

**“PENGARUH JENIS SAMPAH ORGANIK DAN LAMA WAKTU
PENGOMPOSANNYA TERHADAP LAJU INFILTRASI LUBANG
RESAPAN BIOPORI”**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T) pada program Studi Teknik Lingkungan



Disusun Oleh :

KARINA DWI FEBRIANTI

H75215029

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS DAN
TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Karina Dwi Febrianti

NIM : H75215029

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul “PENGARUH JENIS SAMPAH ORGANIK DAN LAMA WAKTU PENGOMPOSANNYA TERHADAP LAJU INFILTRASI LUBANG RESAPAN BIOPORI”. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 24 Maret 2021

Yang menyatakan



(Karina Dwi Febrianti)

H75215029

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh:

NAMA : KARINA DWI FEBRIANTI

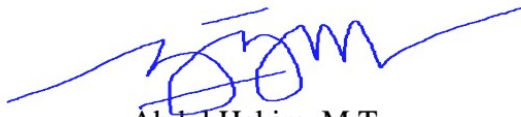
NIM : H75215029

JUDUL : PENGARUH JENIS SAMPAH ORGANIK DAN LAMA WAKTU
PENGOMPOSANNYA TERHADAP LAJU INFILTRASI LUBANG
RESAPAN BIOPORI

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 12 Maret 2021

Dosen Pembimbing I



Abdul Hakim, M.T.
NIP. 19870103201403001

Dosen Pembimbing II



Rr. Diah Nugraheni Setyowati, M.T.
NIP. 198205012014032001

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Karina Dwi Febrianti ini telah dipertahankan

Didepan tim penguji

Di Surabaya, 24 Maret 2021

Mengesahkan,

Tim Penguji

Dosen Penguji I



Abdul Hakim, S.T., M.T.
NIP. 19870103201403001

Dosen Penguji II



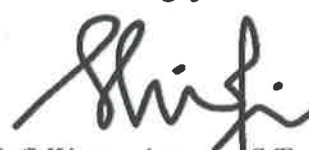
Rr. Diah Nugraheni Setyowati, S.T., M.T.
NIP. 198205012014032001

Dosen Penguji III



Teguh Taruna Utama, S.T., M.T.
NUP. 201603319

Dosen Penguji IV



Shinfu Wazna Auvaria, S.T., M.T.
NIP. 198603282015032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. Evi Fatimatur Rusydiyah, M.Ag.
NIP. 197312272005012003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300

E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Karina Dwi Febrianti
NIM : H75215029
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : karinafebrianti427@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain
(.....)

yang berjudul :

PENGARUH JENIS SAMPAH ORGANIK DAN LAMA WAKTU
PENGOMPOSANNYA TERHADAP LAJU INFILTRASI LUBANG RESAPAN
BIOPORI

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 24 Maret 2021

Penulis

(Karina Dwi Febrianti)

DAFTAR ISI

PEDOMAN TRANSLITERASI	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Lubang Resapan Biopori.....	6
2.2 Kondisi Tanah.....	12
2.2.1. Tekstur tanah	12
2.2.2 Struktur Tanah.....	15

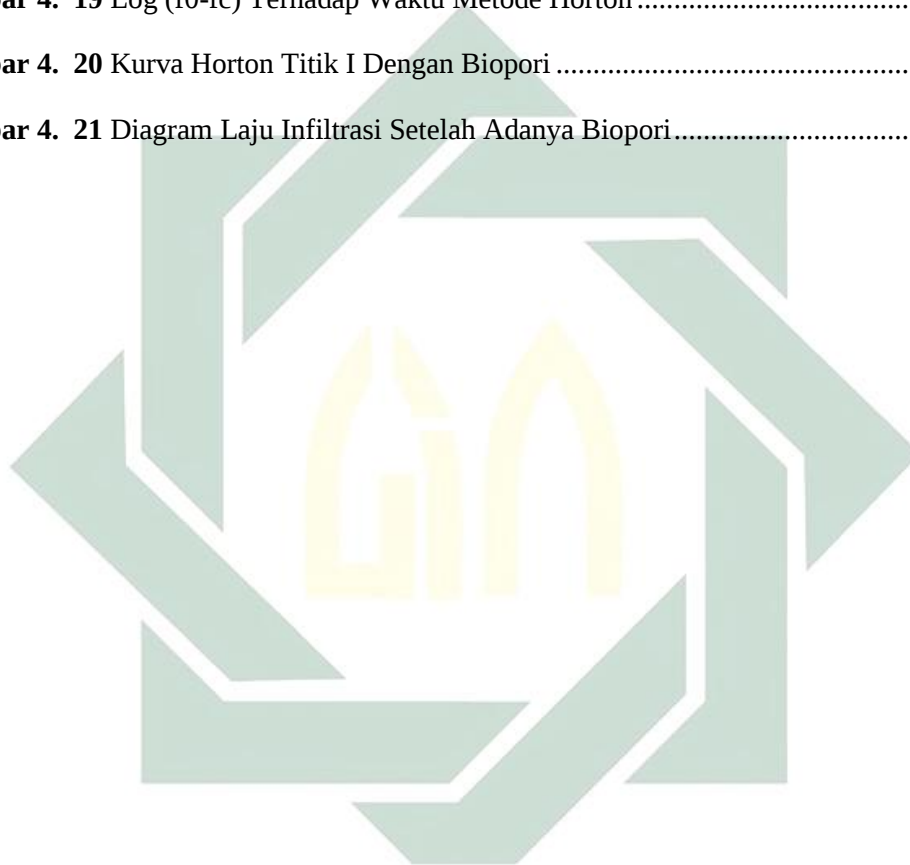
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hubungan antara Diameter Lubang dengan Beban Resapan dan Pertambahan Luas Permukaan Resapan	11
Tabel 2. 2 Hubungan Tekstur Tanah dan Kapasitas Infiltrasi Tanah	12
Tabel 2. 3 Kode Struktur Tanah	16
Tabel 2. 4 Kelas Permeabilitas Tanah Menurut USCS	18
Tabel 2. 5 Nilai Koefisien Permeabilitas Secara Kasar	19
Tabel 2. 6 Nilai Koefisien Air Larian C	20
Tabel 2. 7 Standar Kualitas Kompos.....	28
Tabel 2. 8 C/N Rasio Beberapa Bahan Organik.....	31
Tabel 2. 9 Penelitian Terdahulu	45
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan Uji Infiltrasi	62
Tabel 4. 1 Sifat Fisik Tanah Terhadap Sampel Tanah	73
Tabel 4. 2 Perhitungan Uji Ayakan Sampel	73
Tabel 4. 3 Jenis Tanah Lokasi Penelitian	75
Tabel 4. 4 Nilai Koefisien Permeabilitas Beberapa Jenis Tanah.....	76
Tabel 4. 5 Kandungan C/N Rasio Bahan Sampah Awal	78
Tabel 4. 6 Pengukuran Suhu dan pH Kompos Dalam Biopori.....	78
Tabel 4. 7 Hasil Pengamatan Kompos Setelah 10 Minggu	96
Tabel 4. 8 Perbandingan Kualitas Kompos Dalam Biopori dengan.....	97
Tabel 4. 9 Laju Infiltrasi Pada Titik I (Sampah Kulit Buah) Sebelum Adanya Biopori	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Lubang Resapan Biopori	8
Gambar 2. 2	Segitiga Tekstur Tanah (<i>Sand Separate</i>)	14
Gambar 2. 3	Kurva Laju Infiltrasi Horton.....	43
Gambar 2. 4	Hubungan t dan $\log (f_0-f_c)$	44
Gambar 3. 1	Kerangka Pikir Penelitian.....	53
Gambar 3. 2	Rencana LRB Yang Akan Dibuat	58
Gambar 3. 3	Tahapan Penelitian	61
Gambar 3. 4	Skema Infiltrasi Tanah.....	63
Gambar 4. 1	SMAN 1 Porong	70
Gambar 4. 3	Lokasi Pengambilan Sampel Tanah dan Sampel Tanah.....	72
Gambar 4. 4	Grafik Tanah Lolos Saringan	74
Gambar 4. 5	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur (USDA)	75
Gambar 4. 6	Pengumpulan Bahan Kompos dan Pencacahan Sampah	77
Gambar 4. 7	Hubungan hari (mingguan) dengan suhu kompos kulit buah.....	80
Gambar 4. 8	Hubungan hari (mingguan) dengan suhu kompos sisa sayur	81
Gambar 4. 9	Hubungan hari (mingguan) dengan suhu kompos daun	82
Gambar 4. 10	Hubungan hari (mingguan) dengan suhu kompos kayu lapuk	83
Gambar 4. 11	Hubungan Hari (mingguan) Dengan Suhu Kompos Selama 10 Minggu Proses Pengomposan	84
Gambar 4. 12	Hubungan Hari (Mingguan) Dengan pH Kompos Kulit Buah	87
Gambar 4. 13	Hubungan Hari (Mingguan) Dengan pH Kompos Sisa Sayur.....	88
Gambar 4. 14	Hubungan Hari (Mingguan) Dengan pH Kompos Daun	88
Gambar 4. 15	Hubungan Hari (Mingguan) Dengan pH Kompos Kayu Lapuk.....	89

Gambar 4. 16 Hubungan hari (mingguan) dengan pH kompos selama 10 Minggu proses pengomposan	90
Gambar 4. 17 Penilaian Sifat Fisik Kompos Oleh Responden.....	93
Gambar 4. 18 Lubang Resapan Biopori Yang Dibuat.....	101
Gambar 4. 19 Log (f0-fc) Terhadap Waktu Metode Horton	107
Gambar 4. 20 Kurva Horton Titik I Dengan Biopori	108
Gambar 4. 21 Diagram Laju Infiltrasi Setelah Adanya Biopori.....	109



pada saat hujan turun (Faidhol, 2013). Dampak dari kurangnya Ruang Terbuka Hijau di perkotaan apabila intensitas curah hujan cukup tinggi bisa menyebabkan genangan bahkan banjir.

Menurut penelitian Yohana (2017) Pembuatan lubang resapan biopori merupakan salah satu solusi teknologi yang ramah lingkungan dalam mengatasi ketersediaan air tanah dengan memanfaatkan sampah organik melalui lubang kecil dalam tanah. Air adalah sesuatu yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup dan keberadaannya bisa sangat membahayakan ketika terjadi banjir. Sementara sampah adalah sumber daya yang dapat diolah menjadi produk yang bermanfaat, tetapi terkadang sampah menjadi sumber pencemar bahkan menjadi salah satu penyebab banjir apabila pembuangan sampah dilakukan sembarangan.

Prinsip kerja dari LRB yaitu dengan meresapkan dan mengurangi limpahan air hujan yang memiliki volume lebih banyak ke dalam tanah, sehingga mampu meminimalisir terjadinya banjir (Mareta, 2017). Menurut Widyastuti (2016), salah satu metode untuk mengurangi penumpukan sampah organik adalah dengan membuat atau mengubahnya hingga menjadi kompos. Pengomposan adalah hasil penguraian (dekomposisi) secara alami sampah organik oleh mikroorganisme dan fauna tanah. Dengan bantuan organisme makroskopis dan mikroskopis, sampah telah melewati proses dekomposisi dari bentuk yang semula berukuran besar hingga menjadi kecil.

