

**SIMPANAN KARBON PADA TANAH DI KAMPUS UIN AR-RANIRY
BANDA ACEH SEBAGAI REFERENSI MATA KULIAH
EKOLOGI DAN MASALAH LINGKUNGAN**

SKRIPSI

Diajukan Oleh

**JULIANA
NIM. 281223148**

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Biologi**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM, BANDA ACEH
2017 M/1438 H**

**SIMPANAN KARBON PADA TANAH DI KAMPUS UIN AR-RANIRY
BANDA ACEH SEBAGAI REFERENSI MATA KULIAH
EKOLOGI DAN MASALAH LINGKUNGAN**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam, Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Program Sarjana S-I
Dalam Ilmu Pendidikan Islam

Oleh

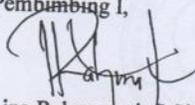
JULIANA

NIM. 281223148

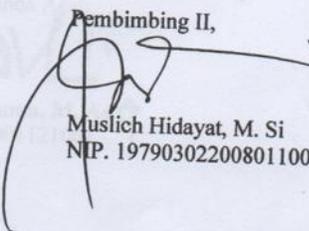
Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Biologi

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,


Lina Rahmawati, S.Si. M. Si
NIP. 197505271997032003

Pembimbing II,


Muslich Hidayat, M. Si
NIP. 197903022008011008

**SIMPANAN KARBON PADA TANAH DI KAMPUS UIN AR-RANIRY
BANDA ACEH SEBAGAI REFERENSI MATA KULIAH
EKOLOGI DAN MASALAH LINGKUNGAN**

SKRIPSI

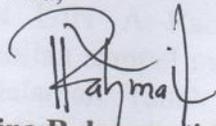
**Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Pendidikan Islam**

Pada Hari/Tanggal :

Jum'at, 10 Februari 2017 M
13 Jumadil Awal 1438 H

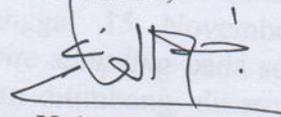
Panitia Ujian Munaqasah Skripsi

Ketua,



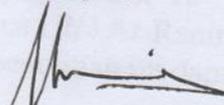
Lina Rahmawati, M. Si
NIP. 197505271997032003

Sekretaris,



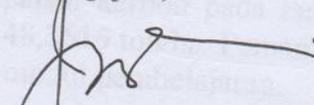
Najmul Falah, S. Pd. I
NIP.-

Penguji I,



Mulyadi, M. Pd
NIP. 198212222009041008

Penguji II,

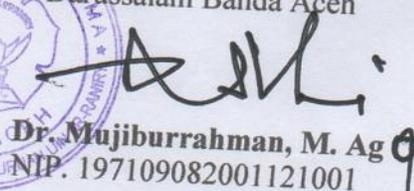


Muslich Hidayat, M. Si
NIP. 197903022008011008

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam Banda Aceh




Dr. Mujiburrahman, M. Ag
NIP. 197109082001121001

ABSTRAK

Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh setiap tahun selalu terjadi penambahan jumlah mahasiswa, hal ini tidak terlepas dari penambahan jumlah mahasiswa yang menggunakan kendaraan bermotor sebagai alat transportasinya, maka semakin banyak pula CO₂ yang dihasilkan dari asap kendaraan bermotor tersebut, sedangkan pohon yang mampu menyerap CO₂ semakin berkurang dikarenakan pembangunan yang terus dilakukan. Padahal karbon yang tersimpan tidak hanya berada dalam tubuh tumbuhan, tetapi juga lebih banyak berada di dalam tanah. Namun referensi mengenai simpanan karbon pada tanah masih kurang dan sangat minim. Oleh karena itu, perlunya dilakukan penelitian simpanan karbon di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Tujuan penelitian ini adalah; 1) Untuk mengetahui berapa jumlah simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh, 2) Untuk mengetahui bagaimana pemanfaatan hasil penelitian simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh dapat dimanfaatkan sebagai referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan dalam bentuk modul pembelajaran. Penelitian ini dilakukan di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada tanggal 15 November 2016. Pengambilan sampel menggunakan Metode *composite sampling* pada setiap plot dan kedalaman. Tanah yang telah diambil kemudian ditimbang, dikeringkan ke dalam oven, dan dianalisis %C Organiknya dengan Metode *Walkey and Black*, serta dicatat hasilnya. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa jumlah simpanan karbon pada tanah di lokasi/titik pengamatan sebanyak $1,36 \times 10^{-5}$ ton/ha, dan jumlah total simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh ialah sebanyak 48,3616 ton/ha. Pemanfaatan hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan dalam bentuk modul pembelajaran

Kata Kunci: Simpanan Karbon, Tanah, Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah swt yang telah memberikan kesehatan, kekuatan dan kesempurnaan kepada kita, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh Sebagai Referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan”**.

Shalawat serta salam kita sanjungkan ke pangkuan alam Nabi besar Muhammad s.a.w., yang telah menjadi suri tauladan bagi semua insan manusia di setiap segi bidang kehidupan, khususnya dalam bidang ilmu pengetahuan. Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan Islam program S1 pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Banyak pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu, melalui kata pengantar ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sangat teramat dalam kepada:

1. Ibu Lina Rahmawati, M.Si, selaku Penasehat Akademik sekaligus pembimbing I, yang telah membimbing, mengarahkan, dan menasehati penulis dalam segala persoalan akademik sejak awal hingga semester akhir.
2. Bapak Muslich Hidayat, M.Si, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Mujiburrahman, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang telah memberi izin melakukan penelitian.
4. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Ibu Dra. Hj. Nursalmi Mahdi, M.Ed.St, beserta stafnya yang penuh kesabaran tulus dan ikhlas membekali ilmu kepada penulis.
5. Seluruh Dosen dan Asisten Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi FTK UIN Ar-Raniry yang telah membekali ilmu yang tidak terhingga kepada penulis.

6. Teristimewa kepada keluarga tercinta yang merupakan inspirasi dan motivator yang paling besar dalam hidup penulis, Ayahanda Kasim Tagok, Ibunda Asiah, Kak Nurmimah, Jasman, Ahmad Al-Fajar, Ihsan Fitra, Rahmad Syah Fadly, Rahmah Fitri, dan Mutia Hafizah, serta seluruh anggota keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan, baik secara moril maupun material dan do'a yang tidak kunjung henti diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan studi di Prodi PBL (Pendidikan Biologi) UIN Ar-Raniry.
7. Sahabat seperjuangan, Lesti Trianti, Irawati Syifandy, Desi Wardah, Juarni, Selli Yudini, Lainatussyifa, Mauiza Ridki, semua kawan-kawan angkatan 2012, kawan-kawan PPKPM, serta semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih ada kekurangan dan kekhilafan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang dapat dijadikan masukan guna perbaikan di masa yang akan datang. Harapan penulis kiranya skripsi ini ada manfaatnya bagi pembaca sekalian. Amin ya Rabbal'alamin.

Banda Aceh, 20 Desember 2016

Penulis

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Juliana
NIM : 281223148
Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Judul : Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry
Banda Aceh Sebagai Referensi Mata Kuliah Ekologi dan
Masalah Lingkungan.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

A. Kelembutan pada Proses Pembelajaran	13
B. Model Pembelajaran	15
C. Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan Serta Kaitannya Dengan Masalah Lingkungan	18
D. Ilmu Lingkungan Serta Kaitannya Dengan Masalah Lingkungan	20
E. Masalah Lingkungan	21
F. Hubungan	23
G. Karbon Tanah	26
H. Aplikasi Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh Sebagai Referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan	35



Banda Aceh, 20 Desember 2016

Juliana

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian	37
B. Tempat dan Waktu Penelitian	37
C. Populasi dan Sampel	38

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL.....	i
PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
SURAT PERNYATAAN.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan masalah.....	8
C. Tujuan Penelitian.....	9
D. Manfaat Penelitian.....	9
E. Definisi Operasional.....	10
BAB II : KAJIAN PUSTAKA	
A. Referensi pada Proses Pembelajaran.....	13
B. Modul Pembelajaran.....	15
C. Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan Serta Kaitannya Dengan Masalah Lingkungan.....	18
D. Ilmu Lingkungan Serta Kaitannya Dengan Masalah Lingkungan.....	20
E. Masalah Lingkungan di Udara dan Peningkatan Gas Rumah Kaca.....	23
F. Hubungan Simpanan Karbon Dengan Redaksi Gas Rumah Kaca.....	26
G. Karbon Tanah.....	32
H. Aplikasi Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh Sebagai Referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan.....	35
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	
A. Rancangan Penelitian.....	37
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	37
C. Populasi dan Sampel.....	38

D. Alat dan Bahan.....	39
E. Prosedur Penelitian.	40
F. Parameter Penelitian.	45
G. Teknik Analisis Data.	46

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	
1. Hasil Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.....	49
2. Simpanan Karbon pada Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.	50
3. Sifat Fisik dan Kimia Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.	51
4. Pemanfaatan Hasil Penelitian Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh dapat Dimanfaatkan Sebagai referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan.	52
B. Pembahasan	
1. Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.....	53
2. Pemanfaatan Hasil Penelitian Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh dapat Dimanfaatkan Sebagai referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan.	60

BAB V : PENUTUP

A. Kesimpulan.	62
B. Saran.	63

DAFTAR PUSTAKA.....	64
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	68
----------------------	-----------

DAFTAR RIWAYAT HIDUP.	82
-----------------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1. Peta Lokasi Penelitian.....	38
4.1. Bentuk Cover Modul Praktikum.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	39
3.2. Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	40
4.1. Nilai Simapanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.....	48
4.2. Sifat Fisik dan Kimia Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah UIN Ar-Raniry.	68
2. Surat Izin Pengambilan Data Awal.	69
3. Surat Mohon Izin Mengumpulkan Data.	70
4. Surat Keterangan Telah Selesai Melakukan Penelitian dari Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh.	71
5. Surat Izin Melakukan Penelitian di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.	72
6. Surat Keterangan Telah Selesai Melakukan Penelitian di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.	73
7. Tabel Hasil Pengamatan Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.	74
8. Tabel Hasil Analisis Tanah di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Unsyiah.	75
9. Tabel Hasil C-Organik Titrasi.	76
10. Foto Penelitian Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.	77
11. Biodata Penulis.	82

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan merupakan suatu Mata Kuliah Keahlian (MKK) Fakultas Tarbiyah Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry, khususnya Program Studi Pendidikan Biologi dengan bobot 2 SKS. Mata kuliah ini diajarkan pada mahasiswa semester II (genap).¹

Mata Kuliah ini bertujuan memberikan kemampuan pada mahasiswa untuk memahami konsep-konsep dasar mengenai permasalahan dalam lingkungan, memahami dan menganalisis permasalahan yang terjadi di lingkungan, baik dalam skala lokal, regional maupun global, memahami pentingnya konsep pembangunan berkelanjutan dan berwawasan lingkungan dalam menghadapi semua kegiatan yang berhubungan dengan lingkungan, mengetahui alternatif pemecahan masalah pada lingkungan dengan pendekatan ekologis dan sentuhan teknologis. Pengetahuan Ekologi dan Masalah Lingkungan diharapkan tidak hanya didapatkan mahasiswa di perkuliahan saja, akan tetapi mahasiswa juga dapat memperoleh pengetahuan dan isu-isu lingkungan serta solusinya, seperti kegiatan seminar, riset, pelatihan dan kegiatan sosial lingkungan lainnya.²

Berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa leting 2012 yang telah mengambil mata kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan, mata kuliah ini sudah

¹ Muhibbuthabry, *Panduan Akademik Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh*, (Banda Aceh, 2014), h. 106.

² Pamansuri, *Cadangan Karbon Tersimpan pada Tanaman di Hutan Kota BNI Sebagai Referensi Mata Kuliah Pengetahuan Lingkungan dan Kependudukan*, Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi Banda Aceh, 2013, h. 6.

cukup baik, namun terdapat beberapa kendala, terutama materi masalah lingkungan di udara yaitu masih kurangnya referensi mengenai permasalahan lingkungan di udara yang terjadi di Aceh. Sedangkan referensi yang ada kebanyakan hanya didapat dari daerah luar Aceh, akibatnya mahasiswa tidak mendapat gambaran yang baik dan kurang memahami pembelajaran ekologi dan masalah lingkungan tersebut secara mendalam terutama pada materi masalah lingkungan di udara.

Salah satu masalah lingkungan di udara adalah meningkatnya CO₂ di udara yang mengakibatkan terjadinya pemanasan global. Peningkatan konsentrasi gas CO₂ atmosfer telah menjadi permasalahan lingkungan global saat ini, karena meningkatnya gas CO₂ berdampak pada perubahan iklim global.³ Penyebab lain yang memicu terjadinya pemanasan global seperti pembakaran fosil yang tidak sempurna dan polusi yang disebabkan oleh kendaraan bermotor.⁴

Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh setiap tahunnya selalu terjadi penambahan mahasiswa, hal ini juga tidak terlepas dari penambahan jumlah mahasiswa yang menggunakan kendaraan bermotor sebagai alat transportasinya. Total seluruh jumlah mahasiswa UIN Ar-Raniry Tahun Ajaran 2016/2017 yang masih aktif sebanyak 18.315 orang.⁵ Jika setengah dari mahasiswa menggunakan kendaraan bermotor sebagai alat transportasi, maka semakin banyak pula CO₂

³ Philipi De Rozari, Suwari, Analisis Kebutuhan Luasan Hutan Kota Berdasarkan Penyerapan CO₂ Antropogenik di Kota Kupang. *Jurnal Bumi Lestari*, Vol. 12, No. 2, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana, h. 189.

⁴ Sri Wahyuni., *Menghasilkan Biogas Dari Aneka Limbah*, (Jakarta: Agromedia Pustaka), h. 6.

⁵ Bagian Akademik Biro AAKK UIN Ar-Raniry, *Buku Laporan Keadaan Mahasiswa Semester Ganjil Tahun Akademik 2016/2017*, (Banda Aceh, 2016), h. 416.

yang dihasilkan oleh asap dari kendaraan bermotor tersebut, sedangkan pohon yang menyerap CO₂ semakin berkurang dikarenakan pembangunan yang terus dilakukan, sehingga nantinya dapat menjadikan masalah lingkungan di Kampus UIN Ar-Raniry. Selain itu, penambahan jumlah penduduk juga akan meningkatkan konsentrasi CO₂ yang dilepaskan ke udara dan menjadi masalah lingkungan.

Berdasarkan literatur jumlah emisi gas CO₂ yang dihasilkan oleh bahan bakar bensin (premium) adalah sebesar 2,31 kg/lt, solar sebesar 2,68 kg/lt. Pernapasan manusia juga menghasilkan CO₂. Dengan jumlah yang dihasilkan dari pernapasan dalam 1 jam sebanyak 39,6 g CO₂.⁶ Jika diasumsikan setengah dari mahasiswa UIN Ar-Raniry (sebanyak 9.1575) menggunakan kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin, maka emisi CO₂ yang akan dihasilkan dari kendaraan tersebut ialah sebanyak 21.153.825 kg/lt bensin yang digunakan per hari.

Kondisi lingkungan UIN Ar-Raniry yang seperti ini akan semakin meningkatkan jumlah karbondioksida yang dilepaskan ke udara sehingga kemungkinan jika terus berlanjut akan berdampak terhadap pencemaran udara yang terjadi di lingkungan. Oleh karena itu konsentrasi gas CO₂ di udara harus diupayakan tidak terus bertambah naik.

Berdasarkan hasil wawancara dengan dosen pengasuh Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan, diperoleh informasi bahwa meningkatnya jumlah mahasiswa yang menggunakan kendaraan bermotor sebagai alat transportasi di

⁶ BAPELDASU(Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah), *Analisis dan Perhitungan Karbon Atas Pemanfaatan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup di Sumatera Utara*, 2008.

Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh, dapat menyebabkan terjadinya masalah lingkungan di udara yang disertai dengan meningkatnya kadar CO₂ di udara, menjadikan lingkungan Kampus yang tidak sehat dan dapat menurunkan kesehatan manusia, oleh karena itu konsentrasi gas CO₂ di udara harus diupayakan tidak terus bertambah naik. Salah satu cara untuk mengurangi konsentrasi CO₂ di kampus ini ialah dengan menanam tumbuhan/pohon yang mampu menyerap karbon di udara dengan baik.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu tentang biomassa (karbon yang tersimpan) pada atas permukaan (pohon) di Kampus UIN Ar-Raniry, potensi pohon dalam menyerap karbon dalam jangka waktu 30 hari sebanyak 1,2012435 ton dan 2,402487 ton dalam jangka waktu 60 hari.⁷ Ditemukan sebanyak 48 individu yang terdiri dari 5 familia dan 7 spesies pohon. Jumlah karbon tersimpan di kawasan UIN Ar-Raniry pada pohon sengon mampu menyimpan karbon sebanyak 0,05 kg/400 m². Pohon tanjung menyimpan karbon sebanyak 0,042 kg/400 m². Pohon trembesi berpotensi menyimpan karbon sebanyak 0,034 kg/400 m². Pohon glodokan menyimpan karbon sebanyak 0,03kg/400 m². Pohon asam jawa menyimpan karbon sebanyak 0,029 kg/400 m². Pohon mimba mampu menyimpan karbon sebanyak 0,09kg/400 m². Sedangkan pohon jati mampu menyimpan karbon sebanyak 0,02kg/400 m².⁸

⁷ Safira, *Potensi Pohon dalam Mereduksi Emisi Karbon di kawasan UIN Ar-Raniry sebagai Penunjang Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan*, Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh, 2015, h. 66.

