

**PEMODELAN MATEMATIKA PERTUMBUHAN LUMUT PADA
TANGKI AIR**

(Skripsi)

Oleh

Ribut Susilowati



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

MATHEMATICAL MODELING MOSS GROWTH ON WATER TANK

By

Ribut Susilowati

This research aims to make mathematical models moss growth in reservoir 1, 2 and 3 with exponential models. This research start is prepare bucket 3 pieces as reservoir. Then every reservoir treated different. Reservoir 1 placed exposed to sunlight, reservoir 2 exposed to sunlight but covered up. While reservoir 3 placed underground. Then observed moss growth on each of reservoir every week. After obtained total data moss growth then modeled with exponential models. Based on smallest Mean Absolute Percentage Error (MAPE) get its rate moss growth (r) is 0.33024 and exponential models in reservoir 1 that is $P(t) = P_0 e^{rt} = 5e^{0.33024(t)}$. On reservoir 2 not experiencing moss growth but in the long time the water is only muddy, on reservoir 3 too most does not grow and water remains clean.

Keywords: Exponential Model, Growth.

ABSTRAK

PEMODELAN MATEMATIKA PERTUMBUHAN LUMUT PADA TANGKI AIR

Oleh

Ribut Susilowati

Penelitian ini bertujuan untuk membuat model matematika pertumbuhan lumut pada *reservoir* 1, 2 dan 3 menggunakan model eksponensial. Penelitian ini dimulai dengan menyiapkan ember sebanyak 3 buah sebagai *reservoir*. Kemudian tiap *reservoir* diberi perlakuan yang berbeda. *Reservoir* 1 di letakkan di tempat terkena cahaya matahari, *reservoir* 2 terkena cahaya matahari namun penampang ditutupi, sedangkan *reservoir* 3 diletakkan di bawah tanah. Lalu diamati pertumbuhan lumut pada masing-masing *reservoir* setiap pekannya. Setelah didapatkan data jumlah pertumbuhan lumut lalu dimodelkan dengan model eksponensial. Berdasarkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terkecil didapatkan laju pertumbuhan lumut (r) sebesar 0.33024 dan model eksponensial pada *reservoir* 1 yaitu $P(t) = P_0 e^{rt} = 5e^{0.33024(t)}$. Pada *reservoir* 2 tidak mengalami pertumbuhan lumut namun lama kelamaan air hanya keruh, pada *Reservoir* 3 pun lumut tidak tumbuh dan air tetap bersih.

Kata Kunci: Model eksponensial, Lumut.

**PEMODELAN MATEMATIKA PERTUMBUHAN LUMUT PADA TANGKI
AIR**

Oleh

Ribut Susilowati

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2019

Judul Skripsi : **PEMODELAN MATEMATIKA
PERTUMBUHAN LUMUT PADA TANGKI
AIR**

Nama Mahasiswa : **Ribut Susilowati**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1517031118**

Program Studi : **Matematika**

Jurusan : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



1. Komisi Pembimbing


Drs. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D.
NIP 19620704 198803 1 002


Subian Saidi, S.Si., M.Si.
NIP 19800821 200812 1 001

2. Ketua Jurusan Matematika


Prof. Dra. Wamiliana, MA, Ph.D.
NIP 19631108 198902 2 001

MENGESAHKAN

1. **Tim Penguji**

Ketua : Drs. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D.

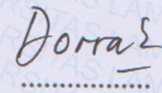


Sekretaris : Subian Saidi., S.Si., M.Si.



Penguji

Pembimbing : Dra. Dorrah Aziz, M.Si.



2. **Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



Drs. Suratman, M.Sc.
NIP 196406041990031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 02 Agustus 2019

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pemodelan Matematika Pertumbuhan Lumut pada Tangki Air”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan merupakan karya oranglain. Semua hasil tulisan yang tertuang dalam skripsi ini mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 2 Agustus 2019



Ribut Susilowati

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Margomulyo, Kec Tumijajar, Kabupaten Tulang Bawang Barat, pada tanggal 12 Agustus 1996, anak kelima dari lima bersaudara dari Bapak Suwandi(alm) dan Ibu Juminah.