Berdasarkan hasil penelitian Santosa (2018) penggunaan limbah buah-buahan menyebabkan tingkat infiltrasi air yang lebih tinggi daripada limbah sayur ataupun daun. Tingkat penyerapan air biopori menggunakan limbah buah mencapai 5,77 mm/mnt, sedangkan pada limbah daun 4,00 mm/mnt dan limbah sayur 2,63 mm/mnt. Tingkat infiltrasi air biopori tinggi karena meningkatnya jumlah pori-pori di tanah. Hal ini disebabkan karena limbah Kulit pisang, pepaya dan buah mangga yang dimasukkan ke dalam lubang biopori memiliki aroma kuat dan rasa manis akan lebih banyak menarik kehadiran organisme tanah seperti cacing tanah, semut, dan serangga. Kemudian aktivitas organisme tanah menyebabkan terbentuknya pori-pori

baru di tanah. Struktur biopori adalah lubang memanjang sehingga bercabang dan dapat memperlancar penyerapan air ke segala arah.

وَيَسِفُكُ الدِّمَاءَ وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً ۖ قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا
وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۖ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ

Berdasarkan ayat diatas, dengan menggunakan kompos sampah organik pada lubang resapan pori hayati, artinya manusia yang dijadikan oleh Allah SWT sebagai khilafah bumi telah menjalankan salah satu kewajiban yaitu menjaga bumi beserta isinya. Karena dengan menerapkan sistem Lubang Resapan Biopori ini mampu mengurangi sampah organik dan mengatasi masalah banjir.

Berdasarkan uraian tersebut, SMAN 1 Porong yang merupakan salah satu fasilitas pendidikan di daerah rawan banjir, diperlukan adanya penerapan teknologi sederhana untuk meningkatkan kemampuan tanah dalam meresapkan air hujan yaitu dengan pembuatan lubang biopori. Pembentukan kompos dari biopori sangat penting untuk dilakukan. Hal ini disebabkan karena adanya aktivitas penguraian sampah organik oleh mikroorganisme atau fauna dalam tanah yang membentuk lubang pori atau terowongan-terowongan kecil dapat membantu dalam meningkatkan laju resapan air tanah. Berdasarkan penjelasan tersebut, diperlukan penelitian mengenai jenis sampah yang paling efektif dalam peningkatan laju infiltrasi tanah pada biopori.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah adalah sebagai berikut:

- ### 1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh jenis sampah organik terhadap laju resapan air dalam lubang resapan biopori.
2. Untuk mengetahui pengaruh lama waktu pengkomposan terhadap laju resapan air.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang terkait di dalamnya. Beberapa manfaat tersebut antara lain:

- ## 1. Bagi Civitas Akademika

Civitas akademika dapat mengembangkan kemampuan dan keahlian yang telah dipelajari dan memperoleh wawasan mengenai teknologi Lubang Resapan Biopori.

- ## 2. Bagi Pembaca

Pembaca mampu memperoleh pengetahuan dan wawasan baru mengenai jenis sampah organik yang paling efektif dalam peningkatan laju resapan air dalam biopori.

1.5. Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dikhususkan pada pengaruh jenis sampah organik dan lama waktu pengomposannya terhadap laju resapan air dalam Lubang Resapan Biopori dengan mengkaji jenis tanah pada lokasi penelitian terdahulu. Komposisi sampah organik yang digunakan yaitu daun, kulit buah, sisa sayur dan kayu lapuk.

BAB II

2.1 Lubang Resapan Biopori

Lubang Resapan Biopori (LRB) merupakan teknologi yang direkayasa untuk bidang peresapan air berupa lubang silindris berbentuk vertikal yang berdiameter tidak terlalu besar akan tetapi efektif dalam peresapan air dalam tanah (Maretha, 2017). Menurut Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P.70/Menhut-II/2008/Tentang Pedoman Teknis Rehabilitasi Hutan dan Lahan, lubang resapan yaitu lubang-lubang di dalam tanah yang terbentuk akibat adanya berbagai aktivitas organisme di dalamnya, seperti: perakaran tanaman, cacing, rayap dan fauna tanah lainnya. Lubang-lubang yang telah terbentuk akan terisi udara dan menjadi tempat mengalirnya air di dalam tanah.

Mengubah tata guna lahan menjadi pemukiman dapat merusak fungsi hidrologi tanah. sebagian permukaan tanah menjadi kedap karena tertutup oleh lokasi konstruksi, perkerasan jalan atau perkerasan lainnya. Bagian lahan yang terbuka juga akan mengalami proses pemadatan. Hal ini dapat mencegah sebagian besar air hujan masuk ke dalam tanah, meskipun air dibuang melalui saluran drainase. Peningkatan debit air hujan disebabkan oleh penurunan laju penetrasi air ke dalam tanah. hal ini dapat mengakibatkan banjir di musim hujan dan kekeringan di musim kemarau, serta berkurangnya cadangan air tanah.

Pembuatan sumur resapan telah diperkenalkan sebagai teknik konvensional untuk memungkinkan air di permukaan meresap. Namun, tidak semua masyarakat bisa mengaplikasikan teknologi ini. Sumur resapan memiliki dimensi yang cukup besar, juga perlu diisi dengan kerikil, pasir dan ijuk. Tujuannya untuk menghindari runtuhnya dinding resapan (Rochman, 2015). Penyumbatan permukaan resapan oleh bahan-bahan halus yang terbawa air dan tersaring oleh ijuk, menyebabkan rongga antar serabut tersumbat, sehingga laju perembesan air sangat lambat. Pengumpulan volume air yang besar dalam sumur resapan menghasilkan ukuran daya resapan

Peresapan air ke dalam tanah dapat diperlancar dengan adanya biopori yang dibuat oleh fauna tanah dan akar tanaman. Pemberian bahan organik yang cukup di dalam tanah mampu menciptakan lingkungan yang kondusif guna pembentukan biopori di dalam tanah. Oleh sebab itu, perlu dibuat lubang silindris agar memudahkan memasukkan bahan organik ke dalam tanah (Muzaimah, 2017). Dinding lubang silindris menyediakan tambahan permukaan resapan air seluas dinding lubang yang dibuat. Apabila lubang silindris telah terisi sampah organik, maka permukaan resapan tidak akan mengalami penyumbatan ataupun kerusakan dikarenakan telah dikelilingi oleh sampah organik (Santosa, 2018). Dimensi pada lubang tidak boleh terlalu besar agar meminimalkan beban lingkungan oleh adanya pengumpulan sampah organik dan volume air dalam lubang (Pungut, 2013).

7



resapan akan bertambah sebanyak 3140 cm^2 atau sekitar $1/3 \text{ m}^2$. Dengan begitu, permukaan tanah yang berbentuk lingkaran dengan diameter 10 cm, yang awalnya hanya memiliki bidang resapan $78,5 \text{ cm}^2$ setelah dibuatkan lubang resapan dengan kedalaman 100 cm, luas bidang resapannya semakin bertambah menjadi 3128 cm^2 . Adanya aktivitas fauna tanah pada lubang resapan dapat terbentuknya biopori dan terpelihara keberadaannya, dengan adanya kombinasi antara luas bidang resapan dengan kehadiran biopori secara bersama-sama akan meningkatkan kemampuan dalam meresapkan air.

b. Mengubah sampah organik menjadi kompos

Lubang resapan biopori 'diaktifkan' dengan memberi sampah organik ke dalamnya. Sampah ini akan dijadikan sebagai sumber energi bagi organisme tanah untuk melakukan proses dekomposisi. Sampah yang telah didekomposisi ini dikenal sebagai kompos. Kompos dapat dipanen pada setiap periode tertentu dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik pada berbagai jenis tanaman, seperti tanaman hias, sayuran, dan jenis tanaman lainnya.

c. Memanfaatkan peran aktivitas fauna tanah dan akar tanaman

Lubang Resapan Biopori (LRB) diaktifkan oleh organisme tanah, khususnya fauna tanah dan perakaran tanaman. Aktivitas mereka yang selanjutnya akan menciptakan rongga-rongga dalam tanah yang akan dijadikan 'saluran' air untuk meresap ke dalam tanah dengan memanfaatkan aktivitas organisme tanah maka rongga-rongga tersebut akan senantiasa terpelihara dan terjaga keberadaannya sehingga kemampuan peresapannya akan tetap terjaga tanpa campur tangan langsung dari manusia untuk pemeliharannya.

Proses pembuatan Lubang Resapan Biopori bisa dikatakan mudah dan sederhana sehingga bisa diterapkan dalam skala rumah tangga ataupun skala yang cakupannya lebih luas. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan, konstruksi pembuatan Lubang Resapan Biopori antara lain:

- Membuat lubang silindris ke dalam tanah menggunakan bor LRB dengan diameter 10 cm, dan kedalaman 100 cm atau kurang dari kedalaman muka air tanah (*water table*)
- Sesuai dengan kondisi lahan yang ada, jarak pembuatan LRB antara 50-100 cm
- Gunakan paralon dengan diameter 10 cm dan panjang minimal 10 cm untuk memperkuat bagian bawah mulut atau lubang, dan campurkan semen dengan 2-3 cm dan tebal 2 cm di sekitar mulut
- Isi lubang resapan biopori dengan daun, potongan rumput dan sampah organik dari sampah campuran
- Tutup lubang resapan biopori dengan kawat saring.

Pertambahan Luas Permukaan Resapan

Diameter Lubang (cm)	Mulut Lubang (m ²)	Luas Dinding (m ²)	Pertambahan Luas (kali)	Volume (liter)	Beban Resapan (liter/m ²)
10	0,00785	0,3143	40	7,857	25
40	0,1257	1,2571	11	125,714	100
60	0,2829	1,8857	7	282,857	150
80	0,5029	2,5143	5	502,857	200
100	0,7857	3,1429	4	785,714	250

Sumber: Kamir R. Brata dan Anne Nelistya, 2008

Berdasarkan tabel di atas, dengan pembuatan LRB berdiameter 10 cm dengan kedalaman 100 cm (tidak melebihi atau mencapai kedalaman permukaan air tanah). Pemilihan dimensi yang dianjurkan tersebut untuk efisiensi penggunaan ruang horizontal yang semakin terbatas dan mengurangi beban pengomposan. LRB dengan diameter 10 cm dan kedalaman 100 cm hanya menggunakan permukaan horizontal sebesar $0,00785 \text{ m}^2$ akan menghasilkan permukaan vertikal seluas dinding lubang yakni sebesar $0,314 \text{ m}^2$, artinya bahwa permukaan tanah 40 kali lebih besar dan dapat kontak langsung dengan bahan kompos. Jumlah sampah yang dapat tertampung di dalam tanah adalah 7,85 liter dan akan dijangkau oleh biodiversitas tanah melalui dinding lubang yang akan menghasilkan beban kompos maksimal adalah 25 liter/m^2 . Jika diameter lubang diperbesar maka luas permukaan tanah akan berkurang, sehingga menambah beban kompos. Penurunan laju resapan air disebabkan semakin luasnya zona saturasi air di sekitar lubang resapan.

Pengomposan merupakan proses biodegradasi bahan organik, terutama oleh mikroorganisme yang menggunakan bahan organik sebagai sumber energinya (Gautam, 2010). Hal ini berarti sampah organik sangat bermanfaat sebagai bahan

Tanah bertekstur pasir yaitu tanah dengan kandungan pasir $>70\%$, porositasnya rendah ($< 40\%$), sebagian ruang pori berukuran besar sehingga aerasinya baik, daya hantar air cepat, tetapi kemampuan menyimpan zat hara rendah. Tanah pasir disebut juga tanah ringan. Tanah disebut bertekstur berliat jika liatnya $> 35\%$, kemampuan menyimpan air dan hara tanaman tinggi. Tanah liat disebut juga tanah berat. Tanah berlempung, merupakan tanah dengan proporsi pasir, debu dan liat sedemikian rupa sehingga sifatnya berada diantara tanah berpasir dan berliat, sehingga kemampuannya dalam menyimpan dan menyediakan air untuk tanaman tinggi (Ikbal, 2019).