⁸ Safira, *Potensi Pohon dalam...*, h. 57.

Tumbuhan akan mengurangi karbon di atmosfer (CO_2) melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Sampai waktunya karbon tersebut tersikluskan kembali ke atmosfer, karbon tersebut akan menempati salah satu dari sejumlah kantong karbon. Karbon dapat tersimpan dalam kantong karbon dalam periode yang lama atau hanya sebentar. Peningkatan jumlah karbon yang tersimpan dalam *carbon pool* ini mewakili jumlah karbon yang terserap dari atmosfer. Karbon tersimpan setidaknya dalam 4 kantong karbon.⁹ Keempat kantong karbon tersebut adalah biomassa atas permukaan (pohon), karbon organik tanah, biomassa bawah permukaan, dan bahan organik mati. Dalam kantong tersebut hanya satu karbon yang tersimpan di pohon, sedangkan yang lainnya tersimpan di dalam tanah.

Umumnya karbon tidak hanya tersimpan di dalam pohon, tetapi juga tersimpan dalam tanah. Hal ini dikarenakan jika karbon hanya tersimpan di pohon, kemungkinan jika pohon tersebut di tebang atau dicabut maka karbon tersebut akan dilepaskan kembali ke udara sehingga siklus karbon tersebut tidak sempurna. Pada dasarnya CO_2 yang diserap oleh tumbuhan/pohon dialirkan ke tanah melalui akar tumbuhan tersebut. Selain itu, karbon dari serasah/tumbuhan yang telah mati juga diuraikan ke tanah oleh mikoriza dan bakteri, sehingga karbon tersebut juga tersimpan di dalam tanah. Peningkatan CO_2 atmosfer yang berkontribusi terhadap pemanasan global sangat mungkin dapat dikurangi melalui proses pemindahan/

⁹ Dandun Sutaryo, *Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon*, (Bogor: Wetlands International Indonesia Programme, 2009), h. 3.

sekuestrasi karbon ke dalam tanah (*Soil Carbon Sequestration*).¹⁰ Hal ini sesuai dengan Firman Allah SWT dalam Surah Ar-Ruum ayat 41 yang berbunyi sebagai berikut:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي
عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”.¹¹

Tafsir Al-Qur’an Al-‘Aliyy : Maksud dari ayat tersebut adalah kesadaran, kearifan dan kepedulian lingkungan tersebut dikristalisasikan dalam tindak pelestarian lingkungan. Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa pelestarian lingkungan sebagai kristalisasi dari kesadaran, kearifan dan kepedulian lingkungan menjadi bagian integral dari keberimanannya masyarakat beragama Islam.

Kebudayaan manusia makin lama makin maju sesuai dengan perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Banyak contoh yang dapat dilihat dari kerusakan lingkungan yang diakibatkan ulah manusia. Misalnya banyak pohon atau hutan ditebang dan dibakar tanpa ada usaha untuk menanamnya kembali. Akibatnya banyak musibah terjadi seperti gangguan asap, banjir, tanah longsor, dan sebagainya terjadi di mana-mana. Lingkungan bertambah parah dengan banyaknya kendaraan bermotor dan pabrik-pabrik yang menimbulkan pencemaran udara (polusi). Pencemaran tersebut membahayakan keselamatan hidup manusia dan kehidupan sekelilingnya. Limbah-limbah pabrik seringkali dibuang seenaknya ke sungai yang akhirnya bermuara ke laut.

Semua kerusakan sebagaimana dikemukakan di atas merupakan akibat dari keserakahan manusia, sehingga mengeksploitasi alam lingkungannya habis-

¹⁰ Harris Herman Siringoringo, Potensi Sekuestrasi Karbon Organik Tanah Pada Pembangunan Hutan Tanaman *Acacia mangium* Willd. (*Potential of Soil Organic Carbon Sequestration on Establishment of Acacia mangium Willd Plantation*), *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, Vol. 10, No. 2, Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi, 2013, h. 193.

¹¹ Tafsir Al-Qur’an Al-‘Aliyy, *Al-Qur’an dan Terjemahnya*, (Bandung: Diponegoro. 2005), h. 326.

habisan. Oleh karena itu, sejak awal Allah memperingatkan akan adanya akibat ulah manusia tersebut. Demikianlah, tuntunan Allah bagaimana seharusnya sikap manusia terhadap lingkungan hidup dan Allah telah menjanjikan pahala yang tiada taranya bagi orang yang senantiasa memelihara dan melestarikan lingkungan hidup serta tidak membuat kerusakan. Jika semua manusia bersikap terhadap lingkungan hidup sesuai tuntunan Allah dapat dipastikan bahwa manusia tidak akan ditimpa malapetaka akibat ulahnya sendiri.

Selain pohon, simpanan karbon pada tanah belum dilakukan pengukuran, sehingga data mengenai simpanan karbon tanah belum ada. Tanah merupakan representasi gudang karbon organik (*Organic Carbon Pool/Organic Carbon Reservoir*) yang sangat penting dalam periode jangka panjang pada ekosistem daratan, karena tanah mengakumulasi karbon lebih besar dari pada jumlah karbon pada biomassa tanaman dan atmosfer. Karbon yang terakumulasi di dalam tanah (*soil carbon stock*) dipengaruhi oleh perubahan-perubahan pada vegetasi dan pertumbuhannya, sisa biomassa melalui pemanenan, dan gangguan mekanis pada tanah, misalnya pengolahan tanah. Jumlah karbon organik tanah yang disimpan di dalam tanah berkaitan erat dengan hasil dari saldo bersih (*net balance*) antara tingkat masukan karbon organik tanah dan tingkat mineralisasi pada masing-masing gudang karbon organik.¹²

Penghitungan biomassa juga tidak terlepas dari kegiatan yang berhubungan dengan mitigasi perubahan iklim. Oleh karena itu, dengan melakukan pengukuran cadangan karbon tersimpan di suatu wilayah diharapkan dapat memberikan

¹² Harris Herman Siringoringo., *Potensi Sekuestrasi Karbon...*, h. 193-194.

informasi mengenai berapa banyak karbon yang akan dilepaskan jika wilayah tersebut dikelola dengan teknik pengelolaan lahan yang kurang tepat.¹³

Berdasarkan hasil wawancara dengan Safira leting 2010 penelitian yang telah dilakukan di UIN Ar-Raniry, hanya diketahui tentang potensi pohon menyerap karbon, namun penelitian tentang simpanan karbon pada tanah juga perlu untuk dilakukan, agar mahasiswa mengetahui bagaimana siklus karbon tersebut, dikerenakan karbon pada tanah juga mampu mengurangi dampak pemanasan global yang diakibatkan oleh peningkatan CO₂ ke atmosfer bumi. Oleh sebab itu, perlunya dilakukan penelitian lanjutan tentang simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh agar dapat dijadikan sebagai referensi tambahan bagi mahasiswa, sekaligus dapat mengurangi peningkatan CO₂ melalui proses pemindahan karbon ke dalam tanah (*Soil Carbon Sequestration*).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul **“Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh sebagai Referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

¹³ Sri Wahyuni, Chairul, Ardinis Arbain. Estimasi Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah dan Keanekaragaman Jenis Tumbuhan di Hutan Bukit Tengah Pulau Area Produksi Pt. Kencana Sawit Indonesia (Ksi), Solok Selatan, *Jurnal Biologika*, Vol. 2, No. 1, Padang: Universitas Andalas, 2013, h. 19.

1. Berapa jumlah simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh?
2. Bagaimana pemanfaatan hasil penelitian simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh dapat dimanfaatkan sebagai referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Untuk mengetahui berapa jumlah simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Untuk mengetahui bagaimana pemanfaatan hasil penelitian simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh dapat dimanfaatkan sebagai referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan dalam bentuk modul pembelajaran.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini dapat digunakan sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis, Secara teoritis manfaat penelitian ini dapat memberikan informasi dan menambah wawasan ilmu pengetahuan, serta dapat dijadikan sebagai sumber referensi bagi mahasiswa Pendidikan Biologi dalam bentuk modul pembelajaran.
2. Manfaat Praktis
 - a. Mahasiswa, Diharapkan dapat mengetahui simpanan karbondioksida pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh, sehingga dapat

mengurangi dampak pencemaran lingkungan serta agar lebih terampil dalam mengemukakan masalah secara ilmiah, menghubungkan pengetahuan/wawasan yang dimiliki dan dapat mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari, serta menarik kesimpulan sehingga mampu memecahkan masalah.

- b. Institusi, diharapkan dapat memberikan masukan atau saran dalam upaya untuk mengembangkan suatu proses pembelajaran yang mampu meningkatkan hasil belajar mahasiswa Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dalam bentuk modul pembelajaran.

E. Definisi Operasional

1. Simpanan Karbon

Simpanan Karbon adalah karbon yang tersimpan pada bahan organik mati dan produk-produk berbasis biomasa seperti kayu, baik ketika masih dipermukaan maupun sudah berada di tempat penimbunan. Karbon dapat tersimpan dalam kantong atau kolam (*pool*) karbon dalam periode yang lama atau hanya sebentar. Peningkatan jumlah karbon yang tersimpan dalam kantong karbon ini mewakili jumlah karbon yang terserap dari atmosfer.¹⁴ Simpanan karbon yang dimaksud dalam penelitian ini adalah simpanan karbon pada tanah yang terdapat di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

¹⁴ Nur Marsipatin, dkk., *Cadangan Karbon pada berbagai Tipe Hutan dan Jenis Tanaman di Indonesia* Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan, Bogor, 2010.

2. Tanah

Tanah merupakan representasi gudang karbon organik (*Organic Carbon Pool/Organic Carbon Reservoir*) yang sangat penting dalam periode jangka panjang pada ekosistem daratan, karena tanah mengakumulasi karbon lebih besar daripada jumlah karbon pada biomassa tanaman dan atmosfer.¹⁵ Tanah yang dimaksud dalam penelitian ini adalah tanah yang terdapat di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

3. Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Kampus UIN Ar-Raniry merupakan sebuah lembaga pendidikan tinggi yang mengelola berbagai disiplin ilmu dan bidang studi dasar, yaitu bidang studi agama islam dengan sejumlah cabang dan sub cabang keilmuan umum lainnya.¹⁶ Kampus merupakan tempat peneliti akan melakukan penelitian tentang simpanan karbon pada tanah sebagai referensi mata kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan.

4. Referensi

Referensi adalah suatu rujukan atau pedoman dalam membahas suatu disiplin ilmu yang sesuai dengan apa yang telah diterapkan atau dipelajari.¹⁷ Hasil dari pada penelitian ini, diharapkan nantinya dapat menjadi media serta rujukan atau bahan bacaan bagi mahasiswa, dosen serta pihak-pihak yang terkait.

¹⁵ Harris Herman Siringoringo, *Potensi Sekuestrasi...*, h. 193-194.

¹⁶ Muhibbuthabry, *Panduan Akademik Universitas...*, h. 1.

¹⁷ Poerwadarmita, W.J.S., *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, (Jakarta: Balai Pustaka, 1990), h. 21.

5. Ekologi dan Masalah Lingkungan

Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan merupakan suatu Mata Kuliah Keahlian (MKK) Fakultas Tarbiyah Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry, khususnya Program Studi Pendidikan Biologi dengan bobot 2 SKS. Mata kuliah ini diajarkan pada mahasiswa semester II (genap).¹⁸

¹⁸ Muhibbuthabry, *Panduan Akademik Universitas...*, h. 106.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Referensi pada Proses Pembelajaran

Kata referensi berasal dari bahasa Inggris *reference* dan merupakan kata kerja *to refer* yang artinya menunjuk kepada. Buku referensi adalah buku yang dapat memberikan keterangan tentang topik perkataan, tempat, peristiwa, data statistik, pedoman, alamat, nama orang, riwayat orang-orang terkenal. Buku referensi disebut pula buku rujukan atau acuan.¹

Referensi merupakan sumber acuan (rujukan, petunjuk).² Referensi yang dimaksud adalah untuk menemukan bahan pustaka atau informasi yang bertujuan untuk membantu pengguna perpustakaan dalam menemukan dan menelusuri informasi secara lebih spesifik dan optimal.

Referensi menurut Inotji adalah buku yang berisi informasi yang umumnya disajikan secara sistematis, dan diperuntukkan bagi pembaca yang membutuhkan informasi pelengkap atau tambahan pada waktu membaca bahan pustaka.³ Buku referensi banyak digunakan oleh mahasiswa (pembaca) sebagai bahan kajian untuk perkuliahan, dan juga digunakan sebagai rujukan dalam penelitian. Buku

¹ Darmono., *Perpustakaan Sekolah*, (Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia, 2000), h. 187.

² Hasan Alwi, dkk., *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Ketiga*, h. 185.

³ Surya Manjur, dkk., *Mengenal Bahan Pustaka dan Cara Mengelolanya*, (Bogor: Pusat Perpustakaan Pertanian dan Komunikasi Penelitian, 2000), h. 10.

referensi ditulis dengan mengikuti alur dan struktur logika bidang keilmuan (*scientific oriented*).⁴

Posisi buku referensi dalam kegiatan pembelajaran lebih digunakan sebagai rujukan untuk menyadarkan sebuah argumen, menggali pengertian baru, membandingkan sebuah konsep, dan sumber rujukan dalam penyusunan buku ajar. Buku referensi digunakan sebagai bahan acuan untuk penelitian dalam rangka tugas akhir bagi mahasiswa program S-1 dan D-3, menulis skripsi atau tesis bagi mahasiswa program S-2, dan menulis disertasi bagi mahasiswa program S-3.⁵

Ciri-ciri buku referensi yang baik ialah sebagai berikut: 1) format ukuran buku sesuai dengan ketentuan Pedoman Operasional Penilaian Angka Kredit Dosen, yaitu ukuran kertas maksimal 15,5 x 23 cm dengan tebal minimal 200 halaman, memiliki ISBN (*International Standard Book Number*), menggunakan gaya bahasa formal, struktur kalimat minimal SPOK (Sujek, Predikat, Objek Keterangan), menggunakan catatan kaki/ catatan akhir/ daftar pustaka, dan jika mungkin menyertakan index, mengandung banyak pemikiran, konsep bidang ilmu, penelitian, diterbitkan oleh penerbit yang kredibel (Penerbit *Deepublish*).⁶

Referensi adalah suatu rujukan atau pedoman dalam membahas suatu disiplin ilmu yang sesuai dengan apa yang telah diterapkan atau dipelajari.⁷ Referensi ini

⁴ An Nuur Budi Utama., *Cara Praktis Menulis Buku*, (Yogyakarta: Penerbit Deepublish, 2014), h. 8.

⁵ An Nuur Budi., *Cara Praktis Menulis...*, h. 8.

⁶ An Nuur Budi., *Cara Praktis Menulis...*, h. 9.

⁷ Poerwadarmita., *Kamus Besar Bahasa Indonesia...*, h. 21.

adalah sebagai bahan informasi tambahan dalam media pembelajaran ekologi dan masalah lingkungan sehingga dapat dimanfaatkan sebagai kajian khususnya dalam ilmu pendidikan dan sebagainya berupa modul pembelajaran.

B. Modul Pembelajaran

Modul merupakan bahan ajar cetak yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta didik.⁸ Modul merupakan bahan belajar yang dirancang untuk pembelajaran mandiri. Contoh modul: modul mata kuliah, modul mata pelatihan, modul mata pelajaran, dan modul satuan pelajaran. Modul mata kuliah merupakan modul yang dikembangkan untuk mencapai kompetensi yang dituangkan dalam satu semester. Modul mata pelatihan dikembangkan untuk memenuhi tujuan pelatihan yang dituangkan dalam waktu hitungan jam pelatihan. Modul mata pelajaran dikembangkan untuk mencapai kompetensi dalam suatu mata pelajaran pada hitungan satu atau dua semester untuk satu jenjang kelas. Sedangkan modul satuan pelajaran merupakan bagian dari modul mata pelajaran.⁹

Modul adalah materi pelajaran yang disusun dan disajikan secara tertulis sedemikian rupa sehingga mahasiswa dapat menyerap sendiri materi tersebut dengan atau sesedikit mungkin membutuhkan bantuan dari orang lain. Modul ditulis lebih rinci dibandingkan buku ajar, isi modul harus sesuai dengan mata

⁸ Surya Dharma., *Penulisan Modul*. Jakarta, Direktorat Tenaga Kependidikan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan Departemen Pendidikan Nasional. 2008. h. 3.

