dalam tubuh jasad renik dan kelak akan kembali setelah jasad-jasad renik mati. Berikut ini merupakan reaksi pembentukan nitrogen menurut Novizan (2005) :



Phospor terdapat dalam bentuk phitin, nuklein, dan fosfatide, merupakan bagian dari protoplasma dan inti sel. Sebagai bagian dari inti sel sangat penting dalam pembelahan sel, demikian pula bagi perkembangan jaringan meristem. Phospor diambil tanaman dalam bentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , dan  $\text{HPO}_4^-$ . Keseimbangan ion-ion ini dalam larutan tanah dikendalikan oleh pH tanah. Serapan fosfat terbesar terjadi pada kisaran pH 4,8-8,0 dan diatas atau dibawah nilai ini larutan tanah lebih banyak mengandung ion-ion fosfat. Tanaman menggunakan fosfor untuk mempercepat pertumbuhan akar, mempercepat terbentuknya bunga dan mempercepat pemasakan buah serta meningkatkan produksi biji-bijian. Kandungan phospor dalam bentuk  $\text{P}_2\text{O}_5$  pada penelitian pupuk organik cair berbahan dasar rumput laut *Gracilaria* sp. dengan penambahan MOL kotoran sapi ini belum memenuhi persyaratan teknis permentan No.70/permentan/SR.140/10/2011.

Dari data diatas diketahui bahwa kadar phospor dari penelitian ini sebesar 0,04 % untuk campuran *Gracilaria* sp. dengan kotoran sapi, 0,12 % untuk sampah domestik dan 0,003 untuk campuran *Gracilaria* sp. dengan sampah organik yang menandakan hasil kadarnya lebih tinggi dari penelitian sebelumnya. Akan tetapi biarpun hasil penelitian diatas lebih tinggi daripada penelitian sebelumnya juga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan diduga karena rendahnya kadar fosfor pada bahan baku rumput laut *Gracilaria* sp yang digunakan. Meskipun proses fermentasi sudah berjalan secara optimal karena adanya penambahan MOL dari kotoran sapi, namun karena kandungan fosfor yang terdapat pada rumput laut relatif rendah maka hasil yang diperoleh tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Menurut Alamsjah (2011), kadar fosfor dari sisa hasil panen *Gracilaria* sp. yang telah difermentasi dengan menggunakan fermentor berupa bakteri proteolitik hanya mengalami peningkatan yaitu dari 0,02% menjadi 0,06%. Hal ini juga diperkuat oleh Yustin *et. al.* (2005), yang menyatakan bahwa kadar fosfor pupuk yang berasal dari limbah cair pengolahan rumput laut sangat kecil jika dibandingkan dengan pupuk kimia yang beredar di pasaran. Kadar fosfor tertinggi terdapat pada pupuk organik cair dengan perlakuan penambahan kotoran sapi dibandingkan dengan penambahan sampah organik. Hal tersebut dikarenakan dimana kotoran sapi mengandung protein yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai sumber fosfor dan disertai dengan adanya dekomposisi senyawa protein oleh mikroorganisme yang terdapat didalam kotoran sapi tersebut sehingga kandungan fosfor pada perlakuan penambahan kotoran sapi ini mengalami peningkatan.

Kalium dibutuhkan oleh tanaman untuk mengatur mekanisme fotosintesis, sintesa protein, serta pembukaan stomata dan pasokan karbondioksida. apabila terjadi kekurangan kalium pada tanaman maka dapat menyebabkan ruas-ruas daun memendek, pinggiran daun berwarna coklat dan tanaman tidak bisa meninggi. Kandungan Kalium dalam bentuk  $K_2O$  pada penelitian pupuk organik cair berbahan dasar rumput laut *gracilaria* sp. dengan penambahan MOL kotoran sapi dan sampah organik ini belum memenuhi persyaratan teknis permentan No.70/permentan/SR.140/10/2011.

Pada data diatas menunjukkan kadar kalium tertinggi terdapat pada pupuk organik cair dengan percampuran rumput laut *gracilaria* sp. dengan sampah organik yaitu sebesar 0,01%. Peningkatan kadar kalium dikarenakan adanya proses dekomposisi yang dilakukan oleh mikroorganisme dekomposer yang berasal dari sampah organik tersebut. Hal ini diperkuat oleh Novizan (2012), terjadi peningkatan beberapa jenis unsur hara oleh jasad renik terutama nitrogen, fosfor, dan kalium. Unsur hara tersebut dapat kembali melalui pelapukan sisa makhluk hidup bila mikroorganisme tersebut mati. Rendahnya kadar kalium pada pupuk organik cair dengan percampuran rumput laut *gracilaria* sp. dengan kotoran sapi yaitu 0,0269%. Hal ini diduga kemungkinan

terjadinya pengendapan sehingga sebagian besar unsur kalium dalam pupuk tidak terdeteksi saat pengujian.

Selain itu kotoran sapi dan sampah organik masih memiliki kandungan kalium yang rendah sehingga dapat mempengaruhi kadar kalium pada pupuk organik cair. Hal ini diperkuat oleh Hadisuwito (2012), limbah dapat dijadikan bahan dasar pupuk organik cair. Kelemahan pupuk organik cair dari limbah adalah rendahnya kandungan unsur hara K (kalium). Meski demikian kadar kalium yang terdapat pada pupuk organik cair rumput laut *Gracilaria* sp. pada semua perlakuan jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan pupuk organik pada penelitian sebelumnya yaitu 10,28% (Sedayu, 2014).

Berdasarkan hasil pengamatan pada morfologi koloni isolat, didapatkan isolat yang berhasil diisolasi pada pupuk cair *Glcilaria* sp dengan penambahan limbah rumah tangga dan kotoran sapi berjumlah 79 isolat. Masing-masing isolat bakteri memiliki karakteristik morfologi yang berbeda-beda. Karakteristik koloni bakteri yang diamati meliputi bentuk, warna, elevasi, dan tepian. Terlihat pada tabel 7 terdapat bentuk koloni yang dominan yaitu bundar dan irregular. Sedangkan warna koloni yang muncul setelah isolasi yaitu putih, merah muda, kuning, krim dan putih kehijauan. Identifikasi morfologi sel mikroba menggunakan pewarnaan gram yaitu dengan melihat kemampuan dinding sel bakteri dalam menyerap zat warna kristal ungu dan atau safranin setelah sel bakteri difikisasi pada kaca objek (Dwijoseputro, 1989 dalam Ginting 2019).

Jumlah isolat Gram positif yaitu 40 isolat. Pada hari pertama isolasi didapatkan 11 isolat Gram positif. Isolat bakteri Gram positif mampu mengikat kristal violet lebih kuat dari pada dengan safranin, sehingga bakteri berwarna ungu. Bakteri Gram positif mampu mempertahankan zat warna utama dalam pewarnaan Gram, yaitu Gentian Violet. Sehingga nampak warna ungu saat pengamatan hal ini dikarenakan dinding sel kelompok bakteri tersusun oleh sebagian besar peptidoglikan yang mampu mengikat zat warna dan tidak rusak saat dicuci dengan alkohol sekalipun.

Sedangkan isolat gram negatif berjumlah 39 isolat. Pada hari pertama isolasi isolat Gram negatif berjumlah 18 isolat. Bakteri Gram negatif ditandai dengan sel yang berwarna merah karena kemampuan bakteri dalam mengikat safranin sangat kuat. Komponen dinding sel bakteri Gram negatif sebagian besar tersusun oleh lapisan lipid, sehingga pada saat pewarnaan kurang dapat mempertahankan zat warna utama pada saat dicuci dengan alkohol (lipid mengalami kerusakan pada saat dicuci dengan alkohol) akibatnya kelompok bakteri ini terlihat berwarna merah pada hasil pewarnaan Gram.