Menurut penelitian Hanafiah (2004) struktur tanah berupa perpaduan antara partikel tanah primer (pasir, debu dan liat individual) dan partikel sekunder (gabungan partikel-partikel sekunder yang disebut *ped* (gumpalan) yang membentuk agregat (bongkah). Hal tersebut dapat berperan dalam merubah pengaruh tekstur pada kondisi aerasi tanah, karena penataan *ped* atau agregat tanah akan menciptakan lebih banyak ruang daripada penataan partikel primer. Tanah dikatakan memiliki struktur yang baik maka akan memiliki kondisi drainase yang baik sehingga perakaran tanaman akan mudah menyerap hara dan air.

1) Aktivitas penetrasi akar pada saat berkembang

- ## Permeabilitas Tanah
- Permeabilitas tanah adalah sejenis porositas, bahan yang mengalir melalui rongga didalamnya. Bahan dengan *permeable material* seperti kerikil, sedangkan lempung *impermeable*. Di dalam tanah, karakteristik aliran terdistribusi. Dalam aliran laminar, setiap partikel cenderung bergerak lurus. Dalam aliran turbulen, partikel-partikel saling bertabrakan dengan jalur partikel lainnya. Sederhananya, aliran laminar setiap partikel saling bertabrakan secara tidak teratur. Aliran turbulen terhadap aliran bergantung pada ukuran butir tanah, distribusi ukuran butir, serta rongga pori. Temperatur juga mempengaruhi permeabilitas tanah (misalnya, temperatur tinggi mengurangi viskositas air dan tegangan permukaan). Tinggi rendahnya permeabilitas tanah sebagai berikut:
- 1. Kerikil bersifat sangat *permeable* (permeabilitasnya tinggi).
 - 2. Lempung bersifat *impermeable* (permeabilitasnya rendah).
 - 3. Pasir kasar, pasir halus, dan tanah campuran pasir lempung (permeabilitasnya sedang).

ung).

ran permeabilitas tanah digunakan untuk menge
dara di dalam tanah. Permeabilitas tanah menunj
ngalirkan air. Struktur dan tekstur tanah serta u
garuhi permeabilitas tanah dan meningkatkan la
rangi aliran permukaan tanah.

kan SNI Nomor: 03-2453-2002 tentang Tata
an Air Hujan untuk Lahan Pekarangan, terdapat be
untuk perencanaan Lubang Resapan Biopori (LRB)

- digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

aginstanios/raen aginstanios/raen aginstanios/raen aginstanios/raen

permeabilitas tanah sebagian besar dipengaruhi oleh jenis tanah, karena setiap jenis tanah memiliki tekstur, struktur, porositas yang berbeda (Halauddin, 2016). Adapun faktor utama yang mempengaruhi permeabilitas tanah yaitu:

- Viskositas cairan, semakin tinggi viskositasnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin kecil.
- Distribusi ukuran pori, semakin merata distribusi ukuran porinya, koefisien permeabilitasnya cenderung semakin kecil.
- Distribusi ukuran butiran, semakin merata distribusi ukuran butirannya, koefisien permeabilitasnya cenderung semakin kecil.
- Rasio kekosongan (*void*), semakin besar rasio kekosongannya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin besar.
- Kekasaran partikel mineral, semakin kasar partikel mineralnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin tinggi.
- Derajat kejenuhan tanah, semakin jenuh tanahnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin tinggi.

Lapisan tanah berbutir kasar mengandung butiran halus dan memiliki nilai k yang rendah. Koefisien permeabilitas merupakan fungsi dari jumlah pori, permeabilitas tanah pada lapisan, permeabilitas aliran paralel lebih besar dari permeabilitas aliran vertikal lapisan. Permeabilitas tanah liat yang retak (*fissured*) lebih besar daripada tanah liat yang tidak retak (*unfissured*). Koefisien permeabilitas (k) tergantung pada jenis dan kepadatan tanah. Secara umum, harga koefisien permeabilitas sangat bervariasi, seperti yang tercantum pada **Tabel 2.5** dibawah ini.

Tabel 2. 5 Nilai Koefisien Permeabilitas Secara Kasar

	Lemp ung	Lanau	Pasir sangat halus	Pasir halus	Pasir sedang	Pasir kasar	Kerikil kecil
D_{10} (mm)	0-0,01	0,01-0,05	0,05-0,10	0,10-0,25	0,25-0,50	0,50-1,0	1,0-5,0
k (cm/sec)	3×10^{-6}	$4,5 \times 10^{-4}$	$3,5 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-2}$	$8,5 \times 10^{-2}$	$3,5 \times 10^{-1}$	3,0

Sumber: Nakazawa dan Sosrodarsono, 2002

2.2.5 Aliran Permukaan

Air limpasan (*runoff*) merupakan bagian dari curah hujan dan hujan mengalir di atas permukaan tanah menuju ke sungai, danau dan lautan (Putri, 2013). Limpasan permukaan merupakan bagian dari hujan yang tidak diserap oleh tanah dan tidak menggenang di permukaan tanah. Akan tetapi bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Koefisien air limpasan (C) merupakan angka yang mempresentasikan perbandingan antara air limpasan terhadap curah hujan (Asdak, 2010). Angka C berkisar antara 0 - 1. Angka 0 berarti seluruh air hujan disalurkan ke tanah melalui proses infiltrasi. Angka 1 menunjukkan bahwa semua air hujan mengalir sebagai air limpasan. Semakin besar nilai C, maka semakin banyak air hujan yang menjadi air limpasan. Nilai koefisien air limpasan C dalam persamaan rasional (US. Forest Service, 1980) disajikan pada **Tabel 2.6** di bawah ini:

Tabel 2. 6 Nilai Koefisien Air Larian C

Tata Guna Lahan	Koefisien Run Off (C)
Perkantoran	
Daerah Pusat Kota	0,70 – 0,95
Daerah Sekitar Kota	0,50 – 0,70
Perumahan	
Rumah tinggal	0,30 – 0,50
Rumah susun, terpisah	0,40 – 0,60
Rumah susun, bersambung	0,60 – 0,75
Pinggiran Kota	0,25 – 0,40
Daerah Industri	
Kurang padat industri	0,50 – 0,80
Padat industri	0,60 – 0,90
Jalan Raya	
Beraspal	0,70 – 0,95
Berbeton	0,80 – 0,95
Trotoar	0,75 – 0,85

2. Air permukaan

Air permukaan merupakan air yang terletak di permukaan tanah dan bisa dilihat dengan mudah oleh mata. Contoh: laut, sungai, rawa, kali, empang dan lainnya (Soni, 2014).

Air tanah yang ada di bumi berjumlah sekitar 97% dari total air tawar yang ada. Hampir disetiap permukaan bumi dijumpai air tanah, bahkan di bawah gurun pasir yang sangat kering pun terdapat air tanah (Mishra, 2015).

2.3.1 Kadar Air Tanah

Kadar air tanah (*water storage*) dipengaruhi sifat fisik tanah. dimana kadar air tanah adalah selisih dari masukan air melalui infiltrasi ditambah kondensasi oleh tanaman dan *adsorpsi* oleh tanah dikurangi kehilangan air melalui *evapotranspirasi*, aliran permukaan *perkolasi* dan rembesan *lateral*, dimana *adsorpsi* air oleh tanah dan masuknya air ke dalam tanah dipengaruhi oleh tekstur, struktur, dan porositas tanah (Hanafiah, 2004).

Pada awalnya air irigasi yang memasuki tanah akan menggantikan udara yang terkandung dalam pori makro dan kemudian pori mikro. Jumlah air yang bergerak melalui tanah terkait dengan ukuran pori-pori di tanah. Air tambahan selanjutnya akan bergerak ke bawah melalui proses air jenuh. Penggerakan air tidak hanya terjadi secara vertikal akan tetapi juga secara horizontal. Gaya gravitasi tidak berpengaruh pada penggerakan horizontal (Alaoui, 2015).

Koefisien air tanah yang merupakan koefisien yang menunjukkan potensi ketersediaan air tanah untuk mensuplai kebutuhan tanaman, terdiri dari:

- Jenuh atau retensi maksimum, yaitu kondisi dimana seluruh ruang porin tanah terisi oleh air
- Kapasitas lapang adalah kondisi dimana tebal lapisan air dalam pori-pori tanah mulai menipis, sehingga regangan antar air-udara meningkat hingga lebih besar dari gaya gravitasi

infiltrasi, maka laju infiltrasi sama dengan laju curah hujan (Agung, 2010). Tanah yang berbeda-beda menyebabkan air meresap dengan laju yang berbeda-beda. Setiap tanah memiliki daya serap yang berbeda. Jenis tanah berpasir umumnya cenderung memiliki nilai laju infiltrasi tinggi, akan tetapi tanah liat sebaliknya, cenderung mempunyai laju infiltrasi yang rendah. Untuk satu jenis tanah yang sama dengan kepadatan yang berbeda mempunyai laju infiltrasi yang berbeda pula. Makin padat maka semakin kecil laju infiltrasinya (Jati, 2015).

Faktor yang mempengaruhi tingkat ke efektifitas laju infiltrasi LRB adalah jenis limbah organik dan jenis tanah. Menurut penelitian Sibarani dan Bambang (2010) perbedaan umur dan jenis sampah akan mempengaruhi kinerja biopori dalam meningkatkan daya resap air. Variasi umur sampah menunjukkan angka yang berbeda di 2 lokasi berbeda. Jenis sampah dari kulit buah lebih efektif dibandingkan sampah sayuran ataupun sampah daun. Hal ini dikarenakan aroma kulitnya yang sangat kuat dan rasanya yang manis sehingga dapat menarik lebih banyak fauna tanah menuju sampah. Selain itu, permukaan kulit yang licin/angka kekasarannya yang sangat kecil juga memudahkan air untuk melewatinya. Sementara massa daun jauh lebih ringan / lebih kecil daripada sampah sayuran kangkung yang memiliki batang yang tebal dan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk terurai. Jenis tanah mempengaruhi aktivitas dan jumlah organisme dalam tanah. Setiap jenis tanah memiliki laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi yang berbeda. Laju infiltrasi dipengaruhi oleh tekstur, struktur dan porositas tanah (Yulia, 2014). Adapun perhitungan untuk infiltrasi yaitu dengan persamaan:

$$F = f_c + (f_0 - f_c) \cdot e^{-kt}$$

Keterangan :

F= laju infiltrasi (mm/menit)

f_0 = laju infiltrasi awal (mm/menit)

f_c = laju infiltrasi konstant (mm/menit)

k = konstanta

t = waktu (menit)

2.4 Organisme Tanah

Organisme tanah adalah salah satu hal terpenting dalam siklus tanah. Bahan organik memiliki pengaruh yang besar terhadap jumlah dan jenis organisme tanah yang ada didalamnya. Organisme ini tersusun atas mikroflora dan mikrofauna yang tidak hanya hidup secara pasif di dalam tanah saat menjalankan fungsinya, akan tetapi juga saling berinteraksi dalam bentuk hubungan *simbiotik* (menguntungkan) ataupun sebuah persaingan (Nurhayati, 2017). Organisme tanah dibedakan berdasarkan ukurannya yaitu organisme *makro* dan organisme *mikro*. Organisme *makro* menurut Srtohadi (2013), terdiri atas: 1) pengerat dan pemakan serangga, 2) serangga, 3) kaki seribu, 4) bubuk, 5) tungau, 6) siput darat, 7) laba – laba dan (9) cacing tanah. Sedangkan untuk organisme *mikro* dibagi menjadi 2 kelompok yaitu *nematoda* dan *protozoa*. Organisme tanah berperan utama dalam menguraikan bahan organik yang berfungsi dalam peningkatan unsur hara serta menyuburkan tanah. Aktivitas organisme tanah terutama organisme makro mampu meningkatkan jumlah pori tanah. Organisme tanah juga merupakan mesin pengaduk tanah yang efisien dan efektif dalam mengatur sesuatu yang ada dalam tanah menjadi siap sedia untuk kehidupan lain, walaupun jika ditinjau dari segi pertanian aktivitas organisme tersebut dipandang merugikan (Brata, 2008). Semakin tinggi aktivitas organisme maka semakin gembur tanahnya dan tekstur tanah cenderung ke arah debu dan pasir. Masing-masing peranan organisme tanah bukan didasarkan pada kelompok taksonomi tetapi lebih didasarkan pada fungsinya di ekosistem (Enny, 2013).