⁹ Ika Kurniawati., *Modul Pelatihan Pengembangan Bahan Belajar*. KEMDIKBUD Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Pendidikan. h. 9.

kuliah pada ranah dan jenjang yang telah ditetapkan dalam analisis kebutuhan pembelajaran.¹⁰

Ciri umum modul antara lain: menggunakan bahasa yang sederhana, berisi pengetahuan sesuai dengan mata kuliah atau pelajaran tertentu mengacu pada sasaran pembelajaran, dan menggunakan format yang lazim digunakan seperti dalam buku ajar.¹¹

Modul ditulis pada kertas yang dipakai berwarna dasar putih dengan ukuran 21,5 x 16,5 cm (kertas folio F4 dibagi dua) atau boleh juga berukuran A4 (29,7 x 21 cm). Batas sembir (margin) sesuai dengan ukuran kertas. Margin untuk kertas berukuran 21,5 x 16,5 cm, margin atas, kiri, kanan, bawah masing masing 2 cm, 2,5 cm, 2 cm, 2 cm, dan untuk kertas A4 margin atas, kiri, kanan, bawah masing masing 2,5 cm, 3 cm, 2 cm, 2,5 cm. Halaman buku ditulis satu kolom.¹²

Ukuran huruf untuk kertas berukuran 21,5 x 16,5 ialah huruf berukuran 10 atau 11 dengan spasi antar baris 1 atau 1,15; untuk kertas A4 gunakanlah huruf berukuran 11 atau 12 dengan spasi antara baris 1,5. Khusus untuk judul bab gunakan ukuran huruf 15 atau 16 dan subbab gunakan ukuran huruf 13 atau 14. Jenis huruf dapat digunakan times new roman, calibri, ariel, atau jenis huruf lain yang tidak menyulitkan pembacaannya, dan lazim digunakan dalam penulisan buku teks.¹³

¹⁰ LKPP UNHAS, *Format Bahan Ajar, Buku Ajar, Modul, dan Panduan Praktik*, Makassar, 2015, h. 8.

¹¹ LKPP UNHAS, *Format Bahan Ajar...*, h. 8.

¹² LKPP UNHAS, *Format Bahan Ajar...*, h. 8.

¹³ LKPP UNHAS, *Format Bahan Ajar...*, h. 8.

Modul merupakan referensi yang dapat digunakan dalam mata kuliah ekologi dan masalah lingkungan. Penulis membuat modul untuk dijadikan sebagai bahan ajar cetak yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh mahasiswa, dan juga merupakan alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan serta cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Modul merupakan media pembelajaran yang digunakan sebagai alat bantu dalam menyampaikan informasi dalam proses pembelajaran. Format-format dalam pembuatan modul agar dapat digunakan oleh mahasiswa guna memperlancar proses pembelajaran yaitu meliputi:

- a. Penentuan judul, modul pembelajaran terlebih dahulu harus menentukan materi pembelajaran yang akan dipelajari
- b. Daftar isi
- c. Pokok pembahasan, yaitu: pengantar, silabus pembelajaran: hal ini untuk mengetahui tentang apa saja yang akan dipelajari, tujuan pembelajaran yaitu untuk mengetahui pencapaian tujuan pembelajaran setelah usai materi yang dibahas, kegiatan belajar, dan daftar pustaka.¹⁴

C. Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan Serta Kaitannya Dengan Masalah Lingkungan

Mata kuliah ekologi dan masalah lingkungan lebih dikenal dengan istilah ilmu lingkungan. Ilmu lingkungan merupakan perpaduan konsep dan asas

¹⁴ Rezki Mulyavan, *Panduan Pembuatan Modul*, (Bogor: IPB, 2004), h. 1-2.

berbagai ilmu (terutama ekologi, ilmu lainnya, seperti biologi, biokimia, hidrologi, oceanografi, meteorologi, ilmu tanah, geografi, demografi, ekonomi, dan sosial budaya), yang bertujuan untuk mempelajari dan memecahkan masalah yang menyangkut hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungannya.¹⁵

Ruang yang ditempati suatu makhluk hidup bersama dengan benda hidup di dalamnya disebut lingkungan hidup makhluk hidup tersebut.¹⁶ Lingkungan hidup ialah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan peri kehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain.¹⁷ Ada tiga unsur lingkungan yang berada disekitar manusia, baik flora maupun fauna, yaitu lingkungan biologis, lingkungan fisik, dan lingkungan sosial.¹⁸

Lingkungan sosial adalah semua bentuk kehidupan sosial yang berhubungan dengan individu yang membentuk masyarakat tersebut. Lingkungan biologis adalah lingkungan yang berada disekitar manusia, baik flora maupun fauna yang meliputi mikroorganisme patogen dan tidak patogen. Hewan dan tumbuhan yang mempengaruhi kehidupan manusia, baik sebagai sumber kehidupan maupun sebagai sumber penyakit. Sedangkan lingkungan fisik merupakan lingkungan

¹⁵ Soemarno, *Ekologi dan Ilmu Lingkungan Bahan kajian MK Pengantar Ilmu Lingkungan*, 2011, h. 2.

¹⁶ Moh. Soejani, dkk., *Lingkungan: Sumber Daya Alam dan Kependudukan Dalam Pengembangan*, (Jakarta: Universitas Indonesia, 1987), h. 3.

¹⁷ Undang-undang Nomor 32 tahun 2009, *Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.

¹⁸ Nor Basri Noor, *Dasar Epidemiologi, Cetakan I*, (Jakarta: Rineka Cipta, 1997), h. 28-29.

yang mempengaruhi badan fisik manusia yang berpengaruh secara langsung diantaranya keadaan cuaca, geografis, geologis, air dan udara (pencemaran udara).

Pencemaran udara menurut Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.¹⁹ Pencemaran udara adalah adanya satu atau lebih zat fisik, kimia, atau biologi pada atmosfer dalam ukuran jumlah tertentu yang dapat mengganggu dan membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, merusak estetika, dan mengganggu kenyamanan.²⁰ Pencemaran udara terjadi karena disebabkan oleh berbagai faktor.

Faktor yang dapat menyebabkan pencemaran udara diantaranya ialah pencemaran yang ditimbulkan oleh sumber-sumber alami maupun kegiatan manusia atau kombinasi keduanya. contohnya penggunaan sumber energi dari bahan bakar fosil yang digunakan untuk transportasi. Bentuk dari bahan bakar fosil yang paling tinggi penggunaannya adalah minyak tanah dan bensin. Bensin saat ini merupakan kebutuhan bahan bakar dengan angka konsumsi tertinggi. Hal ini dapat terlihat selama hampir satu dekade terakhir angka konsumsi BBM cenderung meningkat.²¹ Ketika jumlahnya meningkat sebagai hasil aktivitas

¹⁹ Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999, *Tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. h. 1.

²⁰ Gatut Susanta, Hari Sutjahjo, *Akanlah Indonesia Tenggelam Akibat Pemanasan Global*, (Bogor: Penebar Plus, 2008), h. 14.

²¹ Sri Wahyuni, *Biogas Energi Alternatif Pengganti BBM Gas dan Listrik*, (Jakarta: Agromedia Pustaka, 2013), h. 3.

manusia atau akibat peristiwa alam, maka akan terjadi ketidakseimbangan komposisi atmosfer bumi yang menyebabkan berbagai masalah lingkungan, terutama pencemaran udara.

Pencemaran udara dapat mengakibatkan dampak pencemaran udara bersifat langsung dan lokal, regional maupun global atau tidak langsung dalam kurun waktu kemudian.²² Salah satu gejala yang dapat dirasakan kemudian adalah kelangkaan bahan bakar minyak. Kelangkaan ini terjadi akibat konsumsi bahan bakar minyak yang sangat tinggi dan meningkat setiap tahunnya. Selain berdampak sistematis di kehidupan masyarakat, penggunaan energi secara berlebihan juga berdampak negatif terhadap lingkungan.

D. Ilmu Lingkungan Serta Kaitannya Dengan Masalah Lingkungan

Pengetahuan tentang hubungan antara jenis lingkungan sangat penting agar dapat menanggulangi permasalahan lingkungan secara terpadat dan tuntas. Dewasa ini lingkungan hidup telah menjadi perhatian utama bagi masyarakat Indonesia dan dunia. Meningkatnya perhatian masyarakat mulai menyadari akibat-akibat yang ditimbulkan dari kerusakan lingkungan hidup. Sebagai contoh apabila ada penumpukan sampah dikota maka permasalahan ini diselesaikan dengan cara mengangkut dan membuangnya ke limbah yang jauh dari pusat kota,

²² Gatut Susanta, Hari Sutjahjo, *Akankah Indonesia Tenggelam Akibat Pemanasan Global...*, h. 15.

maka, hal seperti ini tidak memecahkan permasalahan melainkan menimbulkan permasalahan seperti pencemaran air, tanah, dan udara.²³

Akibat pencemaran air ialah timbulnya berbagai penyakit (perut, kerusakan organ tubuh akibat keracunan), penurunan oksigen terlarut di perairan (berakibat kematian pada makhluk hidup di perairan), terjadinya pertumbuhan berlebih alga (nitrat dan fosfat berakibat adanya eutrofikasi), masuknya racun ke dalam sistem perairan (dapat berakumulasi pada makhluk hidup di perairan), dan kematian makhluk hidup di perairan. Akibat pencemaran tanah ialah kerusakan struktur tanah, penurunan produktivitas tumbuhan, kematian tumbuhan dan hewan, gangguan keindahan, tidak sedap dipandang, bau dan tempat vektor penyakit (lalat, tikus). Serta gangguan psikologis (akibat kebisingan), timbulnya penyakit-penyakit pada alat pernafasan, penurunan produktivitas tumbuhan dan hewan (akibat hujan asam) yang disebabkan oleh pencemaran udara.

Udara merupakan campuran mekanis dari bermacam-macam gas. Komposisi normal udara terdiri atas gas nitrogen sebanyak 78,1%, oksigen 20,93%, dan karbondioksida 0,03%, sementara selebihnya berupa gas argon, neon, kripton, xenon, dan helium. Udara juga mengandung uap air, debu, bakteri, spora, dan sisa tumbuh-tumbuhan. Polusi atau pencemaran udara adalah dimasukkannya komponen lain ke dalam udara, baik oleh kegiatan manusia secara langsung atau tidak langsung, maupun akibat proses alam sehingga kualitas udara turun sampai

²³ Lina Taringan, *Dampak Pencemaran Lingkungan Terhadap Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat*, Universitas Sumatra Utara, h. 1.

ke tingkatan tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak berfungsi lagi sesuai peruntukannya.²⁴

Pengetahuan lingkungan merupakan segala sesuatu yang diketahui tentang masalah-masalah yang berhubungan dengan lingkungan, seperti masalah ekologi dan pencemaran. Masalah pencemaran merupakan salah satu masalah yang sangat perlu mendapat penanganan secara serius oleh semua pihak maupun instansi lain untuk dapat menanggulangi akibat buruk yang terjadi karena pencemaran lingkungan, mencegah jangan sampai terjadi pencemaran lingkungan.

Pencemaran lingkungan terjadi bila daur materi dalam lingkungan hidup mengalami perubahan, sehingga keseimbangan dalam hal struktur maupun fungsinya terganggu. Ketidak seimbangan tersebut terjadi karena proses alam atau juga karena perbuatan manusia. Manusia juga dapat merubah keadaan lingkungan yang tercemar menjadi keadaan yang lebih baik, seimbang, dapat mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan, bahkan diharapkan untuk dapat mencegah terjadinya pencemaran lingkungan.²⁵

Untuk menjaga kelestarian lingkungan diperlukan pengetahuan tentang lingkungan hidup dan semua aspek permasalahan yang dihadapi, maka manusia dapat mengelola lingkungan hidup secara baik dan benar. Pengelolaan lingkungan hidup dengan baik perlu dicari keserasian, keselarasan dan keseimbangan antara kualitas manusia dan kualitas lingkungan, sehingga pembangunan bangsa tetap

²⁴ Budiman Chandra, *Penantar Kesehatan Lingkungan*, (Jakarta: EGC, 2006), h.75-76.

²⁵ Sarinah, *Ilmu Sosial Budaya Dasar (di Perguruan Tinggi)*, (Yogyakarta: Deepublish, 2016), h. 120.

terselenggara secara berkesinambungan untuk masa depan generasi yang akan datang.

E. Masalah Lingkungan di Udara dan Peningkatan Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca (GRK) seperti karbondioksida, uap air, klorofluorokarbon (CFCs), metana dan nitrogen oksida merupakan gas-gas yang dapat memicu meningkatnya panas di permukaan bumi (*global warming*). Meningkatnya GRK ini dapat menyebabkan terjadinya efek rumah kaca. Efek rumah kaca sendiri diartikan sebagai proses masuknya radiasi matahari dan terjebaknya radiasi tersebut di atmosfer akibat GRK sehingga menaikkan suhu permukaan bumi. Sekitar 80-90% radiasi yang terjebak memberikan kehangatan bagi makhluk hidup di bumi.²⁶

Seiring dengan kemajuan zaman yang diawali dengan adanya revolusi industri terjadi peningkatan GRK di atmosfer. Peningkatan ini berasal dari berbagai sumber, seperti CO₂ dari industri, pembangkit listrik, pembakaran bahan bakar fosil dan transportasi, sedangkan CH₄ berasal dari lahan pertanian dan limbah yang tidak diproses. Gas-gas tersebut menahan lebih banyak radiasi dari yang dibutuhkan oleh bumi dan hasilnya suhu di permukaan bumi pun naik. Sumbangan emisi GRK tertinggi dihasilkan oleh gas CO₂, hampir 55% emisi GRK berasal dari gas tersebut. Gas CH₄ hanya berkontribusi sekitar 15%, namun gas ini 21 kali lebih berpotensi menyebabkan efek rumah kaca dari pada gas CO₂. Hal ini berdampak pada kerusakan lapisan ozon dan kenaikan suhu di bumi.

²⁶ Rina Kartikawati, Helena Lina Susilawati, Miranti Ariani, Prihasto Setyanto, *Teknologi Mitigasi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Lahan Sawah*, Sinartani Agroinovasi, Badan Litbang Pertanian, 2011, h. 7.

Sedangkan gas N₂O memberikan kontribusi terkecil dari kedua gas sebelumnya, yaitu sekitar 6%. Meskipun kecil kontribusinya, namun potensi terhadap efek rumah kaca paling tinggi, yaitu 296 kali dari CO₂.²⁷

Dampak pemanasan global yang terjadi ialah berubahnya iklim, yaitu perubahan curah hujan serta naiknya intensitas dan frekuensi badai. Permukaan laut akan naik, sebagian karena memuainya air laut pada suhu yang lebih tinggi sehingga volumenya naik, sebagian lagi karena melelehnya es abadi di pegunungan tinggi dan di daerah kutub.²⁸

Hal ini dapat dicegah dengan mengurangi produksi gas rumah kaca dan mencegah CO₂ dilepas ke atmosfer bumi dengan menyimpannya di suatu tempat. melalui fotosintesis, tumbuhan menyerap CO₂ dan mengubahnya menjadi zat makanan dan oksigen. Namun pada kenyataannya vegetasi yang ada di biosfer belum mampu untuk menyimpan semua emisi karbon. Pada tahun 2012, Indonesia telah menghasilkan karbon dioksida sebesar 0,49 milyar ton.²⁹ Salah satu penyumbang emisi CO₂ di Indonesia adalah alih fungsi lahan hutan menjadi peruntukan lainnya. Luas kawasan hutan Indonesia pada tahun 2012 adalah 134 juta hektar.³⁰

²⁷ Rina Kartikawati., *Teknologi Mitigasi Gas Rumah...*, h. 7.

²⁸ Soemarwoto, O. *Indonesia dalam Kanca Isu Lingkungan Global*, (Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2004), h. 165.

²⁹ Olivier, J. G., Janssens-Maenhout, G. Muntean, M. dan Peters, J.A.H.W., (*Trends in Global CO₂ Emissions 2013 Report*, Buku, PBL Publishers, The Hague, 2013), h. 60.

³⁰ Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan, *Data dan Informasi Pemanfaatan Hutan Tahun 2012*, (Jakarta: Kementerian Kehutanan, 2012), h. 145.

Hutan sebagai ekosistem yang dominan memiliki fungsi yang penting dalam penyerapan CO₂ dalam jumlah yang cukup besar. Karbon pada hutan tersimpan pada vegetasi termasuk pepohonan yang menghasilkan serasah. Tanah juga merupakan salah satu *carbon pool* yang mampu menyimpan karbon dalam bentuk bahan organik tanah sebanyak 2 Gt/tahun.³¹

Sebagai kolam terbesar dari karbon organik terestrial, tanah berinteraksi kuat dengan komposisi atmosfer, iklim, dan perubahan tutupan lahan.³² Peningkatan CO₂ atmosfer yang berkontribusi terhadap pemanasan global sangat mungkin dapat dikurangi melalui proses pemindahan/sekuestrasi karbon ke dalam tanah (*Soil Carbon Sequestration*).³³ Sekuestrasi karbon organik tanah (*Soil Organic Carbon/SOC*) dianggap sebagai strategi untuk mitigasi perubahan iklim dan berkaitan dengan penyimpanan karbon ke dalam tanah.³⁴

Semakin banyak karbon disimpan dalam tanah sebagai karbon organik tanah dapat mengurangi jumlah karbon yang ada di atmosfer sehingga dapat mengurangi pemanasan global dan perubahan iklim.³⁵ Iklim berpengaruh terhadap

³¹ Lal, R., *Carbon sequestration. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2008, 363 (1492): 815–830.