Bentuk morfologi isolat yang didapat pada isolasi pupuk cair *Glacilaria* sp yaitu coccus 16 isolat, bacill 7 isolat, diplococcus 4 isolat, streptococcus 1 dan streptobacillus 1 isolat. Isolasi bakteri pada pupuk cair *Glacilaria* dengan penambahan limbah rumah tangga berjumlah 14 isolat, bacill 2, diplococcus 5, streptobacilli 1, staphylococcus 1 dan streptococcus 1. Dan isolasi bakteri pada pupuk cair *Glacilaria* sp dengan penambahan kotoran sapi berjumlah 11 isolat, bacill 5 isolat, diplococcus 3 isolat, streptobacillus 5 isolat dan streptococcus 1 isolat. Dari hasil isolasi mikroba yang didapat diketahui bahwa terjadi penurunan jumlah isolat pada tiap perlakuan.

Menurut Ginting (2019), memaparkan bahwa setiap isolat memiliki karakteristik morfologi yang berbeda. Terdapat lima isolat yang berhasil di isolasi dari *Glacilaria* sp. Bentuk koloni bakteri dominan tidak bulat atau irregular. Sedangkan Kelima isolat bakteri simbion *Glacilaria* sp mirip *Portieria* sp. didominasi warna kuning dan putih yaitu dengan bentuk koloni dominan ,bulat.

Berdasarkan tabel 2, semakin lama proses pengomposan jumlah isolat yang diperoleh semakin sedikit. Penurunan jumlah isolat mikroorganisme terjadi seiringin dengan perubahan faktor fisik pada kompos. Pada penelitian (Chinakwe, 2019), melaporkan bahwa suhu berperan penting dalam jumlah dan jenis mikroorganisme pada proses pengomposan. 20 dan 40 ° C, itu adalah pergantian yang mesofilik, tetapi mikroorganisme termofilik hanya aktif pada suhu antara 40 dan 70 ° C. Selain itu, kepadatan bakteri selalu lebih tinggi daripada kepadatan jamur berapapun lama masa pengomposannya. Peningkatan



suhu menyebabkan penurunan dan jumlah mikroba meningkat pada hari ke 20 sampai hari ke 25 pengomposan.

Penurunan jumlah jamur disebabkan oleh kondisi yang tidak menguntungkan untuk perkembangbiakannya. Pada hari ke-20, aktivitas intens mikro-organisme menghasilkan kenaikan suhu yang memungkinkan munculnya bakteri termofilik dan terjadi penurunan pada bakteri mesofil. Pada tahap ini sebagian mikroba nonaktif atau bahkan mengalami kematian oleh karena itu pada tahap ini bakteri termofilik yang bekerja dalam mendegradasi bahan organik pada kompos. Kemudian pada hari ke 40, penurunan suhu terjadi, atau mulai memasuki fase pendinginan, pada fase ini juga terjadi lagi pergantian jenis bakteri, yaitu bakteri termofilik mengalami penurunan dan di gantikan dengan bakteri mesofilik yang baru.

Bakteri yang paling umum ditemukan pada proses kompos yaitu bakteri mesofilik (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus xyloseus*, *Bacillus* sp. *B. subtilis*, *B. brevis*, *B. polymyxa* dan *Klebsiella pneumonia*). Hasil penelitian yang diperoleh (Saidi dkk., 2008) juga menyebutkan bahwa kenaikan suhu kompos hingga 65°C untuk membunuh paling banyak patogen. Pada penelitian kali ini, jumlah bakteri mesofilik dan kapang cukup tinggi pada tahap awal dan akhir pengomposan. Spesies bakteri mesofilik yaitu *Staphylococcus* sp. *Bacillus* sp. memulai siklus kompos pertama dengan jumlah yang sedikit dan jumlah anggotanya bertambah. Bakteri termofilik muncul pada siklus pemanasan. Bakteri mesofilik dianggap sebagai pengurai primer, sedangkan bakteri termofilik adalah pengurai sekunder (Hefnawy, 2013).

Secara umum jumlah bakteri sedikit lebih banyak diperoleh pada perlakuan pengomposan *Gracilaria* sp dengan penambahan limbah rumah tangga. Hal ini mungkin disebabkan komposisi dari limbah rumah tangga lebih kompleks. Limbah rumah tangga yang terdiri dari sisa makanan dapat terdiri dari karbohidrat, protein, lipid serta sejumlah kecil senyawa anorganik. Komposisinya bervariasi sesuai dengan jenis sisa makanan dan penyusunnya. Sisa makanan yang dibuang dari dapur akan mengandung sekitar 60-80%

kelembaban, 3-5% abu, 40-60% karbohidrat, 18-30% volatil, 10-30% protein, 15-40% lemak, dan 45-65% karbon. Sisa makanan seperti ikan dan daging, mengandung rata-rata tiga kali lebih tinggi kandungan protein dan kelembaban yaitu sekitar 4-7%. Sedangkan makanan gandum terdiri dari komposisi tinggi bahan yang mudah menguap dan karbohidrat yang berada di kisaran 88- 92% masing -masing. Salah satu ciri khas dari limbah makanan yang menjadikannya media awal yang sesuai adalah kadar air yang tinggi dan struktur fisik yang rendah, sehingga mudah diuraikan oleh suhu dan mikroorganismenya. Hal inilah yang memicu pertumbuhan bakteri. Kepadatan bakteri yang cukup tinggi apabila kompos yang dicampur dengan sisa limbah makanan karena banyak terkandung bahan organik yang dibutuhkan mikroba untuk berkembang biak (Palaniveloo, 2020).

Larutan MOL limbah sayur yang mengandung mikroorganismenya perombak bahan organik apabila sudah menunjukkan tanda-tanda air berubah menjadi keruh, potongan limbah sayur menjadi hancur dan mengeluarkan gas (Widiyaningrum, 2017). Berdasarkan pernyataan di atas MOL limbah sayur yang digunakan dalam penelitian ini mengandung sejumlah mikroorganismenya yang bisa digunakan dalam proses pengomposan rumput laut *Gracilaria sp.* menjadi pupuk organik cair menggantikan bakteri komersil EM4.

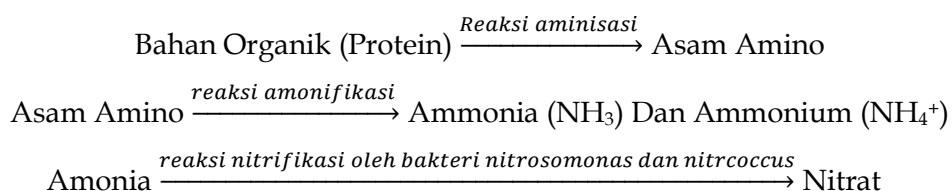
Pupuk cair organik yang dihasilkan dari percampuran antara Rumput laut *Gracilaria sp* dengan MOL sampah organik domestik dalam penelitian ini memiliki warna cokelat tua dan memiliki bau yang cukup menyengat seperti bau busuk, dan memiliki nilai pH berkisar 5,91, yang menunjukkan bahwa pupuk cair ini hampir ideal dalam mendukung ketersediaan unsur hara tanaman. Berdasarkan pendapat Nugroho (2013) bahwa karakteristik pupuk cair yang sudah matang memiliki pH yang mendekati netral yaitu 6,5-7, pupuk berwarna cokelat agak kekuningan dan memiliki bau cukup menyengat namun tidak menimbulkan bau busuk melainkan bau pupuk . sehingga pupuk organik cair dalam penelitian ini bisa dikatakan berhasil. Akan tetapi, bau busuk yang dihasilkan itu disebabkan karena belum selesainya proses penguraian dalam drum komposter dalam waktu 40 hari.