Menempuh pendidikan awal di SDN 04 Margodadi pada tahun 2004-2009, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 3 Tumijajar 2009-2012, dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Tumijajar pada tahun 2012-2015, di tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa reguler Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur tes SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi ROIS (Rohani Islam) FMIPA Universitas Lampung periode 2017 sebagai Sekretaris Bidang Kajian.. Tahun 2018 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gunung Rejo, Kecamatan Way Ratai, Kabupaten Pesawaran, dan pada tahun yang sama penulis melakukan Kerja Praktek (KP) di LAZIS (Lembaga Amil Zakat Infak dan Sedekah) Dewan Dakwah Lampung.

PERSEMBAHAN

Alhmdulillah, rasa syukur yang tiada hentinya kepada Allah Ar-Rahman.

Karna Allah lah penulis dapat menyelesaikan skripsi.

Mamak satu-satunya alasan kuat penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini, agar dapat berjumpa di Lampung dan menumpahkan kerinduan selama satu tahun ini.

Al-Qur'an menjadi alasan terbesar agar penulis segera menyelesaikan skripsi ini, agar segera fokus dan menghabiskan waktu bersama kalam-Nya.

Dosen pembimbing dan pembahas yang menjadi wasilah penulis memperoleh gelar sarjana.

Dosen, dan karyawan yang terlibat di jurusan matematika.

Teman-teman seperjuangan di jalan Allah semoga Allah memudahkan menyelesaikan skripsi.

Untuk adik-adik yang akan membaca skripsi ini, tetap sandarkan harapan hanya kepada Allah semata.

MOTTO

“Sesungguhnya orang-orang yang beriman adalah mereka yang apabila disebut nama Allah gemetar hatinya, dan apabila dibacakan ayat-ayat Nya kepada mereka, bertambah kuat imannya dan hanya kepada Tuhan mereka bertawakal.”

(QS. Al-Anfal ayat 2)

“...Tetapi boleh jadi kamu tidak menyenagi sesuatu, padahal itu amat baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu tidak baik bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.”

(QS. Al-Baqoroh ayat 216)

“Dan tidak satu pun makhluk bergerak atau bernyawa dibumi melainkan semua dijamin Allah rezekinya.”

(QS. Hud ayat 6)

“Dan janganlah engkau berjalan dibumi ini dengan sombong, karena sesungguhnya engkau tidak dapat menembus bumi dan tidak akan mampu menjulang setinggi gunung.”

(QS. Al-Isra' ayat 37)

SANWACANA

Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah ta'ala yang telah memberikan rahmat, ridho, kesempatan, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pemodelan Matematika Pertumbuhan Lumut pada Tangki Air" dengan lancar. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada junjungan Nabi Muhammad shallallahu'alaihiwasallam yang telah menjadi suri tauladan yang baik bagi umat manusia.

Selesainya penulisan skripsi ini adalah juga berkat motivasi dan pengarahan serta bimbingan dari berbagai pihak. Karenaitu, dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Drs. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing pertama, terimakasih atas setiap bimbingan, kesabaran dalam memberikan arahan, serta dukungan dalam proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Subian Saidi., S.Si., M.Si. selaku pembimbing kedua, terimakasih atas setiap bimbingan, kesabaran dalam memberikan arahan, serta dukungan dalam proses penyusunan skripsi ini.