Bahan organik tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh tumbuhan karena rasio C/N dalam bahan tersebut masih tinggi atau berbeda dengan C/N tanah. Nilai C/N pada tanah berkisar antara 10-12. Jika bahan organik memiliki kandungan C/N mendekati atau sama dengan C/N tanah maka bahan tersebut dapat diserap tumbuhan. Prinsip dalam pengomposan yaitu menurunkan C/N rasio bahan organik sehingga sama dengan tanah (Erickson, 2013). Cacing tanah serta organisme *mikroskopik* seperti jamur, bakteri dan *actinomycetes* mempertahankan pengurangan C/N rasio dari bahan baku, hal ini penting dalam hal produksi bahan organik tanah (Verika, 2017). Jumlah dan aktivitas organisme dipengaruhi oleh tanah dan penerimaan

rangsang dari organisme lain maupun dari tumbuhan. Kelompok organisme tanah yang mempengaruhi bahan organik tanah adalah binatang kecil, *arthropoda*, cacing tanah, *nemathoda*, alga, *protozoa*, jamur, *aktinomicetes* dan bakteri (Rodriguez, 2008).

2.5 Pengomposan dalam Lubang Resapan Biopori

Menurut penelitian sebelumnya, dibandingkan dengan sumur resapan, teknologi biopori diyakini lebih efektif dan lebih mudah untuk meresapkan air ke dalam tanah. Sumur resapan memiliki ukuran yang cukup besar, dan bahan pengisinya tidak dapat digunakan oleh organisme tanah sebagai sumber energi dalam pembentukan pori-pori. Bahan-bahan halus yang terbawa air dan disaring oleh filter menghalangi rongga filter, sehingga laju penyerapannya lebih lambat. Selain itu, ukuran pori yang besar menyebabkan peningkatan beban resapan dan penurunan permeabilitas (Alimaksum, 2010).

Penelitian Ashri Febrina (2015), menunjukkan bahwa lubang resapan biopori dapat digunakan sebagai tempat penimbunan sampah, dimana 1 lubang biopori dapat menampung tumpukan sampah domestik (sampah organik dapur). Pengomposannya dimulai dari pembusukan dan turun dari puncak. Sampah tersebut akan diurai oleh mikroorganisme di dalam tanah hingga sampah tersebut menjadi kompos dan mencapai target pembuatan kompos yang matang sempurna. Proses pengomposan pada pori-pori biopori bisa lebih cepat dibandingkan kondisi normal. Hal ini dikarenakan sampah organik dimasukkan ke dalam tanah tempat mikroorganisme tersebut berada. Hal ini dianalogikan dengan makanan yang diberikan langsung ke konsumen sehingga proses pengomposan bisa lebih cepat (Brata, 2006).

2.6 Kompos

Kompos adalah salah satu jenis pupuk yang berasal dari sisa-sisa bahan organik yang dapat memperbaiki sifat fisik dan struktur tanah, meningkatkan kapasitas retensi air, kimia tanah dan biologi tanah. sumber bahan pengomposan dari sampah organik, seperti sisa tanaman (batang, ranting), sampah rumah tangga, kotoran ternak (sapi, kambing, ayam, itik) dan lainnya (Rukmana, 2007).

menghasilkan karbon sebagai sumber utama, sedangkan limbah makanan menghasilkan nitrogen untuk memastikan kecukupan nutrisi terus menerus (Zahra, 2014).

Pengomposan sebagai metode dalam pengelolaan sampah lingkungan. Pengomposan merupakan proses dekomposisi secara alami secara alami dan melibatkan mikroorganisme untuk berperan organik agar terurai secara hayati menjadi produk seperti kompos menghancurkan patogen, mengubah N dari amonia yang tidak stabil yang stabil, mengurangi volume limbah dan meningkatkan sifat tersebut. Efektifitas proses pengomposan dipengaruhi oleh beberapa suhu, oksigen dan kelembaban (Gonawal, 2018).

Salah satu bahan organik yang bisa dimanfaatkan dalam pengolahan limbah dari rumah tangga, misalnya limbah sisa sayuran. Limbah dapur mengandung air. Bau busuk atau bau khas yang disebabkan

yang stabil, mengurangi volume limbah dan meningkatkan sifat tersebut. Efektifitas proses pengomposan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu, oksigen dan kelembaban (Gonawal, 2018).

Salah satu bahan organik yang bisa dimanfaatkan dalam pengolahan limbah dari rumah tangga, misalnya limbah sisa sayuran. Limbah dapur mengandung air. Bau busuk atau bau khas yang datang dari dapur mendatangkan bakteri yang akan mendekat. Timbulnya berbagai mikroorganisme mengakibatkan perbedaan suhu, kelembaban, kadar oksigen dan pH. Bakteri tersebut memiliki kemungkinan untuk memproses pengomposan, seringkali merubah kondisi lingkungan dan nutrisi yang ada dalam limbah organik menjadi lebih stabil dan lebih bermanfaat untuk tanaman.

Bakteri tersebut memiliki kemungkinan untuk memproses pengomposan. Bakteri ini sering kali merubah kondisi lingkungan dan nutrisi yang ada dalam kompos. Contohnya, halnya proses pembusukan membutuhkan organisme tertentu, seperti jamur. Setelah proses pengomposan akan merubah tekstur sampah sisa sayuran menjadi lebih kecil dengan bantuan organisme tertentu yang ada di kompos. Mikroorganisme yang terdapat dalam tumpukan kompos yang di buat sendiri memiliki tiga kelas yaitu: bakteri, jamur, *actynometes*, dan bakteri lain yang lebih tinggi diantara keduanya (Kaushal,2015).

kaan yang licin dan apabila ditumpuk akan menyebabkan aerasi lebih
mposan akan cepat terjadi dalam kondisi oksigen yang cukup (Aeslin
pemanfaatan sampah sayur dan kulit buah, penambahan jerami ataup
uga mempengaruhi lama waktu pengkomposan. Kompos kulit pa
iki partikel panjang dan tipis yang membatasi udara dan memerangk
k panas. Sedangkan jerami memiliki partikel-partikel halus yang m
eri lebih banyak udara, memungkinkan lebih banyak kehilangan pana
banyak retensi N, P dan K (Malick, 2016). Berdasarkan Standar N
sia (SNI) yang dikeluarkan oleh Badan Standarisasi Nasional kulaitas
an pada **Tabel 2.7**.

Tabel 2. 7 Standar Kualitas Kompos

No	Parameter	Satuan	Minimal	Maksimal
1	Kadar Air	%	-	50
2	Temperatur	°C	-	Suhu air tanah
3	Bau	-	-	Berbau tanah
4	Warna	-	-	Kehitaman
5	Ukuran partikel	mm	0,55	25
6	Kemampuan ikat air	%	58	
7	Ph	-	6,8	7,49
8	Bahan asing	%	-	1,5
Unsur makro				
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,4	
11	Karbon	%	9,8	32
12	Phospor	%	0,1	
13	C/N rasio	-	10	20
14	Kalium	%	0,2	
Unsur mikro				
15	Arsen	Mg/kg	*	13

No	Parameter	Satuan	Minimal	Maksimal
16	Cadmium	Mg/kg	*	3
17	Cobal	Mg/kg	*	34
18	Cromium	Mg/kg	*	210
19	Tembaga	Mg/kg	*	100
20	Mercuri	Mg/kg	*	0,8
21	Nikel	Mg/kg	*	62
22	Timbal	Mg/kg	*	150
23	Selenium	Mg/kg	*	2
24	Seng	Mg/kg	*	500
Unsur-unsur lain				
25	Calsium	%	*	25,5
26	Magnesium	%	*	0,6
27	Besi	%	*	2
28	Alumunium	%	*	2,2
29	Mangan	%	-	0,1
Bakteri				
30	<i>Fecal coli</i>	MPN/gr	-	1000
31	<i>Salmonella sp.</i>	MPN/4 gr	-	3

*nilainya lebih besar dari minimum dan lebih kecil dari maksimum

Sumber: SNI 19-7030-2004

Tujuan proses pengomposan adalah mengubah bahan organik yang telah menjadi limbah menjadi produk yang aman dan mudah untuk ditangani, disimpan, diaplikasikan ke lahan pertanian dengan aman tanpa menimbulkan dampak negatif baik pada tanah maupun pada lingkungan. Proses pengomposan dapat terjadi secara aerobik (menggunakan oksigen) atau anaerobik (tanpa oksigen). Pada dasarnya proses pengomposan secara aerobik lebih cepat dibandingkan dengan pengomposan secara anaerobik. Pada proses pengomposan dengan adanya oksigen akan menghasilkan CO₂, NH₃, H₂O dan panas, sedangkan pada proses pengomposan tanpa adanya oksigen akan menghasilkan produk akhir berupa CH₄, CO₂, sejumlah gas dan asam organik (Harada, *et.al*, 1995).

Proses pengomposan melibatkan penguraian senyawa pada bahan organik guna memproduksi humus yang stabil (Jovicic, 2009). Proses perombakan bahan organik dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

- $$\text{Bahan organik} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Mikroorganisme}} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{hara} + \text{humus} + \text{E}$$

- $$\text{Bahan organik} \xrightarrow{\text{Mikroorganisme}} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{S} + \text{NH}_3 + \text{hara} + \text{humus} + \text{E}$$

a. Nisbah C/N bahan

[illegible]

Tabel 2. 8 C/N Rasio Beberapa Bahan Organik

Bahan	C/N Rasio
Sisa makanan	15
Dedaunan	50
Jerami	80
Sisa-sisa buah-buahan	35
Pupuk kandang kering	20

Sumber: Obeng and Wright (1987)

b. Ukuran bahan

Ukuran bahan ini berpengaruh pada perkenaan bahan terhadap mikroorganisme ataupun bahan pengomposan yang lain. Bahan organik yang memiliki ukuran bahan lebih kasar akan memperlambat proses pengomposan sedangkan bahan organik yang memiliki ukuran kecil, proses pengomposan akan berlangsung lebih cepat (Widarti, 2015).

c. Komposisi bahan

Bahan yang mempunyai komposisi kadar nitrogennya rendah akan memperlambat proses pengomposan. Dalam pengelompokan bahan, sisa-sisa tanaman dan hewan dapat dikategorikan menjadi bahan dengan sumber utama yaitu karbohidrat, lignin, tannin, glikosida, asam-asam organik, lemak, resin, komponen nitrogen, pigmen-pigmen dan bahan-bahan mineral. Berdasarkan pengelompokan bahan tersebut dapat dikategorikan bahan yang dapat cepat terdekomposisi dan bahan yang lambat terdekomposisi. Bagian bahan yang dapat mengalami dekomposisi dengan cepat antara lain adalah pati, *hemisellulosa*, *selulosa* *protein*, dan bahan yang mudah larut dalam air, sedangkan bahan yang sukar larut atau lambat dalam proses dekomposisi antara lain adalah lignin, lilin atau lemak dan tannin (Indriani, 2009).

d. Kelembaban dan aerasi

Mikroorganisme dapat bekerja secara optimum pada kelembabam 40-60%. Apabila kelembaban terlalu tinggi atau terlalu rendah maka proses

penyusunnya, tidak berbau, memiliki kadar air rendah dan suhunya sama dengan suhu ruangan (Yuniwati,2016).