Proses pengomposan rumput laut membutuhkan waktu yang lama, hal ini dapat disebabkan oleh tingginya nilai rasio C/N rumput laut saat awal pengomposan. Rumput laut yang memiliki komponen utama polisakarida memiliki kandungan karbon yang tinggi, sedangkan unsur nitrogen sangat rendah. Chang dan Hsu (2008) melaporkan bahwa lama waktu pengomposan dan jumlah akumulasi CO<sub>2</sub> dipengaruhi secara linear oleh rasio C/N awal material, dimana nilai rasio C/N yang lebih tinggi akan menyebabkan waktu pengomposan yang lebih lama.

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman, yang ada pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan bagian-bagian vegetatif tanaman yaitu akar, batang dan daun. Apabila tanaman kekurangan nitrogen maka akan menyebabkan tanaman menjadi kerdil, daun menjadi kuning dan gugur, serta pertumbuhan akar terbatas Nitrogen diserap oleh akar tanaman dalam bentuk NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (nitrat) dan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (amonium). Kandungan nitrogen dalam bentuk N-total yang didapatkan dari penelitian pupuk cair organik berbahan dasar rumput laut *Gracilaria sp.* dengan penambahan MOL kotoran sapi ini belum memenuhi persyaratan teknis permentan No.70/permentan/SR.140/10/2011.

Dari data diatas diketahui bahwa kadar nitrogen dari penelitian ini sebesar 0,10 % untuk campuran gracilaria sp.dengan kotoran sapi, 0,25 % untuk sampah domestik dan 0,10 % untuk campura Gracilaria sp. dengan sampah organik yang menandakan hasil kadarnya lebih rendah dari penelitian sebelumnya. Hal ini disebabkan karna rumput laut yang memiliki komponen utama polisakarida memiliki kandungan karbon yang tinggi, sedangkan unsur nitrogen sangat rendah (sedayu, 2014) maka dari itu kadar nitrogen dalam penelitian ini sangat rendah dikarenakan berbahan dasar rumput laut bahkan setelah ditambahkan kotoran sapi nilai kadar nitrogen tidak terlalu meningkat jauh. Kotoran sapi yang digunakan dalam penelitian ini bertindak sebagai bakteri yang membantu proses pengomposan. Untuk menambah kadar diperlukan bahan lain yang mengandung kadar nitrogen lebih tinggi dan nutrisi.

Kadar nitrogen yang terkandung dalam pupuk cair organik diperoleh dari perombakan bahan organik yaitu rumput laut *Gracilaria sp.* oleh bakteri nitrifikasi yang merubah ammonia menjadi nitrat pada akhir proses fermentasi. Selain itu mikroorganismenya yang terkandung dalam kotoran sapi dan sampah organik juga menyumbang sejumlah protein sel tunggal yang diperoleh pada saat proses fermentasi, setelah selesai proses pembusukan (fermentasi), nitrogen akan dilepaskan kembali sebagai salah satu komponen yang terkandung dalam pupuk. Hal ini diperkuat oleh Sutedjo (2002) yang menyatakan bahwa berbagai jenis unsur hara terutama N sebagai hasil uraian akan terikat dalam tubuh jasad renik dan kelak akan kembali setelah jasad-jasad renik mati. Berikut ini merupakan reaksi pembentukan nitrogen menurut Novizan (2005) :



Phospor terdapat dalam bentuk phitin, nuklein, dan fosfatide, merupakan bagian dari protoplasma dan inti sel. Sebagai bagian dari inti sel sangat penting dalam pembelahan sel, demikian pula bagi perkembangan jaringan meristem. Phospor diambil tanaman dalam bentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , dan  $\text{HPO}_4^-$ . Keseimbangan ion-ion ini dalam larutan tanah dikendalikan oleh pH tanah. Serapan fosfat terbesar terjadi pada kisaran pH 4,8-8,0 dan diatas atau dibawah nilai ini larutan tanah lebih banyak mengandung ion-ion fosfat. Tanaman menggunakan fosfor untuk mempercepat pertumbuhan akar, mempercepat terbentuknya bunga dan mempercepat pemasakan buah serta meningkatkan produksi biji-bijian. Kandungan phospor dalam bentuk  $\text{P}_2\text{O}_5$  pada penelitian pupuk organik cair berbahan dasar rumput laut *gracilaria sp.* dengan penambahan MOL kotoran sapi ini belum memenuhi persyaratan teknis permentan No.70/permentan/SR.140/10/2011.

Dari data diatas diketahui bahwa kadar phospor dari penelitian ini sebesar 0,04 % untuk campuran *gracilaria sp.* dengan kotoran sapi, 0,12 % untuk sampah domestik dan 0,003 untuk campuran *Gracilaria sp.* dengan sampah

organik yang menandakan hasil kadarnya lebih tinggi dari penelitian sebelumnya. Akan tetapi biarpun hasil penelitian diatas lebih tinggi daripada penelitian sebelumnya juga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan diduga karena rendahnya kadar fosfor pada bahan baku rumput laut *Gracilaria* sp yang digunakan. Meskipun proses fermentasi sudah berjalan secara optimal karena adanya penambahan MOL dari kotoran sapi, namun karena kandungan fosfor yang terdapat pada rumput laut relatif rendah maka hasil yang diperoleh tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Menurut Alamsjah (2011), kadar fosfor dari sisa hasil panen *Gracilaria* sp. yang telah difermentasi dengan menggunakan fermentor berupa bakteri proteolitik hanya mengalami peningkatan yaitu dari 0,02% menjadi 0,06%. Hal ini juga diperkuat oleh Yustin *et. al.* (2005), yang menyatakan bahwa kadar fosfor pupuk yang berasal dari limbah cair pengolahan rumput laut sangat kecil jika dibandingkan dengan pupuk kimia yang beredar di pasaran. Kadar fosfor tertinggi terdapat pada pupuk organik cair dengan perlakuan penambahan kotoran sapi dibandingkan dengan penambahan sampah organik. Hal tersebut dikarenakan dimana kotoran sapi mengandung protein yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai sumber fosfor dan disertai dengan adanya dekomposisi senyawa protein oleh mikroorganisme yang terdapat didalam kotoran sapi tersebut sehingga kandungan fosfor pada perlakuan penambahan kotoran sapi ini mengalami peningkatan.

Kalium dibutuhkan oleh tanaman untuk mengatur mekanisme fotosintesis, sintesa protein, serta pembukaan stomata dan pasokan karbondioksida. apabila terjadi kekurangan kalium pada tanaman maka dapat menyebabkan ruas-ruas daun memendek, pinggiran daun berwarna coklat dan tanaman tidak bisa meninggi. Kandungan Kalium dalam bentuk  $K_2O$  pada penelitian pupuk organik cair berbahan dasar rumput laut *gracilaria* sp. dengan penambahan MOL kotoran sapi dan sampah organik ini belum memenuhi persyaratan teknis permentan No.70/permentan/SR.140/10/2011.

Pada data diatas menunjukkan kadar kalium tertinggi terdapat pada pupuk organik cair dengan percampuran rumput laut *gracilaria* sp. dengan

sampah organik yaitu sebesar 0,01%. Peningkatan kadar kalium dikarenakan adanya proses dekomposisi yang dilakukan oleh mikroorganisme dekomposer yang berasal dari sampah organik tersebut. Hal ini diperkuat oleh Novizan (2012), terjadi peningkatan beberapa jenis unsur hara oleh jasad renik terutama nitrogen, fosfor, dan kalium. Unsur hara tersebut dapat kembali melalui pelapukan sisa makhluk hidup bila mikroorganisme tersebut mati. Rendahnya kadar kalium pada pupuk organik cair dengan percampuran rumput laut *Gracilaria* sp. dengan kotoran sapi yaitu 0,0269%. Hal ini diduga kemungkinan terjadinya pengendapan sehingga sebagian besar unsur kalium dalam pupuk tidak terdeteksi saat pengujian.