3. Dra. Dorrah Azis, M.Si. selaku penguji yang telah memberikan kritik, saran dan masukan kepadapenulis.
4. Ibu Dian Kurniasari, S.Si., M.Sc. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dalam menjalani perkuliahan.
5. Ibu Prof. Dra. Wamiliana, MA, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Lampung.
6. Bapak Drs. Suratman, M.Sc. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
7. Seluruh Dosen, Staff dan Karyawan Jurusan Matematika FMIPA Universitas Lampung yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
8. Bapak(alm), Mamak, Mbak dan Mas yang telah memberikan semangat dan do'a selama ini.
9. Teman-teman kelompok Belajar Bismillah: Silvi, Kiki, Uli, Atika, Azizah, Ai Mila, Sindi, Zahra, Umi Chyntia, Saesti, Indah, Liza, Riza, Wilda, Lena dan Windi yang telah memberikan semangat dan motivasi semoga Allah memudahkan urusan kalian.
10. Teman-teman asrama RQ Daarul Hikmah: Mbak dwi, Zahra, Resti, Dira, Nisa, dn Mbak Mala dan teman-teman STGQ Daarul Hikmah : Nisrina, Dinda, Fitroh, Maskanah, Devi, Mbak Nisda, Mbal Ica, dan Annisa, karna kalian yang telah

memberikan motivasi dan menularkan semangat untuk terus bersama Qur'an, kalam Nya yang kelak semoga menjadi hujjah penolong kita Aamiin.

11. Teman-teman Pengurus Rois periode 2017, adik-adik bidang Kajian Rois periode 2017 dan pengurus Rois 2018-sekarang.

12. Teman-teman Calon S.Si. semoga Allah memudahkan antum segera menyelesaikan skripsi.

13. Teman-teman Matematika angkatan 2015 yang tidak dapat disebutkan satu persatu semoga Allah memudahkan langkah-langkah kita.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Amiin.

Bandar Lampung, 2 Agustus 2019

Penulis

Ribut Susilowati

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Air	5
2.2 Lumut.....	6
2.3 Model Matematika	7
2.4 Model Eksponensial	8
2.5 <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	9
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Data Penelitian	11

3.3	Metode Penelitian.....	11
-----	------------------------	----

IV. HASILDAN PEMBAHASAN

4.1	Data Hasil Pengamatan	14
-----	-----------------------------	----

4.2	Pemodelan Matematika Pertumbuhan Lumut dengan Model Eksponensial.	15
-----	---	----

V. KESIMPULAN

DAFTARPUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Jumlah Pertumbuhan Lumut <i>Reservoir</i> 1 di Ruang Terbuka Terkena Cahaya Matahari.....	14
2. Data Laju Pertumbuhan Lumut r dan Perbandingan MAPE pada Model Eksponensial.....	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gambar 1. <i>Reservoir 1, Reservoir 2, dan Reservoir 3</i> sebelum diberi perlakuan.....	12
2. Gambar 2. <i>Reservoir 1</i> minggu ke-3.....	12
3. Gambar 3. <i>Reservoir 1</i> minggu ke-4.....	12
4. Gambar 4. <i>Reservoir 2</i> minggu ke-3.....	12
5. Gambar 5. Tangaki Air di bawah tanah selama 1 tahun tidak tumbuh lumut.....	12
6. Gambar 6. Grafik Model Eksponensial pada Pertumbuhan Lumut pada <i>Reservoir 1</i>	26
7. Gambar 7. Grafik Pertumbuhan Lumut pada <i>Reservoir 1</i>	26
8. Gambar 7. Grafik Pertumbuhan Lumutdengan Model Lagrange.....	30

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Air merupakan komponen kehidupan yang sangat penting untuk menunjang kehidupan makhluk hidup. Kebutuhan akan air merupakan hal mutlak yang harus dipenuhi. Pertama dari segi kebutuhan fisik manusia tubuh kita terdiri dari ± 60 persen air. Asupan cairan juga harus terpenuhi agar metabolisme tubuh dapat berfungsi dengan baik, tidak terkecuali untuk menghindari dehidrasi. Kedua dari segi kebutuhan aktivitas sehari-hari. Manusia membutuhkan pelarut tersebut untuk memasak, mandi, mencuci, dan sebagainya.