Menurut Sumekto (2006), kompos memiliki keunggulan dibandingkan dengan pupuk sintetis, karena memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Mengandung unsur hara makro dan mikro yang lengkap, meskipun dalam jumlah kecil.
2. Perbaikan struktur tanah dapat dilakukan dengan cara meningkatkan daya serap tanah terhadap air dan unsur hara, dengan menyediakan bahan makanan bagi mikroorganisme untuk meningkatkan kehidupan mikroorganisme di dalam tanah, meningkatkan daya ikat tanah berpasir sehingga tidak mudah terpengar, memperbaiki drainase dan tata udara di dalam tanah, membantu proses pelapukan bahan mineral, melindungi tanah dari kerusakan akibat erosi, dan meningkatkan kapasitas tukar ion (KTK).
3. Mengurangi aktivitas mikroorganisme yang bersifat merugikan.

2.6.1 Unsur Makro

Unsur hara makro merupakan unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah banyak. Unsur hara makro terdiri dari Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K).

1. Nitrogen (N)

Nitrogen bertindak sebagai nutrisi atau *biostimulan* dan memainkan peran penting dalam pertumbuhan protista dan tumbuhan. Unsur-unsur ini harus ada di lingkungan akuatik untuk mendukung rantai makanan (Davis, *et.al.* 1991). Nitrogen merupakan elemen penting dalam sintesis protein. Sebagian besar nitrogen total dalam air digabungkan dalam bentuk nitrogen organik, yaitu digabungkan dalam bahan protein. Bentuk utama nitrogen dalam air limbah adalah protein dan urea. Senyawa nitrogen ada dalam bentuk terlarut atau sebagai materi tersuspensi. Jenis-jenis nitrogen dalam air antara lain nitrogen organik, amonia, nitrit dan nitrat (Saeni, 1989).

Nitrogen diserap oleh akar tanaman dalam bentuk NO_3^- (nitrat) dan NH_4^+ (amonium). Nitrogen turunan bahan organik tertentu diperoleh melalui nitrifikasi

amonifikasi berlangsung baik pada tanah dengan drainase yang baik dan kaya akan kation basa. Setelah amonifikasi, nitrifikasi terjadi dan diserap oleh mikroflora dan difiksasi oleh tanah liat. Proses nitrifikasi ini tidak hanya bergantung pada kondisi fisik, aerasi, temperatur juga tergantung pada pH dan C/N ratio. Nitrifikasi berlangsung pada suhu 25°C (suhu optimal 27 - 32°C), sedangkan pada temperatur yang lebih tinggi (52°C) maka aktivitas akan terhenti (Mulyani, 1994).

Nitrit relatif tidak stabil dan dapat dengan mudah dioksidasi menjadi nitrat. Konsentrasi nitrit yang tinggi akan mengurangi aktivitas bakteri nitrifikasi dalam kondisi asam. Nitrat nitrogen adalah turunan dari nitrit dan merupakan bentuk nitrogen yang paling teroksidasi dalam limbah. Nitrat merupakan nutrisi utama untuk pertumbuhan tanaman air. Jika nitrat tidak dihilangkan oleh tanaman atau proses *denitrifikasi* dapat mencemari air tanah (Metcalf dan Eddy, 1991). Nitrat merupakan jenis nitrogen yang paling aktif dan merupakan bentuk utama keluaran sungai dan air tanah (Kirchman, 2000). Nitrat dapat ditangkap oleh akar tanaman, tetapi penangkapan hanya terjadi di sekitar akar selama proses pertumbuhan (Metcalf dan eddy, 1991).

Fosfor merupakan bagian dari protoplasma dan inti sel, karena bagian inti sel sangat penting dalam pembelahan sel dan perkembangan jaringan meristem. Tumbuhan menyerap fosfor dalam bentuk H_3PO_4^- dan HPO_4^{-2} , secara umum fungsi fosfor pada tumbuhan dapat dinyatakan sebagai berikut:

c. Seng (Zn)

Unsur seng diserap tanaman dalam bentuk Zn^{++} . Jumlah seng yang sedikit sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman, dan jumlah seng yang berlebihan dapat menjadi racun bagi tanaman. Kekurangan seng terjadi pada tanah asam hingga netral. Kekurangan seng dapat menghambat pertumbuhan vegetatif, selain itu juga dapat menghambat pertumbuhan benih.

d. Tembaga (Cu)

Unsur tembaga diserap oleh akar tanaman dalam bentuk Cu^{++} . Tembaga sangat penting untuk pembentukan enzim dan pembentukan hijau daun (klorofil). Pada umumnya tanah jarang sekali kekurangan Cu, apabila terjadi akan mempengaruhi daun yaitu daun belang, ujung daun memutih, dan menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak normal (daun layu dan batang tanaman melemah).

2.7 Sampah

Menurut kamus besar bahasa Indonesia sampah merupakan limbah atau kegiatan pembuangan yang sudah tidak berguna lagi. Sedangkan menurut istilah sampah merupakan produk sisa kegiatan manusia yang dianggap tidak berguna lagi, tidak memiliki nilai ekonomis, akan mencemari lingkungan dan menimbulkan dampak negatif (Hardiwiyanto, 1983). Sampah dibagi menjadi sampah anorganik dan sampah organik.

2.7.1 Sampah Anorganik

Sampah Anorganik adalah sampah yang tidak dapat diurai oleh mikroorganisme di dalam tanah. Hal ini mengarah pada proses penghancuran yang memakan waktu. Beberapa limbah anorganik tidak dapat terurai secara alami, sedangkan limbah anorganik lainnya hanya dapat terurai dalam jangka waktu yang lama (Apriadi, 1994).

2.7.2 Sampah Organik

Sampah organik merupakan sisa yang mudah terurai secara hayati hasil dari kegiatan rumah tangga. Waktunya relatif singkat, seperti sampah kulit buah, limbah sayur dan daun kering. Sampah organik adalah sampah yang dapat diurai (dekomposisi) dan diuraikan menjadi zat-zat kecil yang tidak berbau. Manfaat sampah organik yang telah diubah menjadi kompos adalah untuk meningkatkan kesuburan tanah, karena bahan organik dapat diurai oleh bakteri kemudian menjadi unsur hara yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman (Maryati, 2010).

Lubang resapan biopori agar tetap berfungsi secara optimal maka harus rutin ditambah dengan bahan organik, sehingga di dalam lubang resapan biopori akan tetap berlangsung proses pengomposan secara aerobik oleh mikroorganisme tanah. Bahan sampah organik yang digunakan dapat didapat dari berbagai sumber antara lain sampah dapur rumah tangga, pangkasan tanaman ataupun lainnya. Sampah organik merupakan sampah yang berasal dari bahan-bahan organik, seperti sisa-sisa sayuran, hewan, kertas, potongan-potongan kayu dari peralatan rumah tangga, potongan-potongan ranting, rumput (Wiedarti, 2015). Selain pemanfaatan bahan organik seperti sampah dapur ataupun daun-daun, kulit buah juga bisa dijadikan sampah organik untuk lubang resapan biopori. Hal ini dengan pertimbangan bahwa kulit buah mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh mikroorganisme tanah. Selain itu, bahan organik tersebut mudah didapat dalam jumlah banyak, sehingga prosesnya lebih beragam. Keberhasilan teknologi lubang resapan biopori bergantung pada ketersediaan unsur hara sebagai bahan makanan mikroorganisme yang berasal dari bahan organik (Agung, 2018).

Tanpa bahan organik, semua aktivitas biokimia akan terhambat atau bahkan terhenti. Hal ini dikarenakan bahan organik merupakan sumber energi bagi mikroorganisme tanah. Semua bahan organik akan terurai di dalam tanah. Penguraian bahan yang masih segar tergantung pada umur, jenis bahan, ukuran partikel dan kandungan N. Selain itu, kelembaban tanah, suhu, aerasi, pH dan kandungan hara juga mempengaruhi proses penguraian bahan organik (Lengkong, 2008).

2.8 Limbah Sayuran

Selama ini limbah sayuran yang berasal dari pasar menjadi sumber masalah dalam upaya dalam mencapai kesuksesan masyarakat. Limbah sayuran yang mudah terurai akan menghasilkan bau yang tidak sedap dan menimbulkan pencemaran lingkungan. Nama ilmiah kubis adalah *Brassica leracea* L, sayuran berdaun yang sangat digemari masyarakat Indonesia. Di beberapa daerah, orang juga menyebutnya sebagai kol. Ciri khas kubis adalah membentuk krop. Kubis mengandung > 90% air sehingga mudah terurai (Saenab, 2010).

2.9 Kulit Buah

Pisang dalam nama ilmiah diberi nama *Musa paradisiacal* L., merupakan tanaman buah-buahan yang tumbuh dan tersebar di seluruh Indonesia. Pengolahan pisang menghasilkan limbah padat berupa kulit pisang dan bonggol pisang. Limbah kulit pisang ini mampu dimanfaatkan untuk menghasilkan produk-produk yang berguna dan mempunyai nilai ekonomi cukup tinggi, salah satunya yaitu dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku kompos. Kulit pisang mengandung karbohidrat, protein dan memiliki kandungan vitamin C, B, kalsium dan kandungan lemak yang cukup. Keuntungan dari pemanfaatan kulit pisang untuk pengomposan selain meningkatkan kondisi sanitasi lingkungan juga mengurangi kebutuhan pemakaian pupuk kimia yang berlebihan (Sriharti, 2008). Penelitian Sriharti (2008) menjelaskan bahwa limbah kulit pisang merupakan substansi organik yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan kompos, karena memiliki kadar air 81,2% dan nisba C/N awal untuk bahan kompos 30-50.

2.10 Sampah Daun Kering

Tanaman Sonokembang (*Pterocarpus indicus* W) merupakan tanaman habitas pohon dengan tinggi 10 – 40 m. Biasanya bentuk pohon jelek, pendek dan berbanir. Daun majemuk dengan 5 sampai 11 anak daun, berbulu. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ghaesani (2014) menunjukkan bahwa hasil analisis kompos daun angkana memiliki nilai unsur hara K sebesar 3,19%, unsur hara P sebesar 1,18% dan C/N rasio sebesar 12,08%.

2.11 Proses Komposting Sampah Organik Dalam Biopori

Pengomposan dalam biopori terjadi secara alami dan bisa lebih cepat dibandingkan dengan kondisi biasa. Hal ini disebabkan karena sampah organik langsung dimasukkan ke dalam tanah sehingga mikroorganisme atau fauna tanah dapat langsung “memakan” sampah tersebut. Mikroorganisme merupakan faktor terpenting dalam proses pengomposan, karena mikroorganisme menguraikan bahan organik menjadi kompos. Selama proses pengomposan, bahan organik diubah menjadi karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O) dan mikroorganisme melepaskan energi. Sebagian dari energi ini digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan sel, dan sebagian lagi menyebabkan kenaikan suhu. Mikroorganisme secara terus menerus memperoleh energi dari kalori yang dihasilkan dalam reaksi biokimia dari perubahan bahan (terutama karbohidrat) untuk melakukan aktivitas, sehingga mengurangi kandungan karbon pada limbah organik, karena pada akhir reaksi pernafasan akan melepaskan CO_2 dan H_2O yang menguap.

Secara sederhana, proses pengomposan dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap aktif dan tahap matang. Pada awal proses pengomposan, mikroorganisme mesofilik segera memanfaatkan oksigen dan senyawa yang mudah terurai. Selanjutnya yang bekerja sebagai pengurai adalah mikroorganisme termofilik. Mikroba termofilik bekerja pada suhu berkisar antara 50°-70° C. Mikroorganisme dalam kompos akan menguraikan bahan organik menjadi CO₂, uap air dan panas menggunakan panas. Setelah sebagian besar bahan terdekomposisi, suhu akan menurun secara bertahap.