³² Jobbagy E. G., Jackson R. B., The Vertical Distribution of Soil Organic Carbon and ITS Relation to Climate and Vegetation. *Ecological Applications, The Ecological Society of America*, 10 (2), 2000. 423-436.

³³ Markewich, H. W., Buell, G. R., *A Guide to Potential Soil Carbon Sequestration Land-Use Management for Mitigation of Greenhouse Gas Emissions*, U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey, 2001.

³⁴ Chan, K. Y., Cowie, A., Kelly, G., Singh, B., Slavich, P., Scoping Paper-Soil Organic Carbon Sequestration Potential For Agriculture in NSW, *DPI Science & Research Technical Paper*, 2008.

³⁵ Chan, K. Y., Increasing soil organic carbon of agricultural land. (*PrimeFact 735*), New South Wales: NSW Department of Primary Industries, 2008.

ketersediaan kandungan (*Soil Organic Carbon/ SOC*), iklim utama yang paling berpengaruh adalah curah hujan. Selain iklim, kondisi tanah dan penutupan lahan juga berpengaruh terhadap kandungan (*Soil Organic Carbon/ SOC*) di dalam tanah.³⁶

Kandungan karbon organik tanah memiliki peranan penting dalam menekan terjadinya perubahan iklim, semakin meningkatnya kandungan karbon organik tanah semakin besar tanah itu dapat menyimpan CO₂ dari udara dalam bentuk bahan organik di dalam tanah. Kandungan karbon organik tanah dapat diduga dari kepadatan karbon organik didalam tanah. Semakin meningkatnya kepadatan karbon organik tanah di ikuti dengan meningkatnya kandungan karbon organik tanah.³⁷

F. Hubungan Simpanan Karbon Dengan Redaksi Gas Rumah Kaca

Simpanan karbon adalah karbon yang tersimpan pada bahan organik mati dan produk-produk berbasis biomasa seperti kayu, baik ketika masih di permukaan maupun sudah berada di tempat penimbunan. Karbon dapat tersimpan dalam kantong atau kolam (*pool*) karbon dalam periode yang lama atau hanya sebentar.

³⁶ Sukmawati, N., *Analisis Distribusi C Organik Tanah di Wilayah Sekitar Bogor*. [Skripsi], Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, 2006, h. 67.

³⁷ Gst. Agung Indah Mahasani, Wayan Gede Astawa Karang, Gede Hendrawan., *Karbon Organik di Bawah Permukaan Tanah pada Kawasan Rehabilitasi Hutan Mangrove, Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. Prosiding Seminar Nasional Kelautan, Faculty of Marine Science and Fisheries Udayana University, Bali, 2016, h. 40.*

Peningkatan jumlah karbon yang tersimpan dalam kantung karbon ini mewakili jumlah karbon yang terserap dari atmosfer.³⁸

Karbondioksida merupakan gas rumah kaca yang diemisikan sebagai hasil sampingan pembakaran bahan bakar fosil. Gas CO₂ ini menyebabkan pemanasan global secara langsung. Walaupun demikian, sejumlah karbon dioksida hilang dari atmosfer karena adanya penyerap karbon seperti hutan tropis dan lautan. Hal ini disebut dengan siklus karbon, yaitu ketika terjadi semacam pertukaran karbon antara atmosfer dengan bumi. Permasalahan kemudian timbul ketika bahan bakar itu dibakar untuk menghasilkan energi. Dengan kata lain, kita sekarang melepaskan karbon dioksida dalam jumlah yang banyak pada sebuah tingkatan yang sangat cepat, sementara alam tidak mampu menyerapnya pada waktu yang sama. Hal ini akan membuat akumulasi karbon lebih banyak ke atmosfer. Sebagai akibatnya terjadi pemanasan global.³⁹

Salah satu akibat kelebihan jumlah karbon di atmosfer adalah terganggunya keseimbangan energi antara bumi dan atmosfer, sehingga memicu terjadinya perubahan iklim global. Terjadinya peningkatan unsur karbon dalam bentuk gas-gas asam arang (CO₂), gas buangan knalpot kendaraan (CO), metana (CH₄) serta

³⁸ Nur Marsipatin, dkk., *Cadangan Karbon pada berbagai Tipe Hutan dan Jenis Tanaman di Indonesia* Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan, (Bogor, 2010).

³⁹ Team SOS. *Pemanasan Global Solusi Dan Peluang Bisnis*, (Jakarta: Gramedia Pusaka Utama, 2011), h. 138-139.

gas rumah kaca dalam jumlah yang mengkhawatirkan telah memicu pemanasan global.⁴⁰

Pemanasan global terjadi akibat gas rumah kaca yang disebabkan oleh aktivitas manusia sehari-hari. Karakteristik gas ini dapat menyerap panas sehingga meningkatkan suhu udara di bumi.⁴¹ Pemanasan suhu bumi benar-benar sudah terjadi, sebagai buktinya ialah hasil pengamatan yang menunjukkan kenaikan suhu rata-rata udara dan lautan, mencairnya salju dan es, serta meningkatnya rata-rata tinggi permukaan air laut (Laporan Penilaian Keempat IPCC, 2007).⁴²

Perubahan iklim global yang terjadi akhir-akhir ini disebabkan karena terganggunya keseimbangan energi antara bumi dan atmosfer. Keseimbangan tersebut dipengaruhi oleh peningkatan gas-gas asam arang atau karbondioksida (CO₂), metana (CH₄), dan nitrogen oksida (N₂O) yang lebih dikenal dengan gas rumah kaca (GRK).⁴³

Konsentrasi GRK di atmosfer meningkat sebagai akibat adanya pengelolaan lahan yang kurang tepat, antara lain adanya pembakaran vegetasi hutan dalam skala luas pada waktu yang bersamaan dan adanya pengeringan lahan gambut. Kegiatan-kegiatan tersebut umumnya dilakukan pada awal alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian. Kebakaran hutan dan lahan serta gangguan lahan lainnya

⁴⁰ Murniyanto Eko, Kurniawan Puji Wijaksono, Firman Muhsoni, Analisis Emisi CH₄ dan Serapan Aktivitas pertanian di JawaTimur, *Jurnal Agrovigor* Vol.4, No 1, 2011.

⁴¹ Sri Wahyuni, *Biogas Energi Alternatif...*, h. 4.

⁴² Azhar, *Konsep Lingkungan Hidup Dalam Perspektif Al-Qur'an*. Banda Aceh: Ar-Raniry Press Bekerja Sama Dengan AK Group Yogyakarta, 2007, h. 84.

⁴³ Hairiah, K. Rahayu S., *Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*, (Bogor: World Agroforestry Centre-ICRAF, SEA Regional Office, University Brawijaya Indonesia, 2007), h. 3.

telah menempatkan Indonesia dalam urutan ketiga Negara penghasil emisi CO₂ terbesar di dunia.⁴⁴

Hasil penelitian para ilmuwan yang tergabung dalam WMO *Global Atmosphere Watch* (GAW) di 65 negara lebih menunjukkan bahwa konsentrasi karbondioksida telah mencapai 385 ppm, atau meningkat 0,5% dibandingkan tahun 2006. Konsentrasi dinitrogen oksida mencapai tingkat yang paling tinggi, yaitu naik 0,25% dibandingkan tahun sebelumnya. Sementara metana naik 0,34% melampaui angka tertinggi sebelumnya yang pernah dicapai pada tahun 2003.⁴⁵

Untuk mengurangi konsentrasi karbondioksida di atmosfer maka diperlukan adanya penanaman tumbuhan. Tumbuhan akan mengurangi karbon di atmosfer melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Sampai waktunya karbon tersebut kembali ke atmosfer, karbon tersebut menempati salah satu dari sejumlah kantong atau kolam karbon. Di bawah permukaan tanah, akar tumbuhan juga menyimpan karbon selain tanah itu sendiri. Jumlah simpanan karbon yang terdapat di tanah gambut mungkin lebih besar dibandingkan simpanan karbon yang ada di atas permukaan.⁴⁶ Selain tumbuhan, tanah juga mampu mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer udara.

Tanah memiliki kandungan karbon yang menggambarkan seberapa besar tanah dapat mengikat CO₂ dari udara. Kandungan karbon dapat diartikan yaitu

⁴⁴ Hairiah, K. Rahayu S., *Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan...*, h. 5.

⁴⁵ Team SOS, *Pemanasan Global Solusi Dan Peluang Bisnis...* h. 130-131.

⁴⁶ Samsudi, RTH Kebutuhan Tata Ruang Perkotaan Kota Surakarta, *Journal of Rural and Development*, Vol. 1, No. 1, 2010.

banyaknya karbon yang mampu diserap dan disimpan oleh tanah dalam bentuk bahan organik dalam tanah. Karbon tersebut akan menjadi energi bagi organisme tanah dan sebagai sumber masukan kedalam struktur tanah.

Tanah merupakan representasi gudang karbon organik (*organic carbon pool/organic carbon reservoir*) yang sangat penting dalam periode jangka panjang pada ekosistem daratan, karena tanah mengakumulasi karbon (C) lebih besar dari pada jumlah karbon (C) pada biomassa tanaman dan atmosfer.⁴⁷ Karbon yang terakumulasi di dalam tanah (*Soil Carbon Stock*) dipengaruhi oleh perubahan pada vegetasi dan pertumbuhannya, sisa biomassa melalui pemanenan, dan gangguan mekanis pada tanah.⁴⁸

Tanah merupakan penampung karbon terbesar dalam siklus karbon di darat. Jumlah karbon yang berada di tanah diperkirakan sebesar 1.100-1.600 miliar ton. Dua kali lipat lebih banyak dari pada jumlah karbon yang disimpan dalam tumbuhan hidup (sekitar 560 miliar ton), dan juga jauh lebih banyak dari pada yang terdapat di atmosfer (750 miliar ton).⁴⁹

Jumlah karbon yang tersimpan di dalam tanah tergantung pada jumlah unsur-unsur dari tumbuhan yang mati dan hilang karena proses penguraian dan mineralisasi. Dalam kondisi aerobik, sebagian besar karbon yang terserap di

⁴⁷ Tarnocai, C., Canadell, J.G., Schuur, E.A.G., Kuhry, P., Mazhitova, G., Zimov, S., Soil Organic Carbon Pools In The Northern Circumpolar Permafrost Region, *Global Biogeochemical Cycles*, 23, 11, 2009.

⁴⁸ Schrumpf, M., Schulze, E.D., Kaiser, K., Schumacher, J. *How Accurately Can Soil Organic Carbon Stocks and Stock Changes be Quantified by Soil Inventories? Biogeosci. Discuss.* 8, 723-769, 2011.

⁴⁹ Team SOS, *Pemanasan Global Solusi Dan Peluang Bisnis...* h. 147.

dalam tanah tidaklah stabil dan kemudian segera dihembuskan kembali ke atmosfer.⁵⁰

Jumlah karbon organik tanah (*Soil Organic Carbon/ SOC*) yang disimpan di dalam tanah berkaitan erat dengan hasil dari saldo bersih (*net balance*) antara tingkat masukan karbon organik tanah dan tingkat mineralisasi pada masing-masing gudang karbon organik (*organic carbon pools*).⁵¹ Sekuestrasi karbon pada tanah hutan bervariasi tergantung pada jenis tanaman, tipe tanah, iklim, praktek pengelolaan lahan, dan status tanah awal.⁵² Potensi sekuestrasi karbon pada jenis tanah apapun tergantung pada kapasitasnya untuk menyimpan komponen tanaman dalam jangka menengah (*medium term*) dan untuk melindungi dan mengakumulasi zat-zat humus yang terbentuk dari transformasi atau bahan organik pada lingkungan tanah.⁵³

Berdasarkan hasil penelitian Gst. Agung Indah Mahasani, dkk (2016), simpanan karbon di dalam tanah rata-rata berkisar antara 83.046 Mg ha⁻¹ hingga 216.168 Mg ha⁻¹ hasil yang diperoleh cukup kecil dibandingkan dengan hasil penelitian Taberima et. al. (2014), di Papua (Bintuni, Teminabua dan Timika)

⁵⁰ Team SOS, *Pemanasan Global Solusi Dan Peluang Bisnis...* h. 147-148.

⁵¹ Post, W. M., Kwon, K. C., Soil Carbon Sequestration and Land-Use Change: Processes and Potential, *Global Change Biol*, 6, 317-327, 2000.

⁵² Nsabimana, D., Klemedtson, L., Kaplin, B.A., Wallin, G. Soil Carbon and Nutrient Accumulation Under Forest Plantations in Southern Rwanda, *African Jour. of Environmental Sci. and Techn*, 2 (6), 2008, 142-149.

⁵³ Swift, R. S., Sequestration of Carbon by Soil, *Soil Science*, 166 (11), 858-871, 2011.

mendapatkan hasil masing-masing sebesar 103.2 Mg ha⁻¹, 964.9 Mg ha⁻¹, dan 674.9 Mg ha⁻¹.⁵⁴

G. Karbon Tanah

Karbon dapat pula ditemukan di atmosfer salah satunya dalam bentuk gas karbondioksida (CO₂) dengan jumlah yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan karbon yang ada di bumi. Siklus karbon dapat dengan mudah menjelaskan bagaimana dinamika karbon di alam. Siklus karbon adalah siklus biogeokimia yang melibatkan pertukaran atau perpindahan karbon di bumi.⁵⁵

Karbon dihasilkan melalui proses respirasi makhluk hidup, proses pembakaran bahan bakar fosil, dan aktivitas manusia lainnya seperti kendaraan bermotor. Proses respirasi pada tumbuhan dapat diketahui melalui reaksi kimia berikut: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$. Karbon yang ada di udara salah satunya adalah karbon dioksida (CO₂).

Karbon dioksida dapat disimpan melalui proses fotosintesis oleh tumbuhan sehingga menghasilkan karbohidrat yang disimpan di jaringan tumbuhan dan oksigen. Secara kimia proses fotosintesis ialah sebagai berikut: $6CO_2 + 6H_2O + \text{foton} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$.

Simpanan karbon tidak hanya disimpan pada vegetasi, tetapi terdapat juga pada tanah, serasah, lautan dan sedimentasi. Jaringan-jaringan tumbuhan dan

⁵⁴ Gst. Agung Indah Mahasani, Wayan Gede Astawa Karang, Gede Hendrawan., Karbon Organik di Bawah Permukaan Tanah pada Kawasan Rehabilitasi Hutan Mangrove, Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali..., h. 40.

⁵⁵ Dandun Sutaryo, *Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon...*, h. 39.

mahluk hidup lain yang mati akan terdekomposisi menjadi senyawa organik dan tersimpan di tanah. Sejumlah karbon tanah diangkut melalui aliran permukaan ke sungai. Beberapa karbon tersimpan dengan sedimentasi di dalam sungai, sisanya mengalir ke laut sebagai karbon anorganik dan karbon organik yang terlarut. Kemudian terjadi pertukaran gas antara permukaan laut dan CO₂ yang ada di atmosfer yang disebabkan oleh perbedaan tekanan antara udara dan laut. Sebagian kecil karbon organik yang terlarut diubah melalui proses biologi sehingga pada akhirnya menjadi sedimentasi di dasar laut.⁵⁶

Adapun simpanan karbon dibawah tanah yaitu sebagai berikut:

1. Biomassa akar. Akar berfungsi sebagai penyalur karbon dari tanah ke batang dan tanah dapat memiliki umur yang cukup panjang. Pada tanah hutan, banyak biomassa akar yang diukur yang memiliki diameter lebih dari 2 mm. Pada tanah pertanian lebih banyak ditemukan akar-akar halus.
2. Bahan organik tanah. organisme tanah merombak sisa-sisa tanaman dan hewan yang telah mati di dalam tanah sehingga tercampur oleh tanah sehingga terbentuklah bahan organik tanah.⁵⁷

Karbon organik tanah cukup besar nilainya, perubahan dalam kantong karbon ini mungkin akan memberikan pengaruh yang besar pada keseluruhan jumlah simpanan carbon, meskipun fluktuasinya tidak besar. Kantong karbon di tanah

⁵⁶ Ciais, H. L. M, Sabine, C. Bala, dkk., *Carbon and Other Biogeochemical Cycles. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, (Cambridge: Cambridge University Press, 2013), h. 472.

⁵⁷ Hairiah K., Ekadinata A., Sari RR., Rahayu S., *Pengukuran Cadangan Karbon: Dari Tingkat Lahan Ke Bentang Lahan, Petunjuk Praktis. Edisi Kedua...*, h. 82.

akan mengalami fluktuasi sejalan dengan pembentukan hutan tanaman dan praktek yang mengikutinya seperti pemberantasan gulma dan pemangkasan. Oleh karena itu, *carbon pool* (gudang karbon) tanah dan perubahannya yang berhubungan dengan pembentukan hutan harus diukur dengan keakuratan yang tinggi pada tingkat regional.⁵⁸ Salah satunya seperti hutan tropis.

Hutan tropis sangat penting karena karbon terbagi antara vegetasi dan tanah dimana khususnya di zona boreal, 84% karbon terdapat dalam materi organik tanah dan 16% dalam tanaman yang masih hidup. Simpanan karbon utama di ekosistem hutan terdapat dalam biomassa pohon, vegetasi lantai, serasah dan bahan organik tanah.⁵⁹ Jumlah karbon sangat tinggi, yaitu sebanding dengan tiga kali jumlah karbon di tanaman dan dua kali lipat karbon di atmosfer.⁶⁰ Oleh sebab itu, tanah merupakan salah satu alternatif yang mampu mengendalikan atau menyerap CO₂ di udara.