Menurut Dr. Neil McIntyre dari *Imperial College London*, bumi terdiri dari 98 persen air asin dan 2 persen air segar yang layak dikonsumsi. Pada angka 2 persen tersebut, 70 persennya adalah salju dan es, 30 persen air tanah, kurang dari 0,5 persen air sungai dan danau, dan kurang dari 0,05 persennya lagi berasal dari atmosfer. Sementara itu, satu-satunya sumber air bersih terjangkau yang bisa digunakan hanyalah air tanah, sebab air tanah terletak di bawah daratan dangkal.

Di Indonesia, dengan jumlah penduduk mencapai 200 juta lebih, kebutuhan air bersih menjadi semakin mendesak. Kecenderungan konsumsi air terus naik hingga 15-35 persen per kapita per tahun Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010 tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang menyebutkan bahwa kebutuhan air rata-rata secara wajar adalah 60l/orang/hari untuk segala keperluannya. Kebutuhan akan air bersih dari tahun ke tahun diperkirakan terus meningkat. Menurut Suripin (2002), pada tahun 2000 dengan jumlah penduduk dunia sebesar 6,121 milyar diperlukan air bersih sebanyak 367 km³ per hari, maka pada tahun 2025 diperlukan air bersih sebanyak 492 km³ per hari, dan pada tahun 2100 diperlukan air bersih sebanyak 611 km³ per hari. Sedangkan ketersediaan air bersih cenderung melambat (berkurang) akibat kerusakan alam pencemaran dan tumbuhnya lumut.

Biasanya masyarakat menyimpan air bersih di dalam tangki. Tangki air yang sudah lama sering kali mengalami masalah air yang keruh. Air yang keruh ini dapat diakibatkan karena adanya aktivitas lumut yang tumbuh di dalam tangki. Faktor utama penyebab tangki air di tumbuhi lumut adalah sinar matahari. Seperti yang kita ketahui, lumut adalah tanaman yang membutuhkan sinar matahari untuk berfotosintesis dan berkembang biak. Jadi semakin banyak tangki air terkena sinar matahari secara langsung, maka besar kemungkinan tangki air akan sangat mudah di tumbuhi lumut.

Tumbuhan lumut termasuk anggota kingdom plantae yang paling sederhana. Semua tumbuhan mampu melakukan fotosintesis termasuk tumbuhan lumut. Fotosintesis digunakan tumbuhan untuk memenuhi kebutuhan makanannya sehari-hari. Cadangan makanan yang telah disimpan oleh tumbuhan berbentuk tepung atau pati. Lumut hampir tersebar di seluruh bumi ini, kecuali di dalam laut.

Umumnya, tumbuhan lumut ditemukan di tempat yang lembab, basah dan juga berair. Indikator kualitas air bersih, antara lain dari aspek persyaratan fisik, kimia dan mikrobiologis. Persyaratan fisik air bersih yaitu jernih atau tidak keruh, tidak berwarna, tidak berbau, tidak mengandung padatan, temperatur normal (29°C). Persyaratan kimia air bersih antara lain, pH netral (6,8-9,0), tidak mengandung kimia beracun, tidak mengandung garam atau ion-ion logam berbahaya, kesadahan rendah dan tidak mengandung bahan organik. Sedangkan persyaratan mikrobiologis antara lain tidak mengandung bakteri pathogen yang bisa menyebarkan penyakit. Jika air ditumbuhi lumut maka syarat fisik air bersih tidak terpenuhi, maka dari itu peneliti tertarik untuk memodelkan laju pertumbuhan lumut dengan matematika.