2.12 Warna Kompos dengan *Mussel Soil Color Chart*

Warna tanah merupakan sifat morfologi yang mudah dibedakan karena hanya memanfaatkan sepenuhnya persepsi visual. Warna merupakan indikator dari beberapa sifat tanah. Warna hitam mewakili kandungan bahan organik yang tinggi. Warna merah menunjukkan adanya oksidasi bebas. Sedangkan warna abu-abu atau kebiruan menunjukkan adanya reduksi (Hardjowigeno, 1985). Pada buku *Munsell Soil Color Chart* dijelaskan bahwa terdapat tiga variabel penting pada warna tanah seperti: *hue*, *value* dan *chroma*. *Hue* adalah warna spektrum yang dominan sesuai dengan panjang

gelombangnya, *value* menunjukkan gelap terangnya warna sesuai dengan banyaknya sinar yang dipantulkan, dan *chroma* menunjukkan kemurnian dari warna spektrum.

2.13 Pengukuran Infiltrasi Menggunakan *Single Ring Infiltrometer*

Terdapat dua bentuk ring infiltrometer, yaitu *single ring infiltrometer* dan *double ring infiltrometer*. *Single ring infiltrometer* biasanya mempunyai diameter berukuran 10-50 cm, dan panjang (tinggi) yaitu 10-30 cm. Ukuran *double ring infiltrometer* untuk *ring gauge/inner ring* biasanya berdiameter 10-20 cm, sedangkan lingkaran luar (*buffer ring*) berdiameter 50 cm (Puslitbang Sumberdaya Lahan Pertanian, 2006). Pada dasarnya tidak ada perbedaan antara penggunaan *single* ataupun *double ring infiltrometer*. Lingkaran tengah dari pengukur *double ring infiltrometer* dapat digunakan untuk pengukuran dengan *single ring infiltrometer*. Perbedaan antara kedua alat ini hanya terletak pada pendekatannya, yaitu untuk *double ring*

infiltrometer, ring bagian luar bertujuan untuk mengurangi pengaruh batas dari tanah agar air tidak menyebar secara *lateral* (ke samping) dibawah permukaan tanah. Menurut penelitian Sosrodarsono dan Takeda (1993) pada penggunaan *double ring infiltrometer*, lingkaran luar digunakan untuk mencegah peresapan keluar dari air dalam lingkaran tengah setelah air meresap ke dalam tanah. Diajukan untuk mengurangi dampak kebocoran *lateral*.

- Proses memasukkan ring bisa merusak tanah dan menyebabkan munculnya rekahan
- Tidak dapat melihat karakteristik infiltrasi oleh irigasi dan/atau hujan
- Adanya kemungkinan terjadinya gangguan terhadap tanah relatif besar

2.14 Model Horton

..... (2.7)

Persamaan diatas sama dengan persamaan:

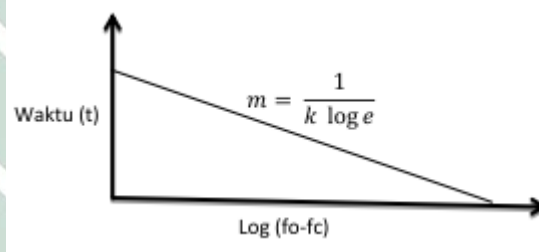
$$\dots\dots\dots (2.8)$$

$$\dots\dots\dots (2.9)$$

$$\dots\dots\dots (2.10)$$

$$\dots \quad (2.11)$$

Dengan demikian persamaan ini dapat direpresentasikan dalam sebuah garis lurus yang memiliki nilai $= \frac{1}{k \log e}$. Bentuk dari garis lurus persamaan tersebut ditampilkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. 4 Hubungan t dan $\log (f_0-f_c)$

2.14 Uji Statistika Dengan Kruskal Wallis

Statistika non parametrik adalah suatu uji yang modelnya tidak menetapkan asumsi mengenai parameter-parameter populasi yang jadi sumber penelitian (Siegel, 1986). Salah satu metode statistika non parametrik yang setara dengan analisis ragam satu arah (one way annova) yaitu uji Kruskal-Wallis. Dalam menentukan apakah k sampel independen berasal dari populasi yang berbeda, analisis varian ranking satu arah Kruskal-Wallis menitik beratkan pada ranking dari data yang digunakan. Uji ini membuat anggapan bahwa variabel yang diamati mempunyai distribusi kontinu. Uji ini menuntut pengukuran variabelnya paling tidak dalam skala ordinal. Asumsi-asumsi yang terdapat pada uji Kruskal-Wallis adalah sebagai berikut:

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
	<i>Terhadap Produktivitas Lahan</i>	menjadi musuh patogen yang menyerang tanaman. Oleh karena itu, keberadaan organisme tanah sangat penting untuk membantu pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Pada saat yang sama, tanaman berperan dalam mensuplai bahan organik ke dalam tanah dengan menghasilkan serasah dan eksudat akar. Masing-masing peran organisme tanah ditempati oleh berbagai organisme, oleh karena itu klasifikasi organisme tanah tidak didasarkan pada klasifikasi hayati, tetapi berdasarkan fungsinya dalam ekosistem.
2	Wiedarti, Sri, dkk. 2015 <i>“Aktivitas Degradasi Sampah Organik Dalam Biopori”</i>	Biopori adalah ruang pori atau di tanah yang dibentuk oleh makhluk hidup, seperti mikroorganisme tanah dan akar tanaman. Bentuknya menyerupai lubang biopori di tanah dan bercabang bercabang dua dan sangat efektif untuk menyalurkan air dan udara ke dalam tanah. Agar biopori lubang tetap berfungsi optimal harus rutin digabungkan dengan bahan organik, sehingga dalam lubang biopori penyerapan akan tetap berlangsung dalam proses pengomposan aerobik oleh mikroorganisme tanah. Penambahan mikroba dalam mempercepat proses degradasi sampah yaitu dengan menambahkan komposit inokulum yang terdiri dari empat mikroorganisme <i>Saccharomyces</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Acetobacter</i> sp., dan <i>Bacillus</i> . Penambahan perlakuan terbaik dengan penambahan inokulum dan tanah, memiliki karakteristik fisik yang menyerupai karakteristik fisik tanah.
3	Agung, Abdul, dkk. 2019 <i>“Pengolahan Sampah Melalui Komposter dan Biopori di Desa Sedapurklagen Gresik”</i>	Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan limbah domestik melalui komposter dan lubang biopori, serta memanfaatkan lubang biopori untuk pembuangan limbah domestik, yang juga dapat mengurangi penumpukan air pada saat hujan. Tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah untuk mencapai kewenangan masuarakat, sehingga dapat mengubah pengelolaan sampah rumah tangga menjadi kompos melalui pengomposan, dan melatih cara membuat kompos dari komposter dan lubang biopori. Sasaran dari kegiatan ini adalah para pekerja PKK di Benjeng Gresik, Desa Sedapurklagen. Sebagai hasil dari kegiatan pengabdian masyarakat ini, masyarakat mulai mengolah sampah organik untuk pembuatan kompos dan membangun jutaan pipa biopori di

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		sekitar Posyandu Sedapurklagen Gresik untuk mengurangi penumpukan air di musim hujan.
4	Santosa, Slamet. 2018 “ <i>Effect of Fruits Waste in Biopore Infiltration Hole Toward The Effectiveness of Water Infiltration Rate on Baraya Campus Land of Hasanuddin University</i> ”	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan limbah buah terhadap laju infiltrasi air. Pengamatan penurunan level air dilakukan setiap interval 5 menit. Pengamatan laju infiltrasi air biopori dilakukan setelah limbah buah membusuk selama 15 dan 30 hari. Hasil laju infiltrasi air standar pada 5 menit pertama adalah 2,18 mm / menit, kemudian menurun pada interval 5 menit pada saat berikutnya ketika tanah mulai jenuh air. Tanah kampus Baraya yang diamati pada kedalaman tanah 100cm memiliki karakter tekstur berdebu, warna coklat keabuan dan struktur rumpun. Karakter tanah menunjukkan porositas rendah. Sedangkan laju infiltrasi air biopori pada interval 5 menit pertama adalah 6,61 dan 6,95 mm / menit pada limbah pisang; 5,55 dan 6,61 mm / mnt pada limbah pepaya dan 4,26 dan 5,39 mm / mnt pada limbah mangga. Efektivitas laju infiltrasi air adalah 44,45% dan 41,93% pada pisang; 44,61% dan 30,09% pada pepaya dan 15,79% dan 28,36% pada mangga. Studi menyimpulkan bahwa limbah pisang menyebabkan laju infiltrasi air paling efektif dalam lubang resapan biopori.
5	Gonawala, et.al. 2018 “ <i>Organic Waste in Composting: A brief review</i> ”	Penelitian ini mempelajari tentang proses pengomposan sampah organik. Sampah organik adalah limbah yang mudah terurai secara hayati. Limbah organik dihasilkan dari banyak sumber seperti limbah pertanian, limbah pasar, limbah dapur, limbah padat perkotaan, dan limbah padat kota. Tanpa pengelolaan yang tepat, limbah ini dapat menimbulkan beberapa masalah lingkungan. Oleh karena itu, pengomposan adalah solusi alternatif berbiaya rendah terbaik untuk mengatasi masalah ini. Metode pengomposan dapat mendegradasi semua jenis sampah organik seperti buah-buahan, sayuran, tanaman, limbah halaman dan lainnya. Komposisi sampah organik dapat digunakan sebagai nutrisi untuk tanaman, bahan tambahan tanah dan untuk pengelolaan lingkungan. Namun, banyak faktor yang dapat berkontribusi pada kualitas produk kompos karena berbagai jenis sampah organik memiliki konsentrasi nutrisi yang berbeda, Nitrogen, Fosfor

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		dan Kalium (N, P, K) yang merupakan energi makro umum yang ada dalam pupuk. Kehadiran logam berat menunjukkan bagaimana Kompos dapat diterapkan pada tanah tanpa memberikan kontribusi efek negatif. Dalam hal faktor yang mempengaruhi proses pengomposan, suhu, pH, kadar air dan rasio karbon nitrogen (C: N) adalah parameter utama yang berkontribusi pada efisiensi proses pengomposan.
6	Malick, Salla, et al. 2016. <i>“On Farm Composting Of Fruit And Vegetable Waste From Grocery Stores: A Case Under Cold Climatic Conditions Of Eastern Canada”</i>	Di negara Kanada Timur menggunakan kulit kayu atau jerami sebagai bahan tambahan dalam pengomposan. Bahan baku ditambahkan pada interval dua minggu selama enam minggu pertama, dan resep kompos disesuaikan untuk memberikan sekitar 65% kadar air dan rasio C / N 30 setelah setiap penambahan bahan baku. Dalam kondisi ini, suhu kompos berkisar antara 40 hingga 55 ° C dan volume tumpukan kompos menurun. Pada kompos matang, kadar air, kerapatan curah, dan elemen jejak adalah serupa di antara resep, tetapi berbeda dalam hal suhu, rasio C / N, pH, garam terlarut, isi N, P, K, dan ukuran partikel. Kompos kulit pada kayu memiliki partikel panjang dan tipis yang membatasi udara dan memerangkap lebih banyak panas. Resep jerami memiliki partikel-partikel halus yang mungkin memberi lebih banyak udara, memungkinkan lebih banyak kehilangan panas, tetapi lebih banyak retensi N, P dan K. Kompos matang, yang diperoleh setelah beberapa minggu pembuatan kompos, memiliki sifat fisikokimia yang memadai dan bebas dari E. coli.
7	Rochman, Martin, dkk. 2015 <i>“Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrainage) Di Kelurahan Sendang, Lebak, Bandung, Truko, Kecamatan Bringin, Kabupaten Semarang”</i>	Penerapan sistem drainase konvensional di pemukiman penduduk daerah hulu dapat mengakibatkan terjadinya genangan atau bahkan banjir di daerah hilir. Adapun tujuan perencanaan ini adalah untuk mengetahui curah hujan, kapasitas sistem drainase eksisting, dan perencanaan sistem drainase berwawasan lingkungan (Ecodrainage) di wilayah studi. Kondisi eksisting sistem drainase yang telah ada sudah mencukupi jika dilihat dari debit saluran eksisting dengan debit saluran rencana, hanya beberapa saluran perlu diperbesar dimensinya. Dalam pengembangan dan perencanaan sistem drainase berwawasan lingkungan (Ecodrainage)