Selain itu kotoran sapi dan sampah organik masih memiliki kandungan kalium yang rendah sehingga dapat mempengaruhi kadar kalium pada pupuk organik cair. Hal ini diperkuat oleh Hadisuwito (2012), limbah dapat dijadikan bahan dasar pupuk organik cair. Kelemahan pupuk organik cair dari limbah adalah rendahnya kandungan unsur hara K (kalium). Meski demikian kadar kalium yang terdapat pada pupuk organik cair rumput laut *Gracilaria* sp. pada semua perlakuan jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan pupuk organik pada penelitian sebelumnya yaitu 10,28% (Sedayu, 2014).

Berdasarkan hasil pengamatan pada morfologi koloni isolat, didapatkan isolat yang berhasil diisolasi pada pupuk cair *Glcilaria* sp dengan penambahan limbah rumah tangga dan kotoran sapi berjumlah 79 isolat. Masing-masing isolat bakteri memiliki karakteristik morfologi yang berbeda-beda. Karakteristik koloni bakteri yang diamati meliputi bentuk, warna, elevasi, dan tepian. Terlihat pada tabel 7 terdapat bentuk koloni yang dominan yaitu bundar dan irregular. Sedangkan warna koloni yang muncul setelah isolasi yaitu putih, merah muda, kuning, krim dan putih kehijauan. Identifikasi morfologi sel mikroba menggunakan pewarnaan gram yaitu dengan melihat kemampuan dinding sel bakteri dalam menyerap zat warna kristal ungu dan atau safranin setelah sel bakteri difikisasi pada kaca objek (Dwijoseputro, 1989 dalam Ginting 2019).

Jumlah isolat Gram positif yaitu 40 isolat. Pada hari pertama isolasi didapatkan 11 isolat Gram positif. Isolat bakteri Gram positif mampu mengikat kristal violet lebih kuat dari pada dengan safranin, sehingga bakteri berwarna ungu. Bakteri Gram positif mampu mempertahankan zat warna utama dalam pewarnaan Gram, yaitu Gentian Violet. Sehingga nampak warna ungu saat pengamatan hal ini dikarenakan dinding sel kelompok bakteri tersusun oleh sebagian besar peptidoglikan yang mampu mengikat zat warna dan tidak rusak saat dicuci dengan alkohol sekalipun.

Sedangkan isolat gram negatif berjumlah 39 isolat. Pada hari pertama isolasi isolat Gram negatif berjumlah 18 isolat. Bakteri Gram negatif ditandai dengan sel yang berwarna merah karena kemampuan bakteri dalam mengikat safranin sangat kuat. Komponen dinding sel bakteri Gram negatif sebagian besar tersusun oleh lapisan lipid, sehingga pada saat pewarnaan kurang dapat mempertahankan zat warna utama pada saat dicuci dengan alkohol (lipid mengalami kerusakan pada saat dicuci dengan alkohol) akibatnya kelompok bakteri ini terlihat berwarna merah pada hasil pewarnaan Gram.

Bentuk morfologi isolat yang didapat pada isolasi pupuk cair *Glacilaria* sp yaitu coccus 16 isolat, bacill 7 isolat, diplococcus 4 isolat, streptococcus 1 dan streptobacillus 1 isolat. Isolasi bakteri pada pupuk cair *Glacilaria* dengan penambahan limbah rumah tangga berjumlah 14 isolat, bacill 2, diplococcus 5, streptobacilli 1, staphylococcus 1 dan streptococcus 1. Dan isolasi bakteri pada pupuk cair *Glacilaria* sp dengan penambahan kotoran sapi berjumlah 11 isolat, bacill 5 isolat, diplococcus 3 isolat, streptobacillus 5 isolat dan streptococcus 1 isolat. Dari hasil isolasi mikroba yang didapat diketahui bahwa terjadi penurunan jumlah isolat pada tiap perlakuan.

Menurut Ginting (2019), memaparkan bahwa setiap isolat memiliki karakteristik morfologi yang berbeda. Terdapat lima isolat yang berhasil di isolasi dari *Glacilaria* sp. Bentuk koloni bakteri dominan tidak bulat atau irregular. Sedangkan Kelima isolat bakteri simbion *Glacilaria* sp mirip *Portieria* sp. didominasi warna kuning dan putih yaitu dengan bentuk koloni dominan ,bulat.

Berdasarkan tabel 2, semakin lama proses pengomposan jumlah isolat yang diperoleh semakin sedikit. Penurunan jumlah isolat mikroorganisme terjadi seiring dengan perubahan faktor fisik pada kompos. Pada penelitian (Chinakwe, 2019), melaporkan bahwa suhu berperan penting dalam jumlah dan jenis mikroorganisme pada proses pengomposan. 20 dan 40 ° C, itu adalah pergantian yang mesofilik, tetapi mikroorganisme termofilik hanya aktif pada suhu antara 40 dan 70 ° C. Selain itu, kepadatan bakteri selalu lebih tinggi daripada kepadatan jamur berapapun lama masa pengomposannya. Peningkatan suhu menyebabkan penurunan dan jumlah mikroba meningkat pada hari ke 20 sampai hari ke 25 pengomposan.

Penurunan jumlah jamur disebabkan oleh kondisi yang tidak menguntungkan untuk perkembangbiakannya. Pada hari ke-20, aktivitas intens mikro-organisme menghasilkan kenaikan suhu yang memungkinkan munculnya bakteri termofilik dan terjadi penurunan pada bakteri mesofil. Pada tahap ini sebagian mikroba nonaktif atau bahkan mengalami kematian oleh karena itu pada tahap ini bakteri termofilik yang bekerja dalam mendegradasi bahan organik pada kompos. Kemudian pada hari ke 40, penurunan suhu terjadi, atau mulai memasuki fase pendinginan, pada fase ini juga terjadi lagi pergantian jenis bakteri, yaitu bakteri termofilik mengalami penurunan dan di gantikan dengan bakteri mesofilik yang baru.

Bakteri yang paling umum ditemukan pada proses kompos yaitu bakteri mesofilik (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus xyloseus*, *Bacillus* sp. *B. subtilis*, *B. brevis*, *B. polymyxa* dan *Klebsiella pneumonia*). Hasil penelitian yang diperoleh (Saidi dkk., 2008) juga menyebutkan bahwa kenaikan suhu kompos hingga 65°C untuk membunuh paling banyak patogen. Pada penelitian kali ini, jumlah bakteri mesofilik dan kapang cukup tinggi pada tahap awal dan akhir pengomposan. Spesies bakteri mesofilik yaitu *Staphylococcus* sp. *Bacillus* sp. memulai siklus kompos pertama dengan jumlah yang sedikit dan jumlah anggotanya bertambah. Bakteri termofilik muncul pada siklus pemanasan. Bakteri mesofilik dianggap sebagai pengurai primer, sedangkan bakteri termofilik adalah pengurai sekunder (Hefnawy, 2013).



Secara umum jumlah bakteri sedikit lebih banyak diperoleh pada perlakuan pengomposan *Gracilaria* sp dengan penambahan limbah rumah tangga. Hal ini mungkin disebabkan komposisi dari limbah rumah tangga lebih kompleks. Limbah rumah tangga yang terdiri dari sisa makanan dapat terdiri dari karbohidrat, protein, lipid serta sejumlah kecil senyawa anorganik. Komposisinya bervariasi sesuai dengan jenis sisa makanan dan penyusunnya. Sisa makanan yang dibuang dari dapur akan mengandung sekitar 60–80% kelembaban, 3–5% abu, 40–60% karbohidrat, 18–30% volatil, 10–30% protein, 15–40% lemak, dan 45–65% karbon. Sisa makanan seperti ikan dan daging, mengandung rata-rata tiga kali lebih tinggi kandungan protein dan kelembaban yaitu sekitar 4–7%. Sedangkan makanan gandum terdiri dari komposisi tinggi bahan yang mudah menguap dan karbohidrat yang berada di kisaran 88–92% masing-masing. Salah satu ciri khas dari limbah makanan yang menjadikannya media awal yang sesuai adalah kadar air yang tinggi dan struktur fisik yang rendah, sehingga mudah diuraikan oleh suhu dan mikroorganisme. Hal inilah yang memicu pertumbuhan bakteri. Kepadatan bakteri yang cukup tinggi apabila kompos yang dicampur dengan sisa limbah makanan karena banyak terkandung bahan organik yang dibutuhkan mikroba untuk berkembang biak (Palaniveloo, 2020).