H. Aplikasi Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh Sebagai Referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan

Sebelum menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry nama lain dari mata kuliah ekologi dan masalah lingkungan adalah Mata kuliah Pengetahuan Lingkungan dan Kependudukan yang merupakan mata kuliah keahlian Fakultas

⁵⁸ Dandun Sutaryo, *Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon...*, h. 3.

⁵⁹ Ijazah, M., Sancayaningsih, R. P., Penyimpanan Karbon pada Tegakan *Pinus merkussi* dan *Acacia auriculiformis* di Hutan Lindung Mangunan, Dlingo, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada, 2015, pp: 830-837.

⁶⁰ M. B. Prayitno., Bakri, Dampak Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Cadangan Karbon di Lahan Suboptimal. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014, Palembang: Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, 2014, h. 82.

Tarbiyah Institute Islam Negeri Ar-Raniry Jurusan Pendidikan Biologi yang terdiri dari 2 SKS.⁶¹ Kemudian diganti menjadi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan.

Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan merupakan suatu Mata Kuliah Keahlian (MKK) Fakultas Tarbiyah Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry, khususnya Program Studi Pendidikan Biologi dengan bobot 2 SKS. Mata kuliah ini diajarkan pada mahasiswa semester II (genap).⁶²

Dalam pembelajaran Ekologi dan Masalah Lingkungan sering dibahas masalah-masalah dalam lingkungan hidup, seperti pencemaran udara yang merupakan salah satu penyebab *Global Warming*, permasalahan ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah CO₂ di atmosfer bumi, sehingga terjadi ketidakseimbangan energi antara bumi dan atmosfer, beserta solusi atau upaya untuk mengatasinya.

Permasalahan global saat ini ialah pembakaran bahan bakar fosil yang meliputi minyak pelumas, gas dan bahan bakar kendaraan bermotor, industri dan kekuatan tanaman. Kontribusi dari sektor tersebut diperkirakan sekitar 65 % dari total emisi diseluruh dunia. Sebagian karbon dalam bentuk CO₂ dimanfaatkan tumbuhan untuk proses fotosintesis, sebagian lainnya dalam bentuk gas di atmosfer yang jika jumlahnya terlalu banyak akan merugikan kehidupan organisme. Untuk itu, peran tumbuhan menjadi sangat penting untuk penambatan

⁶¹ Amirul Hadi, *Panduan Program S-1 dan D-3 IAIN Ar-Raniry Tahun Akademik 2012/2013*, (Banda Aceh: Institute Agama Islam Negeri Ar-Raniry, 2012), h. 77.

⁶² Muhibbuthabry., *Panduan Akademik Universitas...*, h. 106.

dan juga penyimpanan karbon.⁶³ Selain tumbuhan, salah satu upaya untuk mengatasinya peningkatan CO₂ atmosfer yang berkontribusi terhadap pemanasan global sangat mungkin dapat dikurangi melalui proses pemindahan karbon ke dalam tanah (*Soil Carbon Sequestration*).⁶⁴

⁶³ Murniyanto Eko, Kurniawan Puji Wijaksono, Firman Muhsoni, Analisis Emisi CH₄ dan Serapan Aktivitas pertanian di JawaTimur, *Jurnal Agrovigor*, Vol. 4, No 1, 2011.

⁶⁴ Harris Herman Siringoringo, Potensi Sekuestrasi Karbon Organik Tanah Pada Pembangunan Hutan Tanaman *Acacia mangium* Willd. h..., 193.

BAB III METODE PENELITIAN

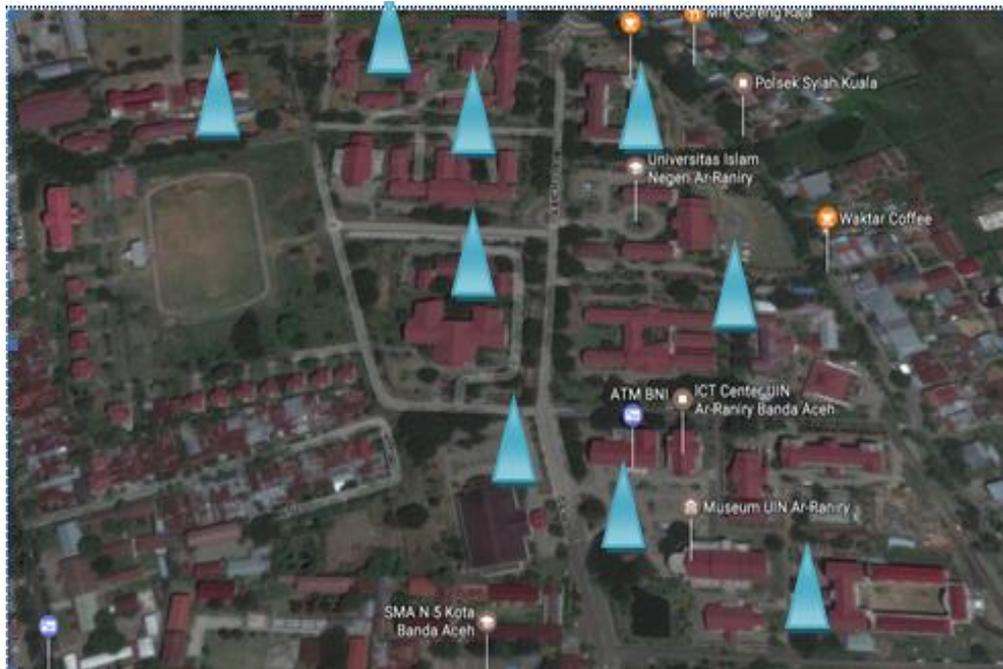
A. Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode pengambilan sampel gabungan (*composite sampling*) pada setiap plot dan kedalaman. Metode ini mencakup pengambilan sampel pada masing-masing kedalaman, mencampurnya dan pengambilan subsampel dari hasil campuran dan mencatatnya sebagai satu sampel. Kedalaman untuk *sampling soil carbon pool* harus dimonitor setidaknya pada kedalaman 30 cm, sebab perubahan karbon tanah akan terjadi atau tampak selama periode proyek.¹

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kampus Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh di beberapa lokasi/titik pengamatan, yaitu: Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Gedung, Fakultas Ushuluddin, Asrama Putri UIN Ar-Raniry, Pustaka UIN Ar-Raniry, Fakultas Dakwah, Fakultas Adab dan Humaniora, Museum UIN Ar-Raniry, dan Gedung Auditorium Ali Hasjmy. pada tanggal 15 November 2016.

¹ Dandun Sutaryo, *Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon...*, h. 35.



Gambar 3.1. Peta Lokasi Penelitian (Sumber: Peta Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh).

Keterangan: ▲ Lokasi titik/stasiun pengamatan

C. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah tanah yang ada di Kampus Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, sampel dalam penelitian ini adalah tanah yang terdapat dalam tiap titik/stasiun pengamatan yaitu di 1) Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Gedung A di sekitaran Laboratorium Biologi 2) belakang Fakultas Ushuluddin, 3) disamping Asrama putri UIN Ar-Raniry, 4) disamping Pustaka UIN Ar-Raniry, 5) disamping Fakultas Dakwah, 6) depan Fakultas Adab dan Humaniora, 7) depan Museum UIN Ar-Raniry, 8) depan Gedung Auditorium Ali Hasjmy, dan 9) belakang Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Gedung B di samping Kantin Tarbiyah. pada tanggal 15 November 2016.

D. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk

Tabel 3.1 dan 3.2 berikut ini:

Tabel 3.1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama Alat	Fungsi
1.	Cangkul	Untuk menggali tanah
2.	Kaleng	Untuk mengambil tanah
3.	Pisau tanah	Untuk memotong tanah di bawah kaleng
5.	Kantong plastik	Untuk tempat penyimpanan sampel tanah
6.	Spidol permanen	Untuk mencatat/memberi label
7.	Karet gelang	Untuk mengikat sampel tanah dalam plastik
8.	Timbangan kapasitas 5 kg/ timbangan analitik	Untuk menimbang tanah/ sampel yang telah diambil dan sampel kering
9.	Alat tulis	Untuk mencatat data hasil penelitian
10.	Soil tester	Untuk mengukur pH tanah
11.	Hygrometer	Untuk mengukur kelembaban tanah
12.	Oven	Untuk mengeringkan sampel yang diambil dari lokasi penelitian
13.	Kamera digital	Untuk mendokumentasikan hasil kegiatan penelitian
14.	Kertas label	Untuk memberi label pada masing-masing sampel
15.	Tas plastik, botol-botol polyethylen	Untuk tempat sampel
16.	Wadah plastik dan kertas pengering	Untuk tempat peletakan sampel
17.	Mesin penghalus tanah, lolos ayakan 2 mm	Untuk menghaluskan sampel
18.	Ayakan diameter 0,5 mm	Untuk mengayak sampel
19.	Lesung dan penumbuk porcelin	Untuk menumbuk/ menghaluskan sampel
20.	Gulungan kayu/papan kayu	Untuk menghaluskan sampel
21.	Botol timbang dengan penutup	Untuk tempat peletakan sampel
22.	Desicator	Untuk meletakkan sampel
23.	Burette	Untuk menganalisis sampel
24.	Pipet 10 ml	Untuk menganalisis sampel
25.	Stirrer magnetik	Untuk menganalisis sampel
26.	Silinder pengukur	Untuk mengukur kadar larutan
27.	Erlenmayer 500 ml	Untuk meletakkan sampel yang dianalisis

Tabel 3.2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama Alat	Fungsi
1.	Tanah	Sebagai sampel penelitian
2.	Larutan baku kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$)	Untuk melarutkan sampel
3.	Asam sulfat (H_2SO_4)	Untuk melarutkan sampel
4.	Asam fosfat konsentrat/ pekat (H_3PO_4)	Untuk melarutkan sampel
5.	Indikatorbarium difenil sulfonat/ difenilamin	Untuk melarutkan sampel
6.	Larutan ferosulfat ($FeSO_4$)	Untuk melarutkan sampel
7.	Aquades	Untuk melarutkan sampel

E. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdapat 9 titik lokasi/stasiun pengamatan yang terdiri dari 1 sampel untuk setiap titik pengamatannya yaitu sesuai dengan kedalaman tanah 30 cm.

Adapun prosedur penelitian tentang simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry banda Aceh dengan tahapan sebagai berikut:

1. Pengambilan Tanah

- a. Diambil contoh tanah menggunakan cangkul pada sub plot. Contoh tanah diambil dari kedalaman, 30 cm.
- b. Disiapkan 2 buah kaleng dan peralatan lainnya.
- c. Disingkirkan serasah-serasah kasar yang ada di atas permukaan tanah, ditancapkan kaleng ke permukaan tanah, ditekan perlahan-lahan.
- d. Diletakkan kaleng yang lain di atas kaleng pertama dan dipukul pelan-pelan menggunakan tongkat kayu hingga kaleng pertama masuk ke dalam tanah sesuai kedalaman yang diinginkan. Jika mengalami

- kesulitan saat membenamkan kaleng (misalnya ada akar pohon berukuran besar atau batu), ulangi sekali lagi dengan jalan memindahkan pada tanah di sampingnya hingga berhasil.
- e. Digali tanah menggunakan lempak sekitar 5 cm jaraknya dari kaleng, dilanjutkan dengan memukul kaleng pelan-pelan menggunakan palu karet hingga kaleng masuk secara sempurna ke dalam tanah.
 - f. Ditutuplah bagian atas kaleng tanah tersebut dengan plastik dan diikat dengan karet gelang.
 - g. Dipotong tanah di bawah kaleng menggunakan lempak atau pisau tanah, setelah tanah terpotong diangkat perlahan-lahan agar tanah tetap berada utuh di dalam kaleng.
 - h. Dibalikkan kaleng tanah dan direbahkan perlahan-lahan di atas permukaan tanah yang datar
 - i. Dibuang tanah yang ada di permukaan luar kaleng menggunakan scrap hingga bersih. Diratakan tanah pada bagian atas dan bawah kaleng menggunakan scrap atau pisau tanah.
 - j. Dikeluarkan semua tanah yang ada dalam kaleng, ditampung dalam kantong plastik dan ditimbang berat basahnya.²
 - k. Dibawa sampel yang telah diambil dari lokasi penelitian ke laboratorium.

² Hairiah, K., Ekadinata, A. Sari R.R. dan Rahayu S. *Pengukuran Cadangan Karbon: dari Tingkat Lahan ke Bentang Lahan Petunjuk Praktis Edisi Kedua*. (Bogor: Buku. World Agroforestry Centre ICRAF SEA Regional. 2011). h. 41.

2. Penghitungan Karbon Tanah

- a. Dianalisis berat isi contoh tanah, yaitu ditentukan volume tanah dengan persamaan $\pi r^2 t$ dengan $\pi = 22/7$ atau 3,14, r = jari-jari dan t = tinggi atau tebal tanah, sehingga dapat diketahui volume tanah.³
- b. Diambil sub-contoh tanah dan ditimbang (W2). Dikeringkan sub contoh tanah tersebut dalam oven pada suhu 105°C selama 48 jam, dan timbang berat keringnya (W3) m.⁴ Dicatat hasilnya.

3. Persiapan Sampel Tanah

3.1. Persiapan Sampel Tanah Kasar

- a. Diambil sebagian dari sampel tanah basah atau segar dari lapangan dan dicampurkan ke dalam wadah plastik. Dipindahkan akar-akar dan bahan-bahan kasar. Diayak tanah dengan ayakan stainless ukuran lubang 2 mm atau ayakan nilon.
- b. Ditumbuk tanah-tanah liat yang mengandung butiran-butiran keras atau digiling dengan gulungan kayu pada lempengan kayu keras atau papan plastik untuk diloloskan ayakan 2 mm.
- c. Ditimbang 10 g sampel tanah segar di atas kertas parafin yang ditempatkan dalam botol timbang untuk dianalisis. Dikeringkan dalam oven pengering hingga berat menjadi konstan (biasanya sekitar 4-5 jam). Dipindahkan sampel dari oven dan ditempatkan

³ Leoni Dellta Ellannia, Analisis Karbon Tersimpan pada Serasah dan Tanah di Areal Budidaya dan Areal Alami Hutan Pendidikan Konservasi Terpadu Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman, (Skripsi), Fakultas Pertanian Universitas Lampung, 2016, h. 17.

⁴ Hairiah, K., Ekadinata, A. Sari R.R. dan Rahayu S. *Pengukuran Cadangan Karbon: dari Tingkat Lahan ke Bentang Lahan Petunjuk Praktis Edisi Kedua...*, h. 42.

dalam desikator. Ditimbang kembali tanah setelah 20 menit, dan dicatat beratnya.⁵

3.2. Persiapan Sampel Tanah Kering Udara

- a. Diambil tanah dari tas/kotak plastik atau dari tempat sampel, ditebarkan di atas lembaran plastik dan ditempatkan di atas alat pengering tanah (rak pengering).
- b. Dibiarkan tanah mengering beberapa hari di dalam kamar bersih dan jangan sampai terkena sinar matahari langsung.
- c. Ditimbang tanah bersama wadahnya, dilanjutkan pengeringan udara setelah penimbangan, dan diulangi setiap 2 hingga 3 hari.
- d. Dihaluskan dengan menggunakan mesin grinder hingga bahan dapat diloloskan lewat ayakan 2 mm, jika berat tanah telah konstan.
- e. Dicampurkan tanah dan bagian halus secara random pada alat penumbuk hingga dapat lolos ayakan 0,5 mm.
- f. Dihaluskan dengan alu dan diayak dengan baja stainless atau ayakan nilon untuk dianalisis sampel logam yang sedikit seperti (Cu, Zn, Mn, Mo).
- g. Disimpan tanah halus (diameter 2 dan 0,5 mm) dalam botol plastik (*Polyethylen*) atau kotak plastik, dan diberi label dengan nomor laboratorium.⁶

⁵ Sufardi, dkk., *Penuntun Praktikum Kimia Tanah*, (Banda Aceh: Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, 2014), h. 2.

⁶ Sufardi., *Penuntun Praktikum Kimia...*, h. 3.