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		dengan penerapan teknologi ecodrainase yaitu menerapkan lubang resapan biopori, parit infiltrasi, dan rorak guna untuk upaya konservasi air tanah untuk masa yang akan datang.
8	Pungut, Widyastuti, Sri. 2013. <i>“Pengaruh Artificial Recharge Melalui Lobang Resap Biopori Terhadap Muka Air Tanah”</i>	Perubahan tata guna lahan dari areal terbuka yang ditumbuhi vegetasi menjadi areal bangunan yang ditutup dengan penutup kedap air (seperti atap bangunan, pemasangan aspal trotoar dan lapisan beton) mengakibatkan sedikit sekali air hujan yang masuk ke dalam lapisan tanah. Oleh karena itu, cadangan air tanah sangat berkurang. Hal ini semakin sering terjadi, membuat permukaan air lebih dalam daripada permukaan air tanah. Dalam kondisi seperti itu perlu dilakukan penggantian proses resapan limpasan air hujan ke lapisan tanah. beberapa metode telah diterapkan di banyak tempat, seperti danau buatan, kolam resapan, parit, dan sumur resapan. Dalam penelitian ini penerapan biopori pada area tertentu telah menunjukkan peran yang penting, karena pori-pori pada biopori juga dapat menyerap air ke dalam tanah. Indikasi manfaat dari lubang biopori dapat dilihat perbedaan tinggi muka air tanah dengan daerah tempat tanpa penerapan lubang biopori. Selain itu, terlihat dengan jelas bahwa kecepatan infiltrasi lebih cepat pada daerah dengan penerapan biopori.
9	Aeslina, Abdul, Nur, Wahidah, et.al. 2016 <i>“An Overview of Organic Waste in Composting”</i>	Penelitian ini mengulas studi tentang proses pengomposan limbah organik. Limbah organik adalah limbah yang mudah terurai secara hayati. Limbah ini dihasilkan dari banyak sumber seperti limbah pertanian, limbah pasar, limbah dapur, limbah makanan padat perkotaan dan kota limbah padat. Tanpa pengelolaan yang tepat, limbah ini dapat menciptakan beberapa lingkungan masalah. Oleh karena itu, pengomposan adalah solusi alternatif berbiaya rendah terbaik untuk mengatasi hal ini. Metode pengomposan dapat menurunkan semua jenis limbah organik seperti buah-buahan, sayuran, tanaman, limbah halaman dan lainnya. Komposisi dari sampah organik yang bisa dijadikan nutrisi untuk tanaman, bahan tambahan tanah dan untuk pengelolaan lingkungan. Namun banyak faktor dapat berkontribusi pada kualitas produk kompos seperti berbagai jenis limbah organik konsentrasi

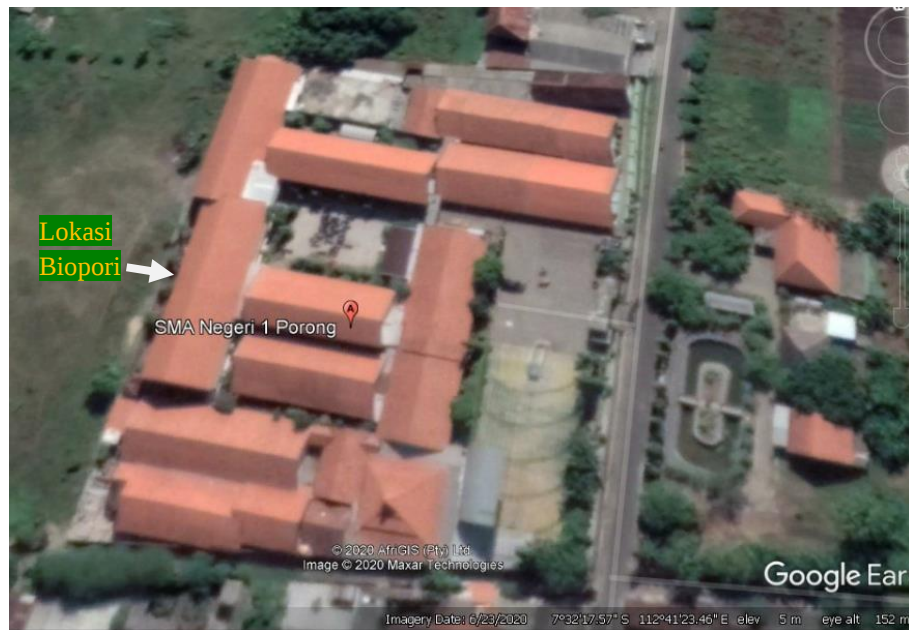
No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		nutrisi yang berbeda, nitrogen, fosfor dan kalium (N, P, K) yang berbeda nutrisi makro umum hadir dalam pupuk. Kehadiran logam berat menunjukkan caranya kompos dapat diaplikasikan ke tanah tanpa memberikan efek buruk. Dari segi faktor mempengaruhi proses pengomposan, suhu, pH, kadar air dan rasio karbon nitrogen (C: N) adalah parameter utama yang berkontribusi pada efisiensi proses pengomposan.
10	Kaushal, Anita and Umesh. 2015 <i>"Microbial Kitchen Waste Composting: Effective Environmentally Sound Alternative Of Solid Waste Management"</i>	Setiap hari sekitar 14% dari limbah padat kulit sayuran dan buah dihasilkan di setiap dapur selama persiapan makanan yang disegel dalam kantong plastik dan dibawa ke lokasi TPA oleh pemerintah kota perusahaan. Itu tidak terurai dengan baik tetapi menghasilkan metana, gas rumah kaca. Itu penting untuk menggunakan sumber daya terbarukan ini untuk memaksimalkan hasil dan meminimalkan bahaya lingkungan terkait dengan residu kimia. Pengomposan adalah praktik lama untuk konversi biologis limbah organik menjadi zat mirip humus yang dapat meningkatkan fisik, kimia dan tanah biologis properti. Kompos meningkatkan retensi air dan drainase tanah. Ini membantu menjaga gulma turun dan menambah nutrisi ke kebun. Hasil akhirnya adalah aditif tanah yang kaya nutrisi yang meningkatkan porositas dan membantu menahan kelembaban penting di tanah.

METODE PENELITIAN

Metodologi yaitu langkah-langkah yang akan dilaksanakan demi memenuhi tujuan penelitian. Penelitian ini menjelaskan tentang pengaruh beberapa jenis sampah organik terhadap laju resapan lubang biopori. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental. Pendekatan ini dipilih untuk mengontrol variable-variabel yang ada untuk melihat ataupun menetapkan seberapa besar hubungan pengaruh jenis sampah organik dan lama waktu pengkomposannya terhadap laju resapan air lubang biopori.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian bertempat di SMAN 1 Porong yang terletak di Jalan Bhayangkari No. 12, Porong, Sidoarjo. Adapun peta lokasi biopori terdapat pada **Gambar 3.1** sedangkan siteplan terdapat pada Lampiran 2.



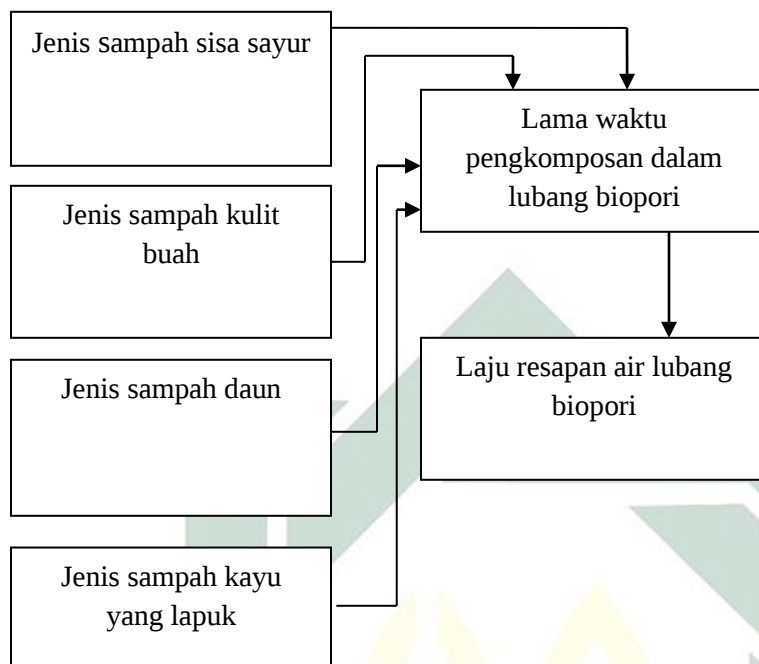
Gambar 3. 1 Lokasi Biopori

3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian adalah 3 Maret 2020 – 11 Mei 2020. Waktu penelitian laju infiltrasi dilakukan pada saat musim kemarau.

3.3 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian merupakan diagram alir yang sistematis dan urut dalam penelitian. Kerangka pikir penelitian ini berbentuk diagram yang berisi penjelasan langkah-langkah terhadap suatu kondisi yang menjadi objek penelitian. Kerangka pikir ini disusun berdasarkan pada pertanyaan, tinjauan pustaka dan hasil penelitian yang relevan (Usman, 2008). Kerangka pikir ini dilakukan agar hasil penelitian sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun kerangka pikir penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3.2.**



Gambar 3. 2 Kerangka Pikir Penelitian

Keterangan :

→ Berpengaruh

— Analysis

Kerangka pikir penelitian diatas menunjukkan bahwa jenis sampah organik yang akan dimasukkan ke dalam lubang resapan biopori akan mempengaruhi pada kecepatan daya resap air LRB. Apabila sampah telah mengalami pembusukan hingga menjadi tanah, selanjutnya dilakukan perbandingan kecepatan laju resapan air diantara keempat jenis sampah organik tersebut.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dijelaskan pada masing-masing parameter yang diukur.

a. Persiapan pembuatan Lubang Resapan Biopori dan pengomposan:

- Alat yang digunakan dalam pembuatan lubang resapan biopori yaitu:
 - Bor tanah, yaitu alat khusus untuk membuat lubang dan menambah kedalaman lubang di tanah.



- Dob untuk menutup lubang biopori



- Alat yang digunakan dalam pengomposan ini adalah alat tulis. Adapun bahan yang dimanfaatkan pada penelitian ini yaitu sampah organik *biodegradable* (dedaunan, sisa sayur, kulit buah), kayu lapuk.
 - Mengumpulkan dan menimbang 2,5 kg sampah organik pada setiap perlakuan.
 - Sampah organik yang telah siap, selanjutnya dipotong/dicacah dengan ukuran sekitar 5 cm. Hal ini perlu dilakukan karena semakin kecil ukuran bahan maka proses penguraian bahan organik akan lebih cepat dan lebih baik sebab mikroorganisme lebih mudah beraktivitas dalam mendegradasi bahan (Walidani, 2016). Akan tetapi, bahan juga tidak boleh terlalu kecil sebab rongga antar bahan akan semakin sempit dan aerasi tidak lancar sehingga akan menghambat proses pengomposan.