Dengan model eksponensial peneliti akan memodelkan laju pertumbuhan lumut dengan membandingkan air kedalam 3 percobaan yaitu pada *reservoir* 1 di ruangan terbuka terkena cahaya matahari, *reservoir* 2 di ruangan terbuka tidak terkena cahaya matahari (penampang ditutup) dan *reservoir* 3 di bawah tanah tidak terkena cahaya matahari.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Membuat model pertumbuhan lumut pada *reservoir* 1 di ruangan terbuka terkena cahaya matahari, *reservoir* 2 di ruangan terbuka tidak terkena cahaya matahari (penampang ditutup) dan *reservoir* 3 di bawah tanah tidak terkena cahaya matahari.
2. Menentukan Laju pertumbuhan pada setiap *reservoir*.
3. Menentukan keakuratan model eksponensial dengan perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui model pertumbuhan lumut pada *reservoir* 1 di ruangan terbuka terkena cahaya matahari, *reservoir* 2 di ruangan terbuka tidak terkena cahaya matahari (penampang ditutup) dan *reservoir* 3 di bawah tanah tidak terkena cahaya matahari.
2. Mengetahui proses terbentuknya pemodelan matematika pertumbuhan lumut dalam tangki air.
3. Mengetahui laju pertumbuhan lumut pada setiap *reservoir*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air merupakan bahan alam yang diperlukan untuk kehidupan manusia, hewan dan tanaman sebagai media pengangkutan zat-zat makanan, juga merupakan sumber energi serta berbagai keperluan lainnya (Arsyad, 1989). Air adalah sarana utama untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Karena air merupakan media penularan penyakit, disamping output juga pertambahan jumlah penduduk didunia ini yang semakin bertambah jumlahnya sehingga menambah aktivitas kehidupan yang mau tidak mau menambah pencemaran air yang pada hakikatnya dibutuhkan (Sutrisno, 2000).

Pertumbuhan penduduk yang begitu pesat, mengakibatkan sumber daya air di dunia telah menjadi salah satu kekayaan yang sangat penting. Air merupakan hal pokok bagi konsumsi dan sanitasi umat manusia, untuk produksi barang industri dan untuk produksi makanan dan kain. Air tidak tersebar merata di atas permukaan bumi, sehingga ketersediaannya disuatu tempat akan sangat bervariasi menurut waktu (Linsty, 1989).

Air tanah adalah air yang bergerak pada tanah yang terdapat di dalam ruang-ruang butir-butir tanah yang membentuk dan di dalam retak-retak batuan.

Air tanah ditemukan pada zone geologi permeable (tembus air) yang dikenal dengan akuifer yang merupakan formasi pengikat air. Berdasarkan pada kondisi air tanah, air tanah diklasifikasikan dalam lima jenis antara lain air tanah dalam dataran alluvial, air tanah dalam kipas detrital, air tanah dlluvial, air tanah di kaki gunung api dan air tanah dalam zone batuan retak (Suyono, 1993).

Air juga mengalami sirkulasi yang disebut daur hidrologi, yaitu pola pendauran air yang umum dan terdiri susunan gerakan-gerakan air yang rumit dan transformasi transformasinya (Lee, 1988).

2.2 Lumut

Lumut merupakan tumbuhan yang memiliki klorofil sehingga dapat berfotosintesis dimana sebagian besar lumut adalah tumbuhan terestrial atau hidup didaratan. Lumut sangat mudah ditemukan diberbagai tempat terutama di tempat yang lembab (higrofit), baik itu ditanah, tembok, bebatuan lapuk, dan menempel atau epifit di kulit pohon, namun ada juga lumut yang hidupnya di air yang dikenal dengan hidrofite. Contoh lumut yang hidup di air adalah *Ricciocarpus natans*. Lumut yang hidup ditempat yang lembab dan teduh akan tumbuh subur dan tampak sebagai hamparan hijau.

Tumbuhan lumut terdapat sekitar 16.000 spesies yang kini sudah dikenali dan diklasifikasikan. Lumut diklasifikasikan dalam 3 kelas. yaitu Hepaticopsida atau lumut hati, Anthocerotopsida atau lumut tanduk, dan Bryopsida atau lumut daun. Ciri-ciri lumut secara umum adalah sebagai berikut :

1. Berwarna hijau, karena sel-selnya memiliki kloroplas (*plastida*).
2. Struktur tubuhnya masih sederhana, belum memiliki jaringan pengangkut.
3. Proses pengangkutan air dan zat mineral di dalam tubuh berlangsung secara difusi dan dibantu oleh aliran sitoplasma.
4. Hidup di rawa-rawa atau tempat yang lembab.
5. *Rhizoid* terdiri atas beberapa lapis deret sel *parenkim*.
6. *Sporofit* terdiri atas kapsul dan *seta*. *Sporofit* yang ada pada ujung *gametofit* berwarna hijau dan memiliki klorofil, sehingga bisa melakukan fotosintesis (Kimbal, 2003).