Selain itu kotoran sapi dan sampah organik masih memiliki kandungan kalium yang rendah sehingga dapat mempengaruhi kadar kalium pada pupuk organik cair. Hal ini diperkuat oleh Hadisuwito (2012), limbah dapat dijadikan bahan dasar pupuk organik cair. Kelemahan pupuk organik cair dari limbah adalah rendahnya kandungan unsur hara K (kalium). Meski demikian kadar kalium yang terdapat pada pupuk organik cair rumput laut *Gracilaria* sp. pada semua perlakuan jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan pupuk organik pada penelitian sebelumnya yaitu 10,28% (Sedayu, 2014).

Berdasarkan tabel 2, semakin lama proses pengomposan jumlah isolat yang diperoleh semakin sedikit. Penurunan jumlah isolat mikroorganisme terjadi seiring dengan perubahan faktor fisik pada kompos. Pada penelitian (Chinakwe, 2019), melaporkan bahwa suhu berperan penting dalam jumlah dan

jenis mikroorganisme pada proses pengomposan. 20 dan 40 ° C, itu adalah pergantian yang mesofilik, tetapi mikroorganisme termofilik hanya aktif pada suhu antara 40 dan 70 ° C. Selain itu, kepadatan bakteri selalu lebih tinggi daripada kepadatan jamur berapapun lama masa pengomposannya. Peningkatan suhu menyebabkan penurunan dan jumlah mikroba meningkat pada hari ke 20 sampai hari ke 25 pengomposan.

Penurunan jumlah jamur disebabkan oleh kondisi yang tidak menguntungkan untuk perkembangbiakannya. Pada hari ke-20, aktivitas intens mikro-organisme menghasilkan kenaikan suhu yang memungkinkan munculnya bakteri termofilik dan terjadi penurunan pada bakteri mesofil. Pada tahap ini sebagian mikroba nonaktif atau bahkan mengalami kematian oleh karena itu pada tahap ini bakteri termofilik yang bekerja dalam mendegradasi bahan organik pada kompos. Kemudian pada hari ke 40, penurunan suhu terjadi, atau mulai memasuki fase pendinginan, pada fase ini juga terjadi lagi pergantian jenis bakteri, yaitu bakteri termofilik mengalami penurunan dan di gantikan dengan bakteri mesofilik yang baru.

Phospor terdapat dalam bentuk phitin, nuklein, dan fosfatide, merupakan bagian dari protoplasma dan inti sel. Sebagai bagian dari inti sel sangat penting dalam pembelahan sel, demikian pula bagi perkembangan jaringan meristem. Phospor diambil tanaman dalam bentuk  $H_2PO_4^-$ , dan  $HPO_4^{2-}$ . Keseimbangan ion-ion ini dalam larutan tanah dikendalikan oleh pH tanah. Serapan fosfat terbesar terjadi pada kisaran pH 4,8-8,0 dan diatas atau dibawah nilai ini laruta tanah lebih banyak mengandung ion-ion phosfat. Tanaman menggunakan fosfor untuk mempercepat pertumbuhan akar, mempercepat terbentuknya bunga dan mempercepat pemasakan buah serta meningkatkan produksi biji-bijian. Kandungan phospor dalam bentuk  $P_2O_5$  pada penelitian pupuk organik cair berbahan dasar rumput laut gracilaria sp. dengan penambahan MOL kotoran sapi ini belum memenuhi persyaratan teknis permentan No.70/permentan/SR.140/10/2011.

Dari data diatas diketahui bahwa kadar phospor dari penelitian ini sebesar 0,04 % untuk campuran gracilaria sp.dengan kotoran sapi, 0,12 % untuk

sampah domestik dan 0,003 untuk campuran *Gracilaria* sp. dengan sampah organik yang menandakan hasil kadarnya lebih tinggi dari penelitian sebelumnya. Akan tetapi biarpun hasil penelitian diatas lebih tinggi daripada penelitian sebelumnya juga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan diduga karena rendahnya kadar fosfor pada bahan baku rumput laut *Gracilaria* sp yang digunakan. Meskipun proses fermentasi sudah berjalan secara optimal karena adanya penambahan MOL dari kotoran sapi, namun karena kandungan fosfor yang terdapat pada rumput laut relatif rendah maka hasil yang diperoleh tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Menurut Alamsjah (2011), kadar fosfor dari sisa hasil panen *Gracilaria* sp. yang telah difermentasi dengan menggunakan fermentor berupa bakteri proteolitik hanya mengalami peningkatan yaitu dari 0,02% menjadi 0,06%. Hal ini juga diperkuat oleh Yustin *et. al.* (2005), yang menyatakan bahwa kadar fosfor pupuk yang berasal dari limbah cair pengolahan rumput laut sangat kecil jika dibandingkan dengan pupuk kimia yang beredar di pasaran. Kadar fosfor tertinggi terdapat pada pupuk organik cair dengan perlakuan penambahan kotoran sapi dibandingkan dengan penambahan sampah organik. Hal tersebut dikarenakan dimana kotoran sapi mengandung protein yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai sumber fosfor dan disertai dengan adanya dekomposisi senyawa protein oleh mikroorganisme yang terdapat didalam kotoran sapi tersebut sehingga kandungan fosfor pada perlakuan penambahan kotoran sapi ini mengalami peningkatan.

Selain itu kotoran sapi dan sampah organik masih memiliki kandungan kalium yang rendah sehingga dapat mempengaruhi kadar kalium pada pupuk organik cair. Hal ini diperkuat oleh Hadisuwito (2012), limbah dapat dijadikan bahan dasar pupuk organik cair. Kelemahan pupuk organik cair dari limbah adalah rendahnya kandungan unsur hara K (kalium). Meski demikian kadar kalium yang terdapat pada pupuk organik cair rumput laut *Gracilaria* sp. pada semua perlakuan jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan pupuk organik pada penelitian sebelumnya yaitu 10,28% (Sedayu, 2014).

Berdasarkan tabel 2, semakin lama proses pengomposan jumlah isolat yang diperoleh semakin sedikit. Penurunan jumlah isolat mikroorganisme terjadi seiring dengan perubahan faktor fisik pada kompos. Pada penelitian (Chinakwe, 2019), melaporkan bahwa suhu berperan penting dalam jumlah dan jenis mikroorganisme pada proses pengomposan. 20 dan 40 ° C, itu adalah pergantian yang mesofilik, tetapi mikroorganisme termofilik hanya aktif pada suhu antara 40 dan 70 ° C. Selain itu, kepadatan bakteri selalu lebih tinggi daripada kepadatan jamur berapapun lama masa pengomposannya. Peningkatan suhu menyebabkan penurunan dan jumlah mikroba meningkat pada hari ke 20 sampai hari ke 25 pengomposan.

Penurunan jumlah jamur disebabkan oleh kondisi yang tidak menguntungkan untuk perkembangbiakannya. Pada hari ke-20, aktivitas intens mikro-organisme menghasilkan kenaikan suhu yang memungkinkan munculnya bakteri termofilik dan terjadi penurunan pada bakteri mesofil. Pada tahap ini sebagian mikroba nonaktif atau bahkan mengalami kematian oleh karena itu pada tahap ini bakteri termofilik yang bekerja dalam mendegradasi bahan organik pada kompos. Kemudian pada hari ke 40, penurunan suhu terjadi, atau mulai memasuki fase pendinginan, pada fase ini juga terjadi lagi pergantian jenis bakteri, yaitu bakteri termofilik mengalami penurunan dan di gantikan dengan bakteri mesofilik yang baru.