- Sampah yang sudah dicacah, selanjutnya diisi ke dalam setiap lubang biopori, lalu tutup rapat
- Setiap minggunya hingga minggu ke-4, lubang biopori diisi 150 gram sampah organik
- Setelah minggu ke-4 dan sampah sudah penuh, kompos dibiarkan selama satu bulan sampai kompos matang. Bentuk fisik kompos dapat dilihat sebagai indikator kematangan kompos. Warna kompos yang matang yaitu berwarna coklat tua, mirip dengan tekstur tanah, struktur remah dan bau tanah (Widyastuti, 2013).
- Pengukuran suhu dan pH seminggu sekali.

b. Pembuatan lubang biopori

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Carilah tempat yang sesuai untuk membuat Lubang Resapan Biopori (seperti: taman, halaman atau lokasi yang digenangi air).
3. Lokasi penelitian yang akan dibor disiram dengan air agar tanah menjadi lunak dan tidak menempel pada alat selama proses pemboran. Penyiraman dihentikan saat tanah menjadi basah.
4. Membuat lubang dengan memasukkan alat bor LRB diameter 10 cm. Posisi mata bor pada permukaan tanah, tegakkan tangkai secara vertikal, kemudian diputar searah jarum jam.
5. Setelah bor masuk hingga kedalaman 20 cm atau mata bor tampak penuh dengan tanah, tarik keluar mata bor dengan memutarnya sedikit searah jarum jam. Tujuannya agar tanah di dinding tidak menempel pada mata bor.
6. Melanjutkan kembali pemboran. Setiap kali mata bor terisi tanah atau menembus 10 cm, angkat kembali bor dan gunakan belati atau pisau untuk membersihkan bor dari tanah. Saat tanah mulai mengeras, tambahkan air lagi menggunakan gayung. Begitu seterusnya hingga kedalaman yang diinginkan tercapai, yaitu 80 – 100 cm. Jika kedalamannya melebihi 100

7. Setelah terbentuk lubang, masukkan pipa ke dalam lubang. Pemasangan pipa ini bertujuan untuk mencegah terjadinya longsor di dalam lubang penampang resapan biopori.
8. Setelah lubang resapan biopori (LRB) siap, masukkan sampah organik kulit buah ke dalam lubang penampang biopori 1, sampah organik sisa sayur ke dalam lubang penampang biopori 2, sampah organik daun ke dalam lubang penampang biopori 3 dan sampah kayu lapuk ke dalam lubang penampang biopori 4. Pada penelitian ini dibuat 4 lubang biopori dengan lubang yang dibuat berdiameter 10 cm dan kedalaman 80 cm (karena menyesuaikan muka air tanah).
9. Pada pengisian sampah jangan terlalu padat agar tidak mengurangi jumlah oksigen di dalam tanah. Sampah organik akan mengundang datangnya mikroba yang berujung pada terbentuknya rongga biopori. Sampah organik juga bisa dipanen sebagai pupuk kompos setelah beberapa lama dipendam.
10. Pada bibir lubang bisa dilakukan pengerasan dengan semen atau potongan pendek paralon (± 20 cm). Hal ini untuk mencegah terjadinya erosi tanah.
11. Kemudian dibagian atas diberi tutup pengaman yang bisa dengan mudah dibuka dan ditutup untuk memasukkan sampah organik.
12. Diberi tanda adanya LRB agar tidak terinjak oleh beban yang berat.

- a. Variabel bebas (*independent variable*) merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel lainnya (Wiratna, 2010). Variabel bebas adalah variabel yang akan diamati dan diukur untuk mengetahui sejauh mana pengaruhnya terhadap variabel terikat, dalam penelitian ini adalah pemberian jenis sampah organik dalam lubang biopori.
- b. Variabel terikat (*dependent variable*) merupakan variabel yang dipengaruhi atau akibat karena adanya variabel bebas (Wiratna, 2010). Variabel terikat adalah faktor-faktor yang diamati dan diukur untuk menentukan ada tidaknya pengaruh dari variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikat adalah kualitas kompos (yang meliputi rasio C/N dan suhu) dan hasil pengukuran laju resapan air (infiltrasi) pada lubang biopori.

Alur tahapan penelitian ini yaitu sebuah alur yang sistematis dalam suatu penelitian. Tujuan penyusunan alur tahapan penelitian adalah agar hasil penelitian yang diperoleh memenuhi tujuan penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Deskriptif Kuantitatif. Metode tersebut meliputi beberapa tahapan yaitu persiapan, pelaksanaan dan penyusunan laporan penelitian. Alur tahapan penelitian ditunjukkan pada **Gambar 3.3** berikut:

3.7.1 Tahap Persiapan Penelitian

Dalam tahap ini yang dilakukan adalah melakukan studi literatur terhadap obyek yang akan dikaji. Kemudian dilanjutkan dengan proses administrasi sampai diperoleh persetujuan pelaksanaan penelitian pada obyek tersebut.

3.7.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap pelaksanaan ini dilakukan pengumpulan data yang dibedakan menjadi :

a. Data Primer

Data primer yang dimaksud adalah data yang diambil langsung dari lapangan, antara lain:

1. Uji laboratorium jenis tanah

Hasil uji jenis tanah di SMAN 1 Porong didapatkan menggunakan sampel tanah di lokasi penelitian SMAN 1 Porong.

2. Uji lapangan laju infiltrasi LRB.

Uji lapangan laju infiltrasi tanah digunakan untuk mengetahui nilai peresapan. Uji ini bertujuan untuk menentukan bagaimana tanah menyerap air. Infiltrasi adalah proses mengalirnya atau masuknya air ke dalam tanah secara gravitasi. Laju infiltrasi tanah untuk lubang biopori diperoleh dengan mengukur langsung dilapangan menggunakan metode infiltrasi tanah. Alat dan bahan yang digunakan untuk uji infiltras disajikan pada **Tabel 3.2** berikut:

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan Uji Infiltrasi

Alat	Bahan
- Linggis	- Patok
- Bor tanah	- Stopwatch
- Meteran	- Air
- Ember	
- Gayung	
- Mistar	
- Ring Infiltrometer	

- Pengukuran pH

Pengamatan keasaman pada kompos menggunakan pH meter dengan mencampur kompos dan aquades

- Pengamatan warna

Pengamatan warna kompos dilakukan sebagai indikator kematangan kompos. Pengamatan warna dilakukan di akhir pengomposan. Warna kompos dicocokkan dengan warna-warna yang terdapat dalam *Munsell Soil Color Chart* yang terdiri dari tiga dimensi *independent* yang dapat diibaratkan menyerupai silinder, tiga dimensi sebagai warna murni dan tidak beraturan: *hue*, diukur dalam derajat di sekitar lingkaran *horizontal*, *chroma*, diukur secara radial keluar dari netral (warna abu-abu) sumbu *vertical*, dan *value*, diukur vertical dari 0 (hitam) sampai 10 (putih) (Pitoyo, 2016). Selain itu, pengamatan warna kompos juga dilakukan berdasarkan penglihatan 8 orang responden untuk memastikan kematangan kompos.

- Pengamatan bau

Pengamatan bau sebagai indikator kematangan kompos. Pengamatan bau dilakukan dengan indera penciuman. Kompos yang belum matang akan mempunyai bau segar (bau menyerupai bahan aslinya) akan tetapi jika kompos sudah tidak berbau menandakan kompos telah matang.

- Pengamatan tekstur

Pengamatan tekstur kompos dilakukan oleh 8 responden. Hal ini dilakukan guna memastikan kematangan kompos.

- Pengujian kadar air dan C/N Rasio

Pengujian kadar air dan C/N Rasio dilakukan di akhir pengomposan. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium.

c. Tahap Ketiga

Membandingkan hasil pengamatan yang telah dilakukan terkait kematangan kompos dengan SNI 19-7030-2004 dan Permentan Nomor 70 Tahun 2011.

b. Data Sekunder

Data sekunder dikumpulkan dari dokumen-dokumen yang ada. Data sekunder yang dikumpulkan dalam penelitian ini yaitu : Peta administrasi SMAN 1 Porong yang didapatkan dari bagian administrasi sekolah.

3.7.3 Tahap Penyusunan Laporan

Tahap penyusunan laporan dilakukan dengan melaporkan hasil dari semua kajian yang telah dilakukan dan menganalisis datanya, kemudian digunakan sebagai laporan akhir mengenai pengaruh jenis sampah organik dan lamanya waktu pengkomposan terhadap laju resapan air dalam lubang resapan biopori (LRB) di SMAN 1 Porong.

3.7.4 Analisa Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengujian laju infiltrasi setiap jenis sampah kemudian dianalisa dengan metode deskriptif dan statistik. Metode analisa data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Analisa deskriptif

Analisa deskriptif digunakan untuk menjelaskan mengenai perbedaan laju infiltrasi tiap jenis sampah dan perubahan yang terjadi selama proses pengomposan dalam lubang resapan biopori. Analisa deskriptif menggunakan grafik dan gambar untuk mempermudah dalam pembahasannya. Untuk mengetahui laju infiltrasi menggunakan rumus metode Horton berikut:

$$F = f_c + (f_0 - f_c) \cdot e^{-kt}$$

Keterangan :

F= laju infiltrasi (mm/menit)

f_0 = laju infiltrasi awal (mm/menit)

f_c = laju infiltrasi konstant (mm/menit)

$k = \text{konstanta}$

t = waktu (menit)

2. Analisa statistik

Analisa statistik menggunakan uji Kruskal Wallis, adalah uji yang digunakan untuk mempelajari perbedaan rata-rata dua kelompok atau lebih. Apabila data penelitian yang akan diuji berupa data ranking atau data ordinal, dan data yang diperoleh tidak berdistribusi normal maka data statistik tersebut dapat menggantikan uji ANNOVA satu arah. Serupa dengan uji non-parametrik lainnya, uji Kruskal Wallis tidak memerlukan asumsi normal dan homogen untuk distribusi induk. Persyaratan yang harus dipenuhi oleh pengujian ini adalah memilih k sampel secara acak dan tidak dalam k buah kelompok yang akan disusun peringkatnya merupakan data kontinyu. Nilai keyakinan yang digunakan sebesar 95% dan *level of significant* (α) = 0,05.

Selanjutnya data pengamatan yang dilakukan di lapangan dan dilaboratorium diolah dan dianalisis. Data pengamatan perubahan kompos di lapangan selanjutnya dianalisis kualitas komposnya C/N rasio dan membandingkannya dengan standar spesifikasi kompos menurut SNI dan Permentan. Sedangkan hasil untuk laju infiltrasi tiap jenis sampah dianalisis untuk mengetahui pengaruh jenis sampah organik yang telah dikomposkan selama 10 minggu terhadap laju resapan air LRB.

3.7.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis merupakan jawaban sementara atas permasalahan dalam penelitian yang akan diuji verifikasinya hingga terkonfirmasi melalui data yang telah terkumpul (Arikunto, 2013). Jawaban yang didapat bisa diterima atau ditolak. Menurut penelitian teoritis yang telah dijelaskan, hipotesis penelitian ini adalah bahwa diantara berbagai jenis sampah yang telah ditentukan untuk diaplikasikan dalam penelitian ini terdapat perbedaan yang nyata terhadap laju infiltrasi yaitu dengan penggunaan sampah kulit buah, sisa sayur, sampah daun dan kayu lapuk. Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

H0 : Tidak ada perbedaan yang signifikan antara variasi jenis sampah terhadap laju infiltrasi pada lubang biopori

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum

4.1.1. Profil sekolah