4. Penetapan Kadar Air

- a. Ditempatkan botol timbangan dengan penutupnya di dalam oven, dikeringkan selama lebih dari 2 jam. Setelah kering, diletakkan dalam *desicator* sekitar 20 menit dan ditimbang.
- b. Ditimbang 5 g tanah halus (lolos ayakan 2 mm dan 0,5 mm) dalam botol timbang, ditempatkan dalam oven dengan tutup terbuka dan dikeringkan pada suhu 105°C hingga berat menjadi tetap.
- c. Dipindahkan sampel tanah dari oven, ditutup kembali dan ditempatkan dalam *desicator*. Ditimbang kembali tanah setelah 20 menit.⁷

5. Penetapan Karbon Organik tanah dengan Metode *Walkey and Black*.

- a. Dimasukkan contoh tanah (<0,5 mm) sebanyak 1,0 g (akurasi 0,01) ke dalam erlenmayer 500 ml.
- b. Ditambahkan 10 ml larutan dikromat 0,1667 M, termasuk 2 blanko (gelas erlenmayer tanpa tanah) untuk standarisasi larutan ferosulfat.
- c. Ditambahkan secara hati-hati 20 ml asam sulfat pekat dengan silinder pengukur dan diputar erlenmayer sebentar, dibiarkan selama 30 menit.
- d. Ditambahkan 250 ml aquades dan 10 ml asam fosfat dengan silinder pengukur dan dibiarkan sampai menjadi dingin.
- e. Ditambahkan 1 ml indikator barium difenilamin sulfonat atau difenilamin dan dititrasikan dengan larutan ferosulfat di atas stirrer magnetik (*Illuminated Magnetic Stirrer*). Mendekati perubahan warna

⁷ Sufardi., *Penuntun Praktikum Kimia...*, h. 4.

dari coklat menjadi ungu-violet (*purple*) titrasi diperlambat hingga dicapai titik akhir titrasi pada perubahan warna menjadi hijau.⁸

F. Parameter Penelitian

Karakterisasi tanah dari setiap lahan yang dipilih sebagai plot contoh dilakukan dengan jalan mengambil contoh tanah. Beberapa pengukuran yang dibutuhkan adalah berat isi (BI) tanah, tekstur persentase kandungan tanah dan pH tanah. Untuk pengukuran berat isi (BI) tanah disebut pula bobot isi atau berat volume.⁹

Adapun parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data Primer

- a. Kerapatan massa tanah, merupakan kerapatan massa/tingkat kepadatan (BD) tanah dinyatakan sebagai massa per satuan volume tanah (g/cm^3 atau ton/m^3).¹⁰
- b. Kandungan karbon tanah, dapat diartikan yaitu banyaknya karbon yang mampu diserap dan disimpan oleh tanah dalam bentuk bahan organik dalam tanah. Karbon tersebut akan menjadi energi bagi organisme tanah dan sebagai sumber masukan kedalam struktur tanah.¹¹

⁸ Sufardi., *Penuntun Praktikum Kimia...*, h. 15.

⁹ Hairiah K. Ekadinata A. Sari RR. Rahayu S., *Pengukuran Cadangan Karbon: Dari Tingkat Lahan Ke Bentang Lahan, Petunjuk Praktis Edisi Kedua...*, 2011, h. 39.

¹⁰ Harris Herman Siringoringo, *Potensi Sekuestrasi Karbon...*, h. 198.

¹¹ Gleason, S. M., & Ewel, K. C., Organic Matter Dynamics on The Forest Floor of a Micronesian Mangrove Forest: an Investigation of Species Composition Shifts. *Biotropica*, 34, 190–198. 2012

- c. Kandungan karbon tanah per hektar, merupakan jumlah simpanan karbon yang terdapat pada lokasi penelitian, yaitu di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

2. Data Sekunder

Dilakukan pengukuran mengenai faktor fisik dan kimia tanah yang meliputi suhu, kelembaban, pH, dan kedalaman tanah.

G. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengukur simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh sebagai kontribusi dalam pengembangan referensi mata kuliah Ekologi dan Masalah lingkungan yang disajikan dalam bentuk modul pembelajaran.

Adapun data yang dianalisis dalam penelitian ini adalah menghitung kerapatan massa tanah dan kandungan karbon tanah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Kerapatan Massa Tanah¹²

$$\text{Bulk Density (BD) (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Berat kering (g)}}{\text{Volume kaleng cm}^3}$$

2. Kandungan karbon tanah dihitung dengan persamaan berikut:

$$C_t = K_d \times \text{BD} \times \% \text{ C organik}^{13}$$

Keterangan: C_t : Kandungan karbon tanah (g/cm^2)

¹² Hairiah, K., Ekadinata., *Pengukuran Cadangan Karbon...*, h. 82.

¹³ Badan Standardisasi Nasional [BSN], Standar Nasional Indonesia (SNI) 7724:2011, *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon–Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting)*, (Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2011). h. 12.

Kd : Kedalaman contoh tanah (cm)

BD : Berat isi (g/cm^3)

% C Organik : Nilai presentase kandungan karbon.

3. Kandungan karbon organik tanah per hektar dapat diketahui berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$C_{\text{tanah}} = C_t \times 100$$

Keterangan: C_{tanah} : Kandungan karbon organik tanah per hektar (ton/ha)

C_t : Kandungan karbon tanah (g/cm^2)

100: Faktor konversi dari g/cm^2 ke ton/ha.¹⁴

¹⁴ Badan Standardisasi Nasional [BSN], Standar Nasional Indonesia (SNI) 7724:2011, *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon–Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting)...*, h. 13.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Simpanan Karbon pada Tanah di Areal Penelitian Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh diperoleh hasil simpanan karbon pada 9 Lokasi/ titik pengamatan sebanyak $1,36 \times 10^{-5}$ ton/ha, dan jumlah total %C Organik ialah sebanyak 12,13. Hasil penelitian simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh dapat dilihat pada Tabel 4.1. sebagai berikut:

Tabel 4.1. Nilai Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh

No.	Lokasi/ Titik Pengamatan	Masing-Masing Titik Pengamatan	Kedalaman Sampel (cm)	BD	%C Organik	Kandungan Karbon Tanah
1	Gedung A FTK	Samping Laboratorium Biologi	30	0,034	3,33	3,3966
2	Fakultas Ushuluddin	Bagian belakang depan kantin	30	0,036	0,97	1,0476
3	Asrama Putri UIN Ar-Raniry	Bagian samping dekat jalan	30	0,041	0,96	1,1808
4	Pustaka UIN Ar-Raniry	sebelah samping	30	0,038	1,46	1,6644
5	Fakultas Dakwah	Sebelah samping/ belakang Fakultas FEBI	30	0,041	1,78	2,1894
6	Fakultas Adab dan Humaniora	Dekat parkir	30	0,039	0,32	0,3744
7	Museum UIN Ar-Raniry	Depan kolam	30	0,042	0,32	0,4032
8	Auditorium Ali Hasjmy	Dekat jalan pintu masuk	30	0,039	1,6	1,872
9	Gedung B FTK	Disamping kantin FTK	30	0,035	1,39	1,4595

Total	0,345	12,13	13,5879
Rata-rata	0,038	1,348	1,510
Jumlah total (ton/ha)			$1,36 \times 10^{-5}$ ton/ha

Sumber: Hasil Penelitian 2016.

Berdasarkan tabel 4.1. di atas, diketahui bahwa jumlah simpanan karbon pada beberapa Lokasi/ titik pengamatan di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh diperoleh hasil yang bervariasi, jumlah simpanan karbon yang paling tinggi ialah terdapat pada lokasi/ titik pengamatan 1 yaitu Gedung A FTK sebanyak 3,3966 g/cm³ dan yang paling terendah ialah pada lokasi/ titik pengamatan 6 Fakultas Adab dan Humaniora sebanyak 0,3744 g/cm³, jumlah rata-rata simpanan karbon pada tanah di 9 lokasi/ titik pengamatan ialah sebanyak 1,510 g/cm³. Jumlah total BD (*Bulk Density*) ialah sebanyak 0,345 g/cm³, dan jumlah rata-rata (*Bulk Density*) BD ialah sebanyak 0,038 g/cm³. Sedangkan jumlah %C Organik tanah setelah dianalisis dengan menggunakan Metode *Walkey and Black* pada masing-masing lokasi/ titik pengamatan ialah sebanyak 12,13, dan jumlah rata-rata %C Organik ialah sebanyak 1,348.

2. Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Jumlah simpanan karbon yang tersimpan pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_{\text{tanah}} = C_t \times 100$$

Keterangan: C_{tanah} : Kandungan karbon organik tanah per hektar (ton/ha)

C_t : Kandungan karbon tanah (g/cm²)

100: Faktor konversi dari g/cm^2 ke ton/ha .¹

$$C_{\text{tanah}} = 1,36 \times 10^{-5} \text{ ton/ha} \times 100 = 1,36 \times 10^{-3} \text{ ton/ha}$$

$$1,36 \times 10^{-3} \text{ ton/ha} \times 35,56 \text{ Ha} = 48,3616 \times 10^{-2} \text{ ton/ha.}$$

Jadi, hasil jumlah simpanan karbon pada tanah yang terdapat di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh yang memiliki luas 35,56 Ha adalah sebanyak $48,3616 \times 10^{-2}$ ton/ha.

3. Sifat Fisik dan Kimia Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Adapun sifat fisik dan kimia tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh dapat dilihat pada tabel 4.2. berikut ini.

Tabel 4.2. Sifat Fisik dan Kimia Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh

No.	Lokasi/ Titik Pengamatan	pH Tanah	Kelembaban Tanah (%)	Suhu Udara (°C)	Kelembaban Udara (%)
1	Gedung A FTK	6	8	29	27
2	Fakultas Ushuluddin	6,5	7	30	29
3	Asrama Putri UIN Ar-Raniry	4,5	6	39	36
4	Pustaka UIN Ar-Raniry	4	7,5	27	25
5	Fakultas Dakwah	6,5	6	26	24
6	Fakultas Adab dan Humaniora	3	8	28	25
7	Museum UIN Ar-Raniry	5	8	27	24
8	Auditorium Ali Hasjmy	5,5	6	30	27
9	Gedung B FTK	7	8	27	25

Sumber: Hasil Penelitian 2016

Berdasarkan tabel 4.2. di atas, dapat diketahui bahwa sifat fisik dan kimia tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada 9 lokasi/titik pengamatan memiliki pH tanah, kelembaban tanah, suhu udara, dan kelembaban udara yang berbeda. Hal ini dipengaruhi karena lokasinya yang berbeda dan struktur tanahnya

¹ Badan Standardisasi Nasional., *Pengukuran dan Penghitungan...*, h. 12.

yang berbeda juga, sehingga kondisi ini akan mempengaruhi kandungan karbon organik yang terdapat pada tanah.

4. Pemanfaatan Hasil Penelitian Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh Dapat Dimanfaatkan Sebagai Referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan

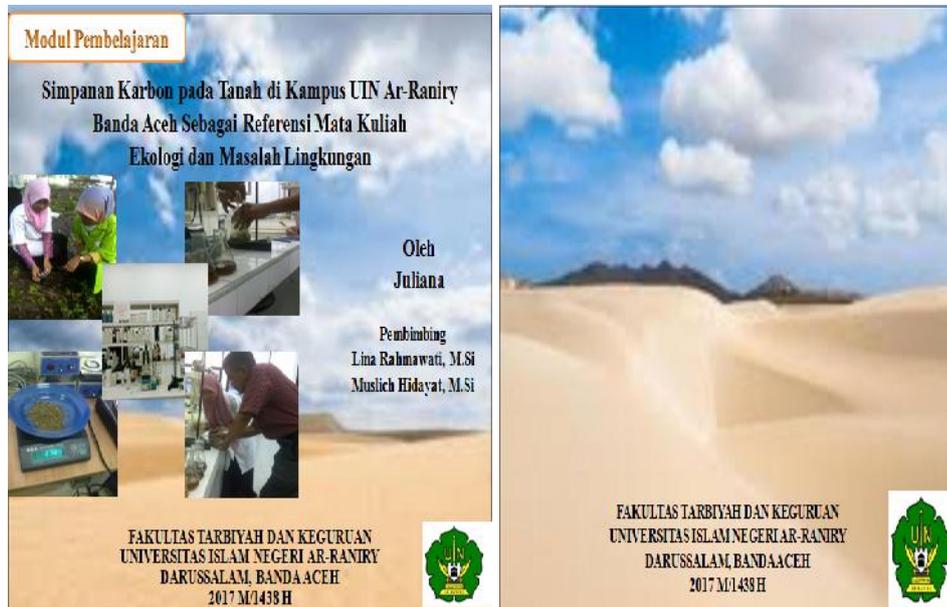
Hasil penelitian simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh diaplikasikan dalam bentuk modul pembelajaran. Sebagaimana yang diketahui bahwa materi ekologi dan masalah lingkungan merupakan salah satu materi yang dipelajari pada mata kuliah jurusan Biologi di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Modul merupakan referensi yang dapat digunakan dalam mata kuliah ekologi dan masalah lingkungan. Modul merupakan media pembelajaran yang digunakan sebagai alat bantu untuk menyampaikan informasi dalam proses pembelajaran. Format-format dalam pembuatan modul agar dapat digunakan oleh mahasiswa guna memperlancar proses pembelajaran yaitu meliputi:

- a. Penentuan judul, modul pembelajaran terlebih dahulu harus menentukan materi pembelajaran yang akan dipelajari.
- b. Daftar isi
- c. Pokok pembahasan, yaitu: pengantar, silabus pembelajaran: hal ini untuk mengetahui tentang apa saja yang akan dipelajari, tujuan pembelajaran yaitu untuk mengetahui pencapaian tujuan pembelajaran setelah usai materi yang dibahas, kegiatan belajar, dan daftar pustaka.²

² Rezki Mulyavan, *Panduan Pembuatan Modul*, (Bogor: IPB, 2004), h. 1-2.

Bentuk cover modul pembelajaran dapat dilihat pada gambar 4.1. di bawah ini.



Gambar 4.1. a. Bentuk Cover Depan b. Bentuk Cover Belakang

B. Pembahasan

1. Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Universitas Islam Negeri Ar-Raniry (UIN) Banda Aceh, secara resmi disahkan berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013 dan Peraturan Menteri Agama (PMA) Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2014 tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.³ Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh memiliki luas 35,56 Ha. Terdiri dari kawasan gedung dan kawasan pekarangan yang ditumbuhi oleh tumbuhan.⁴

³ Muhibbuthabry, *Panduan Akademik Universitas...*, h. 1.

⁴ Hasanuddin, Menjadikan Kampus UIN Ar-Raniry Sebagai Laboratorium Mata Kuliah Taksonomi Tumbuhan tinggi, *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2014*, h. 27.

Tanah memiliki kandungan karbon yang menggambarkan seberapa besar tanah dapat mengikat CO₂ dari udara. Kandungan karbon dapat diartikan yaitu banyaknya karbon yang mampu diserap dan disimpan oleh tanah dalam bentuk bahan organik dalam tanah. Karbon tersebut akan menjadi energi bagi organisme tanah dan sebagai sumber masukan kedalam struktur tanah.⁵ Adapun jumlah simpanan karbon pada tanah pada areal lokasi/titik pengamatan di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh adalah sebanyak $1,36 \times 10^{-5}$ ton/ha.

Jumlah simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh adalah sebanyak $48,3616 \times 10^{-2}$ ton/ha. Jumlah simpanan karbon ini akan terus berbeda untuk setiap tahunnya. Gudang karbon (*Carbon pool*) merupakan suatu sistem atau gudang yang mempunyai kapasitas untuk mengakumulasi dan melepaskan karbon (C) yang besar di dalam tanah tidak bersifat statis melainkan merupakan hasil dari suatu perbedaan keseimbangan dinamis antara bahan organik dan anorganik yang masuk (*C-input*) dan yang keluar (*C-output*) dari waktu ke waktu. Karbon yang terakumulasi di dalam tanah (*soil carbon stock*) dipengaruhi oleh perubahan pada vegetasi dan pertumbuhannya, sisa biomassa melalui pemanenan, dan gangguan mekanis pada tanah.⁶

Berdasarkan tabel 4.1. di atas, diperoleh hasil jumlah simpanan karbon pada tanah paling banyak ialah terdapat pada lokasi 1 yaitu Gedung A FTK sebanyak

⁵ Gleason, S. M., & Ewel, K. C., Organic Matter Dynamics on The Forest Floor of a Micronesian Mangrove Forest: an Investigation of Species Composition Shifts. *Biotropica*, 34, 190–198. 2012.

⁶ Schrumpf, M., Schulze, E.D., Kaiser, K., Schumacher, J. *How Accurately Can Soil Organic Carbon Stocks and Stock Changes be Quantified by Soil Inventories?* *Biogeosci. Discuss.* 8, 723-769. 2011.

3,3966 g/cm², kemudian pada lokasi 5 Fakultas Dakwah sebanyak 2,1894 g/cm², lokasi 8 Auditorium Ali Hasjmy sebanyak 1,872 g/cm², lokasi 4 Pustaka UIN Ar-Raniry sebanyak 1,6644 g/cm², lokasi 9 Gedung B FTK sebanyak 1,4595 g/cm², lokasi 3 Asrama Putri UIN Ar-Raniry jumlah simpanan karbon sebanyak 1,1808 g/cm², lokasi 2 Fakultas Ushuluddin sebanyak 1,0476 g/cm², lokasi 7 Museum UIN Ar-Raniry sebanyak 0,4032 g/cm², dan paling sedikit lokasi 6 Fakultas Adab dan Humaniora jumlah simpanan karbon pada tanah sebanyak 0,3744 g/cm².