Phospor terdapat dalam bentuk phitin, nuklein, dan fosfatide, merupakan bagian dari protoplasma dan inti sel. Sebagai bagian dari inti sel sangat penting dalam pembelahan sel, demikian pula bagi perkembangan jaringan meristem. Phospor diambil tanaman dalam bentuk  $H_2PO_4^-$ , dan  $HPO_4^-$ . Keseimbangan ion-ion ini dalam larutan tanah dikendalikan oleh pH tanah. Serapan fosfat terbesar terjadi pada kisaran pH 4,8-8,0 dan diatas atau dibawah nilai ini larutan tanah lebih banyak mengandung ion-ion fosfat. Tanaman menggunakan fosfor untuk mempercepat pertumbuhan akar, mempercepat terbentuknya bunga dan mempercepat pemasakan buah serta meningkatkan produksi biji-bijian. Kandungan phospor dalam bentuk  $P_2O_5$  pada penelitian pupuk organik cair berbahan dasar rumput laut *gracilaria sp.* dengan penambahan MOL kotoran

sapi ini belum memenuhi persyaratan teknis permentan No.70/permentan/SR.140/10/2011.

Dari data diatas diketahui bahwa kadar phospor dari penelitian ini sebesar 0,04 % untuk campuran gracilaria sp.dengan kotoran sapi, 0,12 % untuk sampah domestik dan 0,003 untuk campuran Gracilaria sp. dengan sampah organik yang menandakan hasil kadarnya lebih tinggi dari penelitian sebelumnya. Akan tetapi biarpun hasil penelitian diatas lebih tinggi daripada penelitian sebelumnya juga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan diduga karena rendahnya kadar fosfor pada bahan baku rumput laut *Gracilaria* sp yang digunakan. Meskipun proses fermentasi sudah berjalan secara optimal karena adanya penambahan MOL dari kotoran sapi, namun karena kandungan fosfor yang terdapat pada rumput laut relatif rendah maka hasil yang diperoleh tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Menurut Alamsjah (2011), kadar fosfor dari sisa hasil panen *Gracilaria* sp. yang telah difermentasi dengan menggunakan fermentor berupa bakteri proteolitik hanya mengalami peningkatan yaitu dari 0,02% menjadi 0,06%. Hal ini juga diperkuat oleh Yustin *et. al.* (2005), yang menyatakan bahwa kadar fosfor pupuk yang berasal dari limbah cair pengolahan rumput laut sangat kecil jika dibandingkan dengan pupuk kimia yang beredar di pasaran. Kadar fosfor tertinggi terdapat pada pupuk organik cair dengan perlakuan penambahan kotoran sapi dibandingkan dengan penambahan sampah organik. Hal tersebut dikarenakan dimana kotoran sapi mengandung protein yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai sumber fosfor dan disertai dengan adanya dekomposisi senyawa protein oleh mikroorganisme yang terdapat didalam kotoran sapi tersebut sehingga kandungan fosfor pada perlakuan penambahan kotoran sapi ini mengalami peningkatan.

Penurunan jumlah jamur disebabkan oleh kondisi yang tidak menguntungkan untuk perkembangbiakannya. Pada hari ke-20, aktivitas intens mikro-organisme menghasilkan kenaikan suhu yang memungkinkan munculnya bakteri termofilik dan terjadi penurunan pada bakteri mesofil. Pada tahap ini sebagian mikroba nonaktif atau bahkan mengalami kematian oleh karena itu

pada tahap ini bakteri termofilik yang bekerja dalam mendegradasi bahan organik pada kompos. Kemudian pada hari ke 40, penurunan suhu terjadi, atau mulai memasuki fase pendinginan, pada fase ini juga terjadi lagi pergantian jenis bakteri, yaitu bakteri termofilik mengalami penurunan dan di gantikan dengan bakteri mesofilik yang baru.

Phospor terdapat dalam bentuk phitin, nuklein, dan fosfatide, merupakan bagian dari protoplasma dan inti sel. Sebagai bagian dari inti sel sangat penting dalam pembelahan sel, demikian pula bagi perkembangan jaringan meristem. Phospor diambil tanaman dalam bentuk  $H_2PO_4^-$ , dan  $HPO_4^-$ . Keseimbangan ion-ion ini dalam larutan tanah dikendalikan oleh pH tanah. Serapan fosfat terbesar terjadi pada kisaran pH 4,8-8,0 dan diatas atau dibawah nilai ini larutan tanah lebih banyak mengandung ion-ion fosfat. Tanaman menggunakan fosfor untuk mempercepat pertumbuhan akar, mempercepat terbentuknya bunga dan mempercepat pemasakan buah serta meningkatkan produksi biji-bijian. Kandungan phospor dalam bentuk  $P_2O_5$  pada penelitian pupuk organik cair berbahan dasar rumput laut *Gracilaria sp.* dengan penambahan MOL kotoran sapi ini belum memenuhi persyaratan teknis permentan No.70/permentan/SR.140/10/2011.

Hal ini disebabkan karena rumput laut yang memiliki komponen utama polisakarida memiliki kandungan karbon yang tinggi, sedangkan unsur nitrogen sangat rendah (sedayu, 2014) maka dari itu kadar nitrogen dalam penelitian ini sangat rendah dikarenakan berbahan dasar rumput laut bahkan setelah ditambahkan kotoran sapi nilai kadar nitrogen tidak terlalu meningkat jauh. Kotoran sapi yang digunakan dalam penelitian ini bertindak sebagai bakteri yang membantu proses pengomposan. Untuk menambah kadar diperlukan bahan lain yang mengandung kadar nitrogen lebih tinggi dan nutrisi.

Kadar nitrogen yang terkandung dalam pupuk cair organik diperoleh dari perombakan bahan organik yaitu rumput laut *Gracilaria sp.* oleh bakteri nitrifikasi yang merubah ammonia menjadi nitrat pada akhir proses fermentasi. Selain itu mikroorganisme yang terkandung dalam kotoran sapi dan sampah organik juga menyumbang sejumlah protein sel tunggal yang diperoleh pada

saat proses fermentasi, setelah selesai proses pembusukan (fermentasi), nitrogen akan dilepaskan kembali sebagai salah satu komponen yang terkandung dalam pupuk.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5. 1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengolahan rumput laut *Gracillaria sp.* sangat berpotensi dijadikan sebagai pupuk cair untuk solusi pengganti pupuk kimia.
2. Pupuk organik cair rumput laut *gracilaria sp.* yang dihasilkan dengan teknik pengomposan semi-anaerobik memiliki kandungan unsur hara yang sedikit sehingga tidak memenuhi standar persyaratan teknis permentan No.70/permentan/SR.140/10/2011. Kadar nitrogen, fosfor, kalium, dan pH yang terkandung didalam pupuk cair organik rumput laut *gracilaria sp* dengan penambahan MOL kotoran sapi berturut-turut adalah 0,10% - 0,04% - 2,69%. Pada proses pengomposan *Gracilaria* dengan berbagai perlakuan semuanya menunjukkan terjadinya perubahan suhu dan pH yang semakin meningkat dari mulai hari ke nol sampai hari kedua puluh pada saat proses dihentikan. Hal ini disebabkan aktivitas mikroba dalam mendegradasi bahan yang terdapat dalam proses pengomposan. Proses pengomposan *Gracilaria sp* dengan penambahan limbah rumah tangga menunjukkan jumlah isolate lebih banyak dari yang lain, hal ini disebabkan pada penambahan limbah rumah tangga lebih bervariasi komposisi senyawa yang terdapat pada bahan tersebut. Kadar nitrogen, fospor, kalium, dan pH yang terkandung didalam pupuk cair organik rumput laut *gracilaria sp* dengan penambahan MOL sampah organik berturut-turut adalah 0,10% - 0,003% - 0,01%. Kadar pH yang terkandung didalam pupuk cair organik rumput laut *gracilaria sp* dengan penambahan MOL kotoran sapi dan sampah organik berturut-turut adalah 7,41 - 5,91.
3. Karakteristik bakteri pada pupuk cair *Glacilaria* dengan penambahan limbah rumah tangga dan kotoran sapi meliputi bentuk koloni bundar, irregular, tepian., berombak, rata, elevasi., datar, cembung, warna., putih,



kuning, putih kehijauan. Morfologi sel pada pupuk cair ini sangat bervariasi seperti bentuk Coccus, Bacillus, Streptococcus, Streptobacillus, Staphylococcus, Diplococcus. Selama 20 hari masa pengomposan pupuk cair *Glacilaria* sp dengan penambahan limbah rumah tangga dan kotoran sapi, kemudian diisolasi dan didapatkan sebanyak 79 isolat, dengan 40 isolat Gram positif dan 39 Gram negatif.