2.3 Model Matematika

Model matematika suatu fenomena adalah suatu ekspresi matematika yang diturunkan dari fenomena tersebut. Ekspresi dapat berupa persamaan, sistem persamaan atau ekspresi-ekspresi matematika yang lain seperti fungsi maupun relasi. Model matematika digunakan untuk menjelaskan karakteristik fenomena yang dimodelkannya, dapat secara kualitatif atau kuantitatif. Dalam memperoleh, membuat, mengembangkan atau menurunkan model matematika melibatkan asumsi-asumsi, pendekatan-

pendekatan maupun pembatasan-pembatasan yang didasarkan atas eksperimen maupun observasi terhadap fenomena sebenarnya. Asumsi, pendekatan maupun pembatasan ini digunakan untuk mempelajari fenomena tersebut secara sederhana (penyederhanaan fenomena sesungguhnya) dan juga seringkali digunakan untuk mempelajari kontribusi faktor-faktor tertentu dengan tiadanya faktor yang lain pada fenomena yang dipelajari. Keberadaan kontribusi faktor tertentu dalam model matematika seringkali dalam bentuk variabel, parameter maupun koefisien (Cahyono, 2013).

Pemodelan matematika adalah penyusunan suatu deskripsi dari beberapa perilaku dunia nyata (fenomena-fenomena alam) ke dalam bagian-bagian matematika yang disebut dunia matematika (*mathematical world*).

Pemodelan matematika juga merupakan representasi dari objek, proses dan hal lain yang diharapkan dapat diketahui polanya sehingga dapat dianalisis (Clive and Elizabeth, 1980).

2.4 Model Eksponensial

Pada tahun 1798, seorang professor, politikus dan ekonom bernama Thomas R. Malthus mempublikasikan pamflet anonim yang berjudul “*An Essay on the Principle of Populations as It Affects the Future Improvement of Society, with Remarks on the Speculation of Mr. Godwin, M. Condorcet and other Writers*”. Pamflet ini memberikan sejumlah opini dan gagasan mengenai hubungan sosial antar manusia. Disamping itu juga terdapat beberapa pendapat Malthus mengenai pertumbuhan populasi yang

umumnya akan menghasilkan keburukan atau peningkatan dalam jumlah kemiskinan (Iswanto, 2012).

“Harus diakui atau tidak dalam sejarah umat manusia, bahwa dalam setiap masa dan setiap keadaan dimana manusia berada, atau bahkan kemudian menjadi tidak ada, bahwa peningkatan populasi akan terbatas pada ketersediaan sarana dan prasarana, bahwa penurunan populasi tidak selalu diiringi oleh peningkatan sarana, dan bahwa kekuatan besar populasi yang tampak umumnya akan menjaga keseimbangannya dengan ketersediaan sarana, baik dengan kematian maupun kelahiran”.

Pembentukan model dirujuk pada ide yang telah dikemukakan oleh Malthus. Diberikan notasi waktu independen populasi sebagai $P(t)$. Dengan menggunakan asumsi model yaitu konstanta laju kelahiran per kapita b , dan konstanta laju kematian per kapita d . Sedangkan dalam hal ini pengaruh perpindahan penduduk baik imigrasi maupun emigrasi diabaikan. Maka model persamaan differensial yang dapat dibentuk oleh populasi P adalah

$$\frac{dP}{dt} = bP - dP$$

Jika di integralkan akan mendapatkan hasil penyelesaian

$$P(t) = P_0 e^{(b-d)(t)}$$

Dimana P_0 adalah populasi awal pada waktu t_0 (Iswanto, 2012).