Jumlah simpanan karbon pada tanah yang berbeda dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: %C Organik, BD (*Bulk Density*), suhu, pH, tekstur tanah, dan faktor yang lainnya. Menurut (Gst. Agung Indah Mahasani: 2016) Banyak faktor yang mempengaruhi simpanan *Soil Organik Carbon* di dalam tanah, baik faktor lingkungan seperti pemanfaatan lahan dan faktor fisika-kimia tanah (tekstur, pori-pori, BD (*Bulk Density*), suhu, pH, tekstur, dan lain-lain).⁷

Jumlah BD (*Bulk Density*) dari masing-masing lokasi/ titik pengamatan yang paling tinggi ialah di lokasi 7 yaitu Museum UIN Ar-Raniry sebanyak 0,042 g/cm³, dan paling rendah ialah di lokasi/ titik pengamatan 1 Gedung A FTK sebanyak 0,034 g/cm³. Jumlah %C Organik tanah setelah dianalisis di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Unsyiah pada masing-masing lokasi/ titik pengamatan yang paling tinggi ialah pada lokasi/ titik pengamatan 1 yaitu Gedung A FTK sebanyak 3,33, dan paling rendah di lokasi 6 Fakultas Adab dan Humaniora serta lokasi 7 Museum UIN Ar-Raniry sebanyak 0,32. Sedangkan rata-rata sifat fisik dan kimia tanah di 9 lokasi/ titik pengamatan kebanyakan

⁷ Gst. Agung Indah., Karbon Organik Bawah..., h. 40.

memiliki pH asam, yaitu berkisar antara 4,5-7. Namun, pada lokasi/ titik pengamatan 9 Gedung B FTK memiliki pH netral yaitu 7. Sedangkan suhu tanah berkisar antara 6-8, dan kelembaban udara berkisar 24-35. Suhu udara berkisar antara 27-39, dan kelembaban udara berkisar antara 24-36. Faktor fisik dan kimia tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah simpanan karbon atau kandungan karbon yang terdapat pada tanah tersebut.

BD (*Bulk density*) menunjukkan berat tanah yang telah dikeringkan (oven) persatuan volume tanah termasuk pori-pori tanah yang dinyatakan dalam g/cm^3 . Konsentrasi BD (*Bulk density*) tanah diperoleh dengan rata-rata $0,038 \text{ g/cm}^3$. Konsentrasi BD dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: tekstur tanah, jumlah kadar air, dan lain-lain. Konsentrasi BD dipengaruhi oleh tekstur tanah dan ukuran partikel-partikel yang ditunjukkan dalam tekstur tanah yang mempengaruhi nilai berat isi tanah (Sugirahayu, 2011).⁸ Menurut Rusdiana dan Lubis (2012) semakin halus tekstur tanah, kadar liat semakin tinggi kemampuan tanah untuk menahan air akan lebih lama karena pori-pori lebih kecil sebaliknya, semakin besar pori-pori tanah kemampuan tanah menahan air akan semakin kecil.⁹

⁸ Sugirahayu, L., *Perbandingan Simpanan Karbon Pada Beberapa Penutupan Lahan di Kabupaten Paser, Kalimantan Timur Berdasarkan Sifat Fisik dan Sifat Kimia Tanahnya*, Skripsi, Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, h. 62.

⁹ Rusdiana, O. & Lubis, R. S., *Pendugaan Korelasi Antara Karakteristik Tanah Terhadap Cadangan Karbon (Carbon Stock) pada Hutan Sekunder*, *Jurnal Silviculture Tropika*, 03, 14-21, 2012.

Kandungan karbon organik tanah memiliki peranan penting dalam menekan terjadinya perubahan iklim, semakin meningkatnya kandungan karbon organik tanah semakin besar tanah itu dapat menyimpan CO₂ dari udara dalam bentuk bahan organik di dalam tanah. Kandungan karbon organik tanah dapat diduga dari kepadatan karbon organik di dalam tanah. Semakin meningkatnya kepadatan karbon organik tanah diikuti dengan meningkatnya kandungan karbon organik tanah.¹⁰

Berdasarkan tabel 4.2. di atas dapat diketahui bahwa sifat fisik dan kimia tanah yang terdapat di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh bervariasi, kondisi pengambilan sampel pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh dalam kondisi cuaca berawan dengan pengambilan data pada sore hari, diduga kandungan SOC (*Soil Organik Carbon*) di kawasan tersebut tinggi dikarenakan kondisi cuaca tersebut. Secara umum kandungan karbon organik meningkat dengan semakin meningkatnya curah hujan dan semakin menurunnya suhu. Menurut Bohn *et al.* (1979) dalam Novario (2007) mengatakan bahwa suhu dingin meningkatkan kandungan karbon organik tanah dengan mengurangi nilai kehilangan karbon di dalam tanah.¹¹

Jumlah simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh adalah sebanyak $48,3616 \times 10^{-2}$ ton/ha, lebih banyak dibandingkan dengan hasil penelitian Mahasani dkk (2015) di kawasan mangrove Perancak diperoleh sebesar 184.618 Mg ha⁻¹. Total simpanan karbon pada kawasan mangrove rehabilitasi

¹⁰ Rusdiana., *Pendugaan Korelasi Antara...*, h. 39.

¹¹ Gst. Agung Indah., *Karbon Organik Bawah...*, h. 38.

TAHURA Ngurah Rai Bali kurang lebih 42.625.842,79 Mg C. Total simpanan karbon di dalam tanah yang didapat cukup kecil dibandingkan dengan hasil penelitian Widayantari (2013) di lokasi yang sama di peroleh 57.458.918,73 ton C dengan densitas sebesar $41.833,94 \pm 26.035,54$ ton C/ha. Banyak faktor yang mempengaruhi simpanan (*Soil Organic Carbon/ SOC*) di dalam tanah, baik faktor lingkungan seperti pemanfaatan lahan dan faktor fisika-kimia tanah (tekstur, pori-pori, bulk density, suhu, pH, tekstur, dan lain-lain).¹²

Jumlah simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh dalam waktu 30 hari sebanyak 1,450848 ton/ha dan dalam jangka waktu 60 hari sebanyak 2,901696 ton/ha lebih banyak bila dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu (Safira, 2015) tentang potensi pohon dalam mereduksi emisi karbon di lokasi yang sama dalam jangka waktu 30 hari sebanyak 1,2012435 ton dan 2,402487 ton dalam jangka waktu 60 hari.¹³

Berdasarkan hasil perbandingan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa karbon paling banyak tersimpan di dalam tanah. Tanah merupakan representasi gudang karbon organik (*organic carbon pool/organic carbon reservoir*) yang sangat penting dalam periode jangka panjang pada ekosistem daratan, karena tanah mengakumulasi karbon (C) lebih besar dari pada jumlah karbon (C) pada biomassa tanaman dan atmosfer.¹⁴ Karbon yang terakumulasi di dalam tanah (*Soil*

¹² Gst. Agung Indah., Karbon Organik Bawah..., h. 40.

¹³ Safira, *Potensi Pohon dalam...*, h. 66.

¹⁴ Tarnocai, C., Canadell, J.G., Schuur, E.A.G., Kuhry, P., Mazhitova, G., Zimov, S., Soil Organic Carbon Pools In The Northern Circumpolar Permafrost Region, *Global Biogeochemical Cycles*, 23, 11, 2009.

Carbon Stock) dipengaruhi oleh perubahan pada vegetasi dan pertumbuhannya, sisa biomassa melalui pemanenan, dan gangguan mekanis pada tanah.¹⁵

Tanah merupakan penampung karbon terbesar dalam siklus karbon di darat. Jumlah karbon yang berada di tanah diperkirakan sebesar 1.100-1.600 miliar ton. Dua kali lipat lebih banyak dari pada jumlah karbon yang disimpan dalam tumbuhan hidup (sekitar 560 miliar ton), dan juga jauh lebih banyak dari pada yang terdapat di atmosfer (750 miliar ton).¹⁶

2. Pemanfaatan Hasil Penelitian Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh Dapat Dimanfaatkan Sebagai Referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan

Tanah yang terdapat di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh mempunyai potensi untuk dijadikan sebagai referensi pembelajaran Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan yang dapat membantu kekurangan media pembelajaran, tujuannya ialah untuk meningkatkan kualitas mahasiswa dalam menjaga lingkungan. Pemanfaatan hasil penelitian tentang simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh dimuat dalam bentuk modul pembelajaran, sehingga nantinya modul ini diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam melaksanakan proses pembelajaran yang lebih kongkrit sehingga dapat memotivasi mahasiswa untuk belajar serta membuat situasi pelajaran lebih bervariasi dan dapat memancing semangat mahasiswa dalam belajar.

¹⁵ Schrumpf, M., Schulze, E.D., Kaiser, K., Schumacher, J. *How Accurately Can Soil Organic Carbon Stocks and Stock Changes be Quantified by Soil Inventories? Biogeosci. Discuss.* 8, 723-769, 2011.

¹⁶ Team SOS, *Pemanasan Global Solusi...*, h. 147.

Proses pembelajaran di kelas dalam sub pembahasan pencemaran udara pada mata kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan di jurusan pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi yang membantu mahasiswa dalam memahami permasalahan yang terjadi dalam lingkungan, salah satunya ialah masalah pencemaran udara yang disebabkan oleh kendaraan bermotor, serta industri lainnya yang terus meningkat setiap tahunnya di kota Banda Aceh.

Kondisi tersebut sesuai dengan pernyataan (Dimas, 2010) bahwa emisi pencemar udara yang selama ini diperhitungkan berkontribusi dalam pencemaran udara dihasilkan dari inefisiensi pembakaran energi atau inefisiensi mesin kendaraan, sebab pencemaran udara yang melampaui batas kewajaran akan menimbulkan dampak terhadap makhluk hidup yang ada di lingkungan dan berdampak pada kesehatan. Oleh karena itu, selain tumbuhan yang dapat mengurangi dampak pemanasan global akibat gas CO₂, tanah merupakan gudang karbon terbesar yang mampu meminimalisir dampak pemanasan global tersebut.

Peningkatan CO₂ di atmosfer yang berkontribusi terhadap pemanasan global sangat mungkin dapat dikurangi melalui proses pemindahan/sekuestrasi karbon ke dalam tanah (*soil carbon sequestration*) (Markewich & Buell, 2001). Sekuestrasi karbon organik tanah (*soil organic carbon*) dianggap sebagai strategi untuk mitigasi perubahan iklim dan berkaitan dengan penyimpanan karbon kedalam tanah (Chan et al., 2008). Semakin banyak karbon disimpan dalam tanah sebagai karbon organik tanah dapat mengurangi jumlah karbon yang ada di atmosfer

sehingga dapat mengurangi pemanasan global dan perubahan iklim (Chan, 2008).¹⁷

¹⁷ Gst. Agung Indah., Karbon Organik Bawah..., h. 34.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh, mengenai Simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh sebagai referensi mata kuliah ekologi dan masalah lingkungan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah simpanan karbon pada tanah di 9 Lokasi/ titik pengamatan sebanyak $1,36 \times 10^{-5}$ ton/ha, dan jumlah simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh adalah sebanyak $48,3616 \times 10^{-2}$ ton/ha.
2. Pemanfaatan hasil penelitian simpanan karbon pada tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh diaplikasikan dalam bentuk modul pembelajaran.

B. Saran

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sebuah acuan dalam proses pembelajaran mata kuliah ekologi dan masalah lingkungan mengenai materi pencemaran udara di UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Penulis mengharapkan perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai simpanan karbon yang terdapat pada tumbuhan bawah tanah (akar) dan nekromassa di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Penulis mengharapkan perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan biomassa tumbuhan bawah dalam mereduksi gas buang CO₂ dari asap kendaraan bermotor di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

DAFTAR PUSTAKA

- Amirul Hadi, *Panduan Program S-1 dan D-3 IAIN Ar-Raniry Tahun Akademik 2012/2013*, Banda Aceh: Institute Agama Islam Negeri Ar-Raniry, 2012.
- An Nuur Budi Utama., *Cara Praktis Menulis Buku*, Yogyakarta: Deepublish, 2014.
- Azhar, *Konsep Lingkungan Hidup dalam Perspektif Al-Qur'an*. Banda Aceh: Ar-Raniry Press Bekerja Sama Dengan AK Group Yogyakarta, 2007.
- Badan Standardisasi Nasional [BSN], Standar Nasional Indonesia (SNI) 7724:2011, *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon–Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting)*, Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2011.
- Bagian Akademik Biro AAKK UIN Ar-Raniry, *Buku Laporan Keadaan Mahasiswa Semester Ganjil Tahun Akademik 2016/2017*, Banda Aceh, 2016.
- BAPELDASU/Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah, *Analisis dan Perhitungan Karbon atas Pemanfaatan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup di Sumatera Utara*, 2008.
- Budiman Chandra, *Penantar Kesehatan Lingkungan*, Jakarta: EGC, 2006.
- Chan, K. Y., Cowie, A., Kelly, G., Singh, B., Slavich, P., *Scoping Paper-Soil Organik Carbon Sequestration Potential For Agriculture in NSW*, DPI Science & Research Technical Paper, 2008.
- Chan, K. Y., *Increasing soil organik carbon of agricultural land. (PrimeFact 735)*, New South Wales: NSW Department of Primary Industries, 2008.
- Ciais, H. L. M, Sabine, C. Bala, dkk., *Carbon and Other Biogeochemical Cycles. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- Dandun Sutaryo, *Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon*, Bogor: Wetlands International Indonesia Programme, 2009.
- Darmono, *Perpustakaan Sekolah*, Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia, 2000.

- Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan, *Data dan Informasi Pemanfaatan Hutan Tahun 2012*, Jakarta: Kementerian Kehutanan, 2012.
- Gatut Susanta, Hari Sutjahjo, *Akankah Indonesia Tenggelam Akibat Pemanasan Global*, Bogor: Penebar Plus, 2008.
- Gleason, S. M., & Ewel, K. C., *Organic matter dynamics on the forest floor of a Micronesian mangrove forest: an investigation of species composition shifts*. *Biotropica*, 34, 190–198. 2012.
- Gst. Agung Indah Mahasani, Wayan Gede Astawa Karang, Gede Hendrawan., Karbon Organik di Bawah Permukaan Tanah pada Kawasan Rehabilitasi Hutan Mangrove, Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan, Faculty of Marine Science and Fisheries Udayana University*, Bali, 2016.
- Harris Herman Siringoringo, Potensi Sekuestrasi Karbon Organik Tanah pada Pembangunan Hutan Tanaman *Acacia mangium* Willd. (*Potential of Soil Organic Carbon Sequestration on Establishment of Acacia mangium Willd Plantation*), *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, Vol. 10, No. 2, Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi, 2013.
- Hasan Alwi, dkk., *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Ketiga*.
- Hasanuddin, Menjadikan Kampus UIN Ar-Raniry Sebagai Laboratorium Mata Kuliah Taksonomi Tumbuhan tinggi, *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2014*.
- Ijazah, M., Sancayaningsih, R. P., Penyimpanan Karbon pada Tegakan *Pinus merkussi* dan *Acacia auriculiformis* di Hutan Lindung Mangunan, Dlingo, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada, 2015, pp: 830-837.
- Ika Kurniawati., *Modul Pelatihan Pengembangan Bahan Belajar*. KEMDIKBUD Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Pendidikan.
- Jobbagy E. G., Jackson R. B., The Vertical Distribution of Soil Organic Carbon and ITS Relation to Climate and Vegetation. *Ecological Applications, The Ecological Society of America*, 10 (2), 2000. 423-436.
- Lal, R., *Carbon sequestration. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2008, 363 (1492): 815–830.
- Leoni Dellta Ellannia, Analisis Karbon Tersimpan pada Serasah dan Tanah di Areal Budidaya dan Areal Alami Hutan Pendidikan Konservasi Terpadu Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman, (Skripsi), Fakultas Pertanian Universitas Lampung, 2016.

- Lina Taringan, *Dampak Pencemaran Lingkungan Terhadap Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat*, Universitas Sumatra Utara.
- LKPP UNHAS, *Format Bahan Ajar, Buku Ajar, Modul, dan Panduan Praktik*, Makassar, 2015.
- M. B. Prayitno., Bakri, Dampak Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Cadangan Karbon di Lahan Suboptimal. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014, Palembang: Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, 2014.
- Markewich, H. W., Buell, G. R., *A Guide to Potential Soil Carbon Sequestration Land-Use Management for Mitigation of Greenhouse Gas Emissions*, U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey, 2001.
- Moh. Soejani, dkk., *Lingkungan: Sumber Daya Alam dan Kependudukan Dalam Pengembangan*, Jakarta: Universitas Indonesia, 1987.
- Muhibbuthabry, *Panduan Akademik Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh*, Banda Aceh, 2014.
- Murniyanto Eko, Kurniawan Puji Wijaksono, Firman Muhsoni, Analisis Emisi CH₄ dan Serapan Aktivitas pertanian di JawaTimur, *Jurnal Agrovigor* Vol.4, No 1, 2011.
- Nor Basri Noor, *Dasar Epidemiologi, Cetakan I*, Jakarta: Rineka Cipta, 1997.
- Nsabimana, D., Klemedtson, L., Kaplin, B.A., Wallin, G. Soil Carbon and Nutrient Accumulation Under Forest Plantations in Southern Rwanda, *African Jour. of Environmental Sci. and Techn*, 2 (6), 2008, 142-149.
- Nur Marsipatin, dkk., *Cadangan Karbon pada berbagai Tipe Hutan dan Jenis Tanaman di Indonesia Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan*, Bogor, 2010.
- Olivier, J. G., Janssens-Maenhout, G. Muntean, M. dan Peters, J.A.H.W., (*Trends in Global CO₂ Emissions 2013 Report*), Buku, PBL Publishers, The Hague, 2013.
- Pamansuri, *Cadangan Karbon Tersimpan pada Tanaman di Hutan Kota BNI Sebagai Referensi Mata Kuliah Pengetahuan Lingkungan dan Kependudukan*, Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi Banda Aceh, 2013.
- Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999, *Tentang Pengendalian Pencemaran Udara*.