## **5.2. Saran**

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji unsur makro dan mikro terhadap komposisi tanah lahan pertanian dan juga tanah bekas paparan limbah tumpahan minyak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggadiredja, J.T. 2006. *Rumput Laut*. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Bai, S., Kumar, RM., Kumar, D.J., Mukesh, Balashanmugam P, Kumaran. Bala M.D., dan Kalaichelvan, P.T. 2012. Cellulase Production by *Bacillus subtilis* isolated from Cow Dung, Department of Biotechnology, KSR College of Arts.
- Basmal, J. (2009). *Prospek pemanfaatan rumput laut sebagai bahan pupuk organik*. Squalen Buletin Pasca panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, 4(1), 1-8.
- Crawford. J.H. 2003. *Composting of Agricultural Waste. in Biotechnology Applications and Research*, Paul N., Cheremisinoff and R. P.Ouellette (ed). p. 68-77.
- Departemen Kehutanan. 1985. DAS/Sub DAS Prioritas serta Lokasi dan Luas Lahan Kritis sebagai Zone Penghijauan dan Reboisasi dalam Repelita IV.
- Djuarnani, N., Kristian, dan B. S. Setiawan. 2005. *Cara Cepat Membuat Kompos*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Fornes, F., Sanchez, P.M., &Guadiola, J.L. 2002. *Effect of a Seaweed Extract on the Productivity of 'De Nules' Clementine Mdanarin Navelina Orange*. Botanica Marina 45: 486-489.
- Hakim, 1986.*Dasar-dasar Ilmu Tanah*.Universitas Lampung, Lampung.
- Haug, R.T. 1980. *Compost Engineering: Principle and Practice*. Ann Arbor Science, Michigan.
- Hardjowigeno, S. 1987. *Ilmu Tanah*. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta. 237 hal.
- Indriani, Y. H. 2011. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Penebar Swadaya. Yogyakarta.
- Isroi. 2007. *Pengomposan Limbah Padat Organik*. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor.
- Lya, T.K. 2009. *Sampah Domestik Perkotaan*. Bahan presentasi disampaikan pada Kunjungan Lapangan Mahasiswa Magister Sistem Teknik di Pusat Penelitian Dan Pengembangan Permukiman: Bandung.
- Lingga, P. 1991. *Jenis Kandungan Hara pada Beberapa Kotoran Ternak*. Pusat Penelitian Pertaniandan Pedesaan Swadaya (P4S). ANTANAN: Bogor.
- Lingga, P. dan Marsono. 2003. *Petunjuk penggunaan pupuk*. Penerbit Swadaya: Jakarta.150 hal.
- Lingga, P. dan Marsono. 2008. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya : Bandung.
- Michalak, I. & Chojnacka, K. 2014. *Algal Extracts: Technology and Advances*. Engineering in Life Sciences, 14(6), 581-591.

- Muljadi, D., & M. Soepraptohardjo. 1975. Masalah Data Luas dan Penyebaran Tanah-Tanah Kritis. Simposium Pencegahan dan Pemulihan Tanah Kritis dalam Rangka Pengembangan Wilayah. Jakarta.
- Murbandono. 2008. *Membuat Kompos*. Penebar Swadaya. Jakarta. 54. hlm.
- Nuryani, S.H.U., dan Susanto, R. 2002. *Pengaruh Sampah Kota Terhadap Hasil dan Tahanan Hara Lombok*. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan, 3(1): 24-28.
- Outerbridge, Thomas (ed). 1991. *Limbah Padat di Indonesia: Masalah atau Sumber Daya*. Yayasan Obor Indonesia: Jakarta.
- Peraturan Menteri Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia (KKP). 2011. *Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan yang Masuk ke Dalam Wilayah Negara Republik Indonesia*.
- Pramesti, R. & Nirwani. 2007. *Studi organ reproduksi Gracilaria gigas Harvey pada fase karposporofit*. Ilmu Kelautan 12: 0853 - 7291.
- Pranata, A.S. 2004. *Pupuk Organik Cair Aplikasi dan Manfaatnya*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Prihandarini, R. 2014. *Manajemen sampah, daur ulang sampah menjadi pupuk organik*. Jakarta: Penerbit PerPod.
- Priyanto, D., A. Priyanti, dan I. Inonu. 2004. *Potensidan Peluang Pola Integrasi Ternak Kambing dan Perkebunan Kakao Rakyat*. Pemda Lampung.
- Rynk, R., M. van de Kamp, G.B. Willson, M.E. Singley, T.L. Richard, J.J. Kolega, F.R. Gouin, L. Laliberty Jr., D. Kay, D.W. Murphy, H.A.J. Hoitink, and W.F. Brinton. 1992. *On-Farm Composting Handbook*. New York: The Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cooperative Extension.
- Rismawati, 2012. *Studi Laju Pengeringan Semi-Refined Carrageenan (Src) yang Diproduksi dari Rumpun Laut Eucheuma Cottonii dengan Metode Pemanasan Konvensional dan Pemanasan Ohmic*. Universitas Hasanuddin : Makassar.
- Salisbury. 1995. *Fisiologi tumbuhan jilid 2*. Bandung: ITB.
- Sedayu, B.B., Bamal, J., & Utomo, B.S.B. (2013). *Identifikasi hormone pemacu tumbuh ekstrak cairan (SAP) Eucheuma cottonii*. Jurnal Pasca panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. 8(1): 1-8.
- Setiawan, Dalimartha. 1999. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 1*, Jakarta: Trubus Agriwidya.
- Sudarkoco. 1992. *Penggunaan Bahan Organik pada Usaha Budidaya Tanaman Lahan Kering serta Pengelolaannya*. Skripsi Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Surbakti, S., dan Hadi, Wahyono. (2009). *Potensi Pengelolaan Sampah Menuju Zero Waste yang Berbasis Masyarakat di Kecamatan Kedung kandang Kota Malang*.
- Sutanto, R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik*. Penerbit Kanisius : Yogyakarta. 219 halaman.