2.5 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Kemudian, merata-rata kesalahan persentase penyimpangan antara data aktual dengan data peramalan. Nilai MAPE dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$MAPE = \left(\frac{100\%}{N} \right) \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t}$$

Dimana :

X_t = Data aktual pada periode t

F_t = Nilai Peramalan pada periode t

n = Jumlah data

(Makridakis dkk, 1983)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester genap tahun pelajaran 2018/2019 dengan melakukan penelitian secara studi pustaka dan penelitian lapangan.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data laju pertumbuhan lumut hasil penelitian di lapangan yang diambil setiap pekan.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi pustaka, yaitu mengkaji buku-buku, dan skripsi-skripsi yang berkaitan dengan materi penelitian ini.

Langkah-langkah dan prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Menyiapkan 3 ember sebagai *reservoir*.

Berikut ini gambar *reservoir* mula-mula sebelum diberi perlakuan.



Gambar 1. *Reservoir* 1, *Reservoir* 2, dan *Reservoir* 3

2. Menghitung volume *reservoir*.
3. Membagi *reservoir* dalam 3 perlakuan, *reservoir* 1 diletakkan pada tempat terang terkena cahaya matahari sempurna dalam kondisi terbuka, *reservoir* 2 diletakkan pada tempat terang terkena cahaya matahari sempurna dalam kondisi tertutup dan *reservoir* 3 diletakkan dibawah tanah dalam kondisi tertutup.



Gambar 2. *Reservoir* 1 minggu ke 3



Gambar 3. *Reservoir* 1 minggu ke 4



Gambar 4. *Reservoir*
minggu ke 3



Gambar 5. Tangki Air
dibawah tanah
selama 1 tahun
Tidak tumbuh

4. Mencatat perubahan tumbuh lumut pada masing-masing *reservoir* tiap pekannya.
5. Melakukan pemodelan pertumbuhan lumut dengan model eksponensial.
6. Menghitung galat dengan perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
5. Menyimpulkan hasil penelitian.

V. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Model eksponensial pada pertumbuhan lumut pada *reservoir 1* yaitu:

$$P(t) = P_0 e^{rt} = 5e^{0.33024(t)}$$

Sedangkan dengan Model pertumbuhan lumut dengan Lagrange

$$\begin{aligned} \text{hasilnya : } P(x) = & -0.001984127x^7 + 0.0138888889x^6 - \\ & 0.963888889x^5 + 6.861111111x^4 - 26.88888889x^3 + \\ & 57.569444x^2 - 52.6452380952x + 21 \end{aligned}$$

2. Laju pertumbuhan Lumut dengan model eksponensial pada *reservoir 1* sebesar 0.33024. Pada *reservoir 2* di ruangan terbuka tidak terkena cahaya matahari (penampang tertutup) tidak mengalami pertumbuhan lumut namun lama kelamaan air hanya keruh, sedangkan *reservoir 3* di ruangan tertutup di bawah tanah lumut tidak tumbuh dan air tetap bersih.
3. Keakurasian model eksponensial pada pertumbuhan lumut dengan MAPE sebesar 160.983% tidak relevan menunjukkan model eksponensial tidak akurat terhadap data pertumbuhan lumut. Sedangkan pada model Lagrange keakurasian pertumbuhan lumut dengan MAPE sebesar 68.7% lebih baik daripada model eksponensial.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press, Bogor.
- Cahyono, E. 2013. *Pemodelan Matematika Edisi Pertama*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Clive L. Dym, and Elizabeth S. Ivey. 1980. *Principles of Mathematical Modeling*. University of Minnesota.
- Kimbal. 2003. *Biologi Edisi Lima-Jilid 2*. Erlangga, Jakarta
- Lee, Richard. 1986. *Hidrologi Hutan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Linsty, Ray, K. & Franzini, JB. 1989. *Teknik Sumber Daya Air*. Erlangga, Jakarta.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C. and McGee, V.e. 1983. *Forecasting: Methods and Applications Second Edition*. John Wiley dan Sons, New York.
- Sutrisno, C Totok, 2000. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Suyono. 1993.. *Pengelolaan Sumber Daya Air*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.