- Philipi De Rozari, Suwari, Analisis Kebutuhan Luasan Hutan Kota Berdasarkan Penyerapan CO₂ Antropogenik di Kota Kupang. *Jurnal Bumi Lestari*, Vol. 12, No. 2, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana.
- Post, W. M., Kwon, K. C., Soil Carbon Sequestration and Land-Use Change: Processes and Potential, *Global Change Biol*, 6, 317-327, 2000.
- Rezki Mulyavan, *Panduan Pembuatan Modul*, Bogor: IPB, 2004.
- Rina Kartikawati, Helena Lina Susilawati, Miranti Ariani, Prihasto Setyanto, *Teknologi Mitigasi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Lahan Sawah*, Sinartani Agroinovasi, Badan Litbang Pertanian, 2011.
- Rusdiana, O. & Lubis, R. S., Pendugaan Korelasi Antara Karakteristik Tanah Terhadap Cadangan Karbon (*Carbon Stock*) pada Hutan Sekunder, *Jurnal Silvikultur Tropika*, 03, 14-21, 2012.
- Safira, *Potensi Pohon Dalam Mereduksi Emisi Karbon di kawasan UIN Ar-Raniry Sebagai Penunjang Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan*, Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh, 2015.
- Samsudi, RTH Kebutuhan Tata Ruang Perkotaan Kota Surakarta, *Journal of Rural and Development*, Vol. 1, No. 1, 2010.
- Sarinah, *Ilmu Sosial Budaya Dasar (di Perguruan Tinggi)*, Yogyakarta: Deepublish, 2016.
- Schrumpf, M., Schulze, E.D., Kaiser, K., Schumacher, J. *How Accurately Can Soil Organic Carbon Stocks and Stock Changes be Quantified by Soil Inventories? Biogeosci. Discuss.* 8, 723-769, 2011.
- Soemarno, *Ekologi dan Ilmu Lingkungan Bahan kajian MK Pengantar Ilmu Lingkungan*, 2011.
- Sri Wahyuni, *Biogas Energi Alternatif Pengganti BBM Gas dan Listrik*, Jakarta: Agromedia Pustaka, 2013.
- Sri Wahyuni, Chairul, Ardinis Arbain. Estimasi Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah dan Keanekaragaman Jenis Tumbuhan di Hutan Bukit Tangah Pulau Area Produksi Pt. Kencana Sawit Indonesia (Ksi), Solok Selatan, *Jurnal Biologika*, Vol. 2, No. 1, Padang: Universitas Andalas, 2013.
- Sufardi, dkk., *Penuntun Praktikum Kimia Tanah*, (Banda Aceh: Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, 2014.

- Sugirahayu, L., *Perbandingan Simpanan Karbon Pada Beberapa Penutupan Lahan di Kabupaten Paser, Kalimantan Timur Berdasarkan Sifat Fisik dan Sifat Kimia Tanahnya*, Skripsi, Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Sukmawati, N., *Analisis Distribusi C Organik Tanah di Wilayah Sekitar Bogor*. [Skripsi], Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, 2006.
- Surya Dharma., *Penulisan Modul*. Jakarta, Direktorat Tenaga Kependidikan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan Departemen Pendidikan Nasional. 2008.
- Surya manjur, dkk., *Mengenal Bahan Pustaka dan Cara Mengelolanya*, Bogor: Pusat Perpustakaan Pertanian dan Komunikasi Penelitian, 2000.
- Swift, R. S., Sequestration of Carbon by Soil, *Soil Science*, 166 (11), 858-871, 2011.
- Tafsir Al-Qur'an Al-'Aliyy, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, Bandung: Diponegoro. 2005.
- Tarnocai, C., Canadell, J.G., Schuur, E.A.G., Kuhry, P., Mazhitova, G., Zimov, S., Soil Organic Carbon Pools In The Northern Circumpolar Permafrost Region, *Global Biogeochemical Cycles*, 23, 11, 2009.
- Team SOS. *Pemanasan Global Solusi dan Peluang Bisnis*, Jakarta: Gramedia Pusaka Utama, 2011.
- Undang-undang Nomor 32 tahun 2009, *Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY
Nomor : Un.08/FTK/KP.07.6/8418/2016

TENTANG:
PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

- Menimbang : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi dan ujian munaqasyah mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk pembimbing skripsi tersebut yang ditugaskan dalam Surat Keputusan Dekan;
- b. bahwa saudara yang tersebut namanya dalam surat keputusan ini dipandang cakap dan memenuhi syarat untuk diangkat sebagai Pembimbing Skripsi.
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;
3. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Sistem Pendidikan Tinggi;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2012, tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
6. Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
8. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 21 Tahun 2015, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
9. Keputusan Menteri Agama RI Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang, Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Departemen Agama Republik Indonesia;
10. Keputusan Menteri Keuangan Nomor 283/KMK.05/2011, tentang Penetapan Intitut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;
11. Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 01 Tahun 2015, tentang Pendelegasian Wewenang Kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Memperhatikan : Keputusan Sidang/Seminar Proposal Skripsi Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry tanggal 22 Agustus 2016.

MEMUTUSKAN

- Menetapkan :
PERTAMA : Menunjuk Saudara:
- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1. Lina Rahmawati, M. Si | Sebagai Pembimbing Pertama |
| 2. Muslich Hidayat, M. Si | Sebagai Pembimbing Kedua |
- Untuk membimbing Skripsi :
- | | |
|---------------|--|
| Nama | : Juliana |
| NIM | : 281 223 148 |
| Program Studi | : Pendidikan Biologi |
| Judul Skripsi | : Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh sebagai Referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah lingkungan |
- KEDUA : Pembiayaan honorarium pembimbing pertama dan kedua tersebut diatas dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun 2016;
- KETIGA : Surat Keputusan ini berlaku sampai akhir Semester Genap Tahun Akademik 2016/2017;
- KEEMPAT : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan dirubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

Ditetapkan di : Banda Aceh
Pada tanggal : 22 Agustus 2016
An. Rektor
Dekan

Dr. Mujiburrahman, M. Ag. d
NIP. 19710908 200112 1 001

Tembusan

1. Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
2. Ketua Prodi Pendidikan Biologi;
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
4. Yang bersangkutan.



LABORATORIUM PENDIDIKAN BIOLOGI
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
DARUSSALAM, BANDA ACEH

Sekretariat: Jl. Syekh Abdur Rauf, Komplek Gedung A, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry, Darussalam-Banda Aceh

SURAT KETERANGAN

Nomor: 30/LAB-BIO/UIN/SBL/2017

Laboratorium Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh, dengan ini menerangkan bahwa:

Nama	: Juliana
NIM	: 281223148
Prodi	: Prodi Biologi
Semester	: IX (Sembilan)

Benar yang namanya tersebut di atas telah menyelesaikan segala perihal terkait dengan administrasi, peminjaman alat dan penggunaan ruang Laboratorium Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh dalam rangka penunjang penelitian dengan judul: "Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh Sebagai Referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan".

Demikianlah surat keterangan ini dibuat, agar dapat dipergunakan seperlunya.

Banda Aceh, 01 Februari 2017
Sta Adm Laboratorium PBL

Sunardi S.Pd.I
NIP. 19850222 201411 200 1



LABORATORIUM PENDIDIKAN BIOLOGI
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
DARUSSALAM, BANDA ACEH

Sekretariat: Jl. Syekh Abdur Rauf, Komplek Gedung A, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry, Darussalam-Banda Aceh

SURAT KETERANGAN
 Nomor: 30/LAB-BIO/UIN/SP/2017

Laboratorium Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh, dengan ini menerangkan bahwa:

Nama	: Juliana
NIM	: 281223148
Prodi	: Prodi Biologi
Semester	: IX (Sembilan)

Benar yang namanya tersebut di atas telah selesai melakukan penelitian di Unit Laboratorium Mikrobiologi Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh selama 2 hari, dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul "Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh Sebagai Referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan".

Demikianlah surat keterangan ini dibuat, agar dapat dipergunakan seperlunya.

Banda Aceh, 01 Pebruari 2017
 Staf Adm Laboratorium PBL

Sanarudin Pd.I
 NIP. 19850222 201411 200 1



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
 Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
 Tlp. 0651-7352921- 7352922 Fax. 065-7552922
 Situs : www.ar-raniry.ac.id E-mail:uin@ar-raniry.ac.id

SURAT KETERANGAN
 Nomor : Un.08/K.2/TL.00/243/2017

Laboratorium Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Darussalam

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Drs. H. Jakfar Yacob
Nip.	: 19610816 198003 100 1
Jabatan	: Kepala Biro AAYK Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

Dengan ini menerangkan bahwa nama yang tersebut dibawah ini :

Nama	: Juliana
NIM	: 281 223 148
Prodi/jurusan	: Pendidikan Biologi
Semester	: IX
Fakultas	: Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Aiamat	: Jl. Lingkar Kampus UIN Ar-Raniry Rukoh no.1 Darussalam

Adalah benar telah mengumpulkan data pada Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh dalam rangka menyusun skripsi sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi yang berjudul : Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh sebagai Referensi Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan.

Demikian surat keterangan ini dikeluarkan, untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Banda Aceh, 17 Januari 2017
 Kepala Biro Administrasi Akademik,
 Kemahasiswaan dan Kerjasama

Jakfar Yacob
 NIP. 19610816 198003 100 1

Tembusan
 Rektor UIN Ar-Raniry

Tabel Hasil Pengamatan Data Awal Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh

No	Lokasi/Titik Pengamatan	Kedalaman Sampel								
		10 cm	20 cm	30 cm	10 cm	20 cm	30 cm	10 cm	20 cm	30 cm
		Berat Basah (g)			Berat Kering Sampel			Berat Kering Total (g)		
1	Gedung A FTK	1320	1570	1600	100	100	100	68,26	80,02	73,12
2	Fakultas Ushuluddin	1395	1550	1640	100	100	100	78,54	78,25	76,38
3	Asrama Putri UIN Ar-Raniry	1410	1510	1580	100	100	100	87,26	88,5	87,05
4	Perpustakaan UIN Ar-Raniry	1400	1400	1520	100	100	100	83,5	83,82	80,36
5	Fakultas Dakwah	1270	1415	1545	100	100	100	83,46	85,18	86,39
6	Fakultas Adab dan Humaniora	1485	1560	1700	100	100	100	84,2	83,1	82,24
7	Museum UIN Ar-Raniry	1435	1440	1530	100	100	100	87,84	89,01	89,23
8	Auditorium Ali Hasjmy	1215	1300	1330	100	100	100	78,64	83,15	82,41
9	Gedung B FTK	1490	1500	1530	100	100	100	77,00	77,25	75,12
Total		12420	13245	13975	900	900	900	728,7	748,28	732,3
Rata-Rata		1380	1471,66667	1552,77778	100	100	100	80,9666667	83,1422222	81,3666667

Lampiran 8. Tabel Hasil Pengamatan Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh

No.	Lokasi/ Titik Pengamatan	Kedalaman Sampel (cm)	Berat Kering (g)	Volume (cm ³)	BD	%C Organik	Kandungan Karbon Tanah (g/cm ³)	Kandungan Karbon Tanah (ton/ha)
1	Gedung A FTK	30	73,12	2122,64	0,034	3,33	3,3966	0,0000033966
2	Fakultas Ushuluddin	30	76,38	2122,64	0,036	0,97	1,0476	0,0000010476
3	Asrama Putri UIN Ar-Raniry	30	87,05	2122,64	0,041	0,96	1,1808	0,0000011808
4	Pustaka UIN Ar-Raniry	30	80,36	2122,64	0,038	1,46	1,6644	0,0000016644
5	Fakultas Dakwah	30	86,39	2122,64	0,041	1,78	2,1894	0,0000021894
6	Fakultas Adab dan Humaniora	30	82,24	2122,64	0,039	0,32	0,3744	0,0000003744
7	Museum UIN Ar-Raniry	30	89,23	2122,64	0,042	0,32	0,4032	0,0000004032
8	Auditorium Ali Hasjmy	30	82,41	2122,64	0,039	1,6	1,872	0,000001872
9	Gedung B FTK	30	75,12	2122,64	0,035	1,39	1,4595	0,0000014595
	Total		732,3	19103,76	0,345	12,13	13,5879	0,0000135879
	Rata-rata		81,36666667	2122,64	0,03833333	1,34777778	1,509766667	0,00000150977

Lampiran 9. Tabel C-Organik Titrasi

No. Sampel	ml. FeSO ₄	fka
164	2,2	1,04
165	5,1	1,04
166	5,1	1,03
167	4,5	1,04
168	4,1	1,04
169	5,9	1,03
170	5,9	1,01
171	4,4	1,08
172	4,6	1,05

Blanko = 6.3

Perhitungan kandungan karbon tanah adalah sebagai berikut:

$$\% C = M \times \frac{V_b - V_c}{s} \times 0,39 \times fka$$

Keterangan:

M = molaritas larutan ferosulfat (dari titrasi blanko)

V_b = ml larutan ferosulfat yang dipergunakan untuk blanko

V_c = ml larutan ferosulfat yang dipergunakan untuk contoh

s = berat sampel (contoh) tanah kering udara dalam gram

0,39 = $3 \times 10^{-3} \times 100 \% \times 1,3$

fka = faktor koreksi kadar air tanah $[(100 + \% KA) / 100]$

% Bahan Organik = 2 x % C.

Lampiran 10. Foto Kegiatan Penelitian Simpanan Karbon pada Tanah di Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Gambar 1. Pengukuran kelembaban dan pH tanah



Gambar 2. Pengukuran kelembaban dan suhu udara



Gambar 3. Peneliti mengukur kedalaman tanah



Gambar 4. Pengambilan sampel tanah



Gambar 5. Peneliti memasukkan Sampel ke dalam plastik



Gambar 6. Peneliti menimbang sampel tanah yang telah diambil



Gambar 7. Peneliti memberi label pada sampel



Gambar 8. Peneliti mencatat hasil pengamatan

Sampel Dibawa ke Laboratorium FTK Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry



Gambar 9. Peneliti bersama asisten menimbang sub sampel tanah



Gambar 10. Berat kering sub sampel



Gambar 11. Peneliti membungkus Sampel untuk di open



Gambar 12. Peneliti bersama laboran mengatur suhu oven 105°C



Gambar 13. Peneliti memasukkan sub sampel ke dalam oven



Gambar 14. Peneliti memastikan suhu oven



Gambar 15. Peneliti mengambil sub sampel dari oven



Gambar 16. Peneliti menimbang berat kering sub sampel



Gambar 17. Hasil berat kering sub sampel setelah ditimbang



Gambar 18. Peneliti mencatat hasil berat kering sub sampel setelah di oven

Lampiran Sampel Dibawa ke Laboratorium Kimia Tanah Pertanian Unsyiah Untuk Dianalisis



Gambar 19. Peneliti bersama laboran Kimia tanah Unsyiah menumbuk sub sampel tanah



Gambar 20. Peneliti mengayak sub sampel dengan ayakan 2 mess



Gambar 21. Peneliti menimbang sub sampel untuk di oven



Gambar 22. Peneliti mencatat hasil sub sampel



Gambar 23. Laboran menjelaskan alat-alat yang digunakan untuk analisis %C Organik



Gambar 24. Alat dan bahan yang digunakan untuk menganalisis %C Organik



Gambar 25. Persiapan sampel sebelum dititrasi dan telah dicampur larutan



Gambar 26. Penambahan larutan ke dalam gelas erlenmayer



Gambar 27. Peneliti menambahkan larutan ke dalam gelas erlenmayer



Gambar 28. Peneliti bersama laboran menambahkan larutan ferrosulfat dan titrasi sampel



Gambar 29. Titrasi sampel menjadi warna hijau



Gambar 30. Peneliti bersama laboran mencatat hasil titrasi sampel

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama Lengkap : Juliana
2. Tempat Tanggal Lahir : Sukamakmur, 14 Juli 1993
3. Jenis Kelamin : Perempuan
4. Agama : Islam
5. Kebangsaan : Indonesia
6. Status : Belum Menikah
7. Alamat : Jl. H. Hamzah Desa Sukamakmur, Kecamatan Singkil Kabupaten Aceh Singkil
8. Email : julithebiologis@gmail.com
9. No. Hp : 0858 3663 1954
10. Riwayat Pendidikan
 - a. SD : SDN Suka Makmur Singkil, Tahun Lulus 2006
 - b. SLTP : MTsN Singkil, Tahun Lulus 2009
 - c. SLTA : MAN Singkil, Tahun Lulus 2012
 - d. Perguruan Tinggi : Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Tahun Lulus 2017
11. Nama Orang Tua
 - a. Ayah : Kasim Tagok
 - b. Pekerjaan : Wiraswasta
 - c. Ibu : Asiah
 - d. Pekerjaan : Ibu Rumah Tangga
 - e. Alamat : Jl. H. Hamzah Desa Sukamakmur, Kecamatan Singkil Kabupaten Aceh Singkil

Banda Aceh, 20 Januari 2016

Juliana