- Sutejo. 1990. *Pupuk dan cara pemupukan*. Jakarta. Rineka Cipta. 57 halaman.
- Tisdale, S., L. Nelson and J.D. Beaton. 1990. *Soil Fertility and Fertilizer 4<sup>th</sup> Edition*. Mac Millan Publishing. Co., New York. *J. of Crop Science* 14 (2): 35-40.
- Thirumaran, G. Arumugam, M. Arumugam, R & Anantharaman, P. 2009. *Effect of Seaweed Liquid Fertilizer on Growth and Pigment Concentration of Cyamopsis tetragonoloba (L) Taub*. CAS in Marine Biology: India.
- UNEP (United Nation Environmental Programme). 1992. Desertification, land degradation [definitions]. *Desertification Control Bulletin* 21.
- Yuliarti, Nugraherti. 2009. *1001 Cara Menghasilkan Pupuk Organik*. Yogyakarta: Lyli Publisier.
- Yuwono D. 2005. *Kompos*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- Yuwono, T. 2006. *Bioteknologi Pertanian*. Seri Pertanian. Gadjah Mada University Press. 66 hal.
- Yuniwati, M. Frendi, I. & Adiningsih, P. 2012. *Optimasi Kondisi Proses Pembuatan Kompos dari Sampah Organik dengan Cara Fermentasi Menggunakan Em4*. *Jurnal Teknologi* 5(2).
- Waluyo, Lud. 2005. *Mikrobiologi Umum*. Universitas Muhammadiyah Malang Prees. Malang.
- Warsito, J. 2016. *Pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan pembuatan pupuk organik*. Skripsi sarjana pada Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Tadulako Palu., Tidak diterbitkan
- Wong SP, Leong LP, Koh JHW. 2006. *Antioxidant activities of aqueous extractsof selected plants*. *Food Chemical*. (99): 775-783.



**BIODATA PENELITI**  
**PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH TAHUN 2019**

**A. Identitas Diri**

1.	Nama Lengkap <i>(dengan gelar)</i>	<b>Muhammad Ridwan Harahap</b>
2.	Jenis Kelamin L/P	Laki-Laki
3.	Jabatan Fungsional	Lektor
4.	NIP	198611272014031003
5.	NIDN	2027118603
6.	NIPN <i>(ID Peneliti)</i>	202711860310074
7.	Tempat dan Tanggal Lahir	Medan, 27 Nopember 1986
8.	E-mail	ridwankimia@ar-raniry.ac.id
9.	Nomor Telepon/HP	081375926517
10.	Alamat Kantor	Gedung Fakultas Sains dan Teknologi Lantai 1
11.	Nomor Telepon/Faks	-
12.	Bidang Ilmu	Kimia Analitik
13.	Program Studi	Kimia
14.	Fakultas	Sains dan Teknologi

**B. Riwayat Pendidikan**

No.	Uraian	S1	S2	S3
1.	Nama Perguruan Tinggi	Univ. Sumatera Utara	Univ. Sumatera Utara	
2.	Kota dan Negara PT	Medan, Indonesia	Medan, Indonesia	
3.	Bidang Ilmu/ Program Studi	Kimia	Kimia	
4.	Tahun Lulus	2008	2014	

**C. Pengalaman Penelitian dalam 3 Tahun Terakhir**

No.	Tahun	Judul Penelitian	Sumber Dana
1.	2012	Analisis Logam Besi (Fe), Zinkum (Zn) dan Kalsium (Ca) pada Sayur Bayam Hijau ( <i>Amaranthus tricolor</i> ) Dibandingkan Terhadap Bayam Merah ( <i>Blitum rubrum</i> ) dengan Metode Spektrometri Serapan Atom (SSA)	Mandiri
2.	2012	Analisis Logam Arsenik (As) dan Kadmium (Cd) pada Sayur Bayam Hijau	Mandiri

		( <i>Amaranthus tricolor</i> ) Dibandingkan Terhadap Bayam Merah ( <i>Blitum rubrum</i> ) dengan Metode Spektrometri Serapan Atom (SSA)	
3.	2013	Optimalisasi Metode <i>Electroplating</i> Koagulasi Terhadap Penurunan Kadar Logam Zinkum (Zn) pada Air Buangan Limbah Industri Pengolahan Karet	Hibah Dosen Pemula DIKTI
4.	2016	Pemanfaatan Limbah Daging Buah Kopi Robusta ( <i>coffea robusta</i> ) Aceh terhadap Kemampuan Menghambat Bakteri <i>S-aureus</i> dan <i>E.coli</i> Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Kosmetik Masker Wajah Produk Halal	Hibah Dosen Pemula DIPA UIN Ar-Raniry
5	2017	Kombinasi Kulit Buah Pisang Awak ( <i>musa paradisiaca var. Awak</i> ) Dengan Ekstrak Limbah Daging Buah Kopi Robusta ( <i>coffea robusta</i> ) Aceh Sebagai Bahan Pengisi ( <i>filler</i> ) Pembuatan Kosmetik Masker Wajah produk halal	Hibah Dosen Pemula DIPA UIN Ar-Raniry

#### D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 3 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian	Sumber Dana
1.	2016	Bakti Sosial di Desa Seumantok Kecamatan Sampoiniet Kabupaten Aceh Jaya	Mandiri
2.	2016	Dosen Pembimbing Lapangan Pengabdian Masyarakat Program Pemberdayaan Masyarakat Desa Berbasis Mesjid	Hibah Pengabdian LP2M 2016
3.	2017	Pengenalan K3 ( Kesehatan dan Keselamatan Kerja)	Mandiri
4.	2017	Pengenalan Zat Aditif pada Pelaku Usaha Kopi Khas Aceh Tengah	Mandiri
5.	2017	Pengenalan Zat Aditif pada Pelaku Usaha Olah Makanan Ikan Depik (Belacan Depik) Khas Aceh Tengah	Mandiri
6.	2018	Pelatihan pengolahan sampah melalui metode Insenerasi dan komposter berbasis pesantren dengan pendekatan Discovery learning di pesantren modern Al-falah abu lam u aceh besar	Hibah Pengabdian Berbasis Riset Kementerian Agama

**E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun/Url
1.	Prosiding : Analisis Logam Besi (Fe), Zinkum (Zn) dan Kalsium (Ca) pada Sayur Bayam Hijau ( <i>Amaranthus tricolor</i> ) Dibandingkan Terhadap Bayam Merah ( <i>Blitum rubrum</i> ) dengan Metode Spektrometri Serapan Atom (SSA)	USU press	
2.	Jurnal : Optimalisasi Metode <i>Electroplating</i> Koagulasi Terhadap Penurunan Kadar Logam Zinkum (Zn) pada Air Buangan Limbah Industri Pengolahan Karet <a href="http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/circuit/article/view/312">http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/circuit/article/view/312</a>	Circuit Jurnal	Vol.1 No.1
3	Jurnal : Sel Elektrokimia : Karakteristik dan Aplikasi <a href="http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/circuit/article/view/764">http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/circuit/article/view/764</a>	Circuit Jurnal	Vol. 2 No.1
4	Analisis Logam Arsenik (As) Dan Kadmium (Cd) Pada Sayur Bayam Hijau ( <i>Amaranthus Tricolor</i> ) Terhadap Bayam Merah ( <i>Blitum Rubrum</i> ) Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) <a href="http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/aricis/article/view/969">http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/aricis/article/view/969</a>	Proceedings ARICIS	
5	Identifikasi Daging Buah Kopi Robusta ( <i>Coffea robusta</i> ) Berasal Dari Provinsi Aceh <a href="http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/elkawnie/article/view/2770">http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/elkawnie/article/view/2770</a>	Elkawnie Journal of Islamic Science and Technology	Vol. 3 No.2
6	Review Of Information Technology Update On Quality Control And Quality Assurance Of Halal Products <a href="http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/cyberspace/article">http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/cyberspace/article</a>	Cyberspace	Vol. 2 No.1

	<a href="#">/view/2481</a>		
7	Aktivitas Daya Hambat Limbah Daging Buah Kopi Robusta ( <i>Coffea robusta L.</i> ) Aceh terhadap Bakteri <i>S.aureus</i> dan <i>E.coli</i> <a href="http://ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id/index.php/JK/article/view/759">http://ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id/index.php/JK/article/view/759</a>	Jurnal Kesehatan	Vol. 9 No.1 DOAJ Terakreditasi Sinta 3

#### F. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Tebal Halaman	Penerbit
1.				
dst.				

#### G. Perolehan HKI dalam 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.				
dst.				

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penugasan Penelitian pada Pusat Penelitian dan Penerbitan LP2M Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 2 Oktober 2020  
Ketua Peneliti,

**Muhammad Ridwan Harahap**  
NIDN. 2027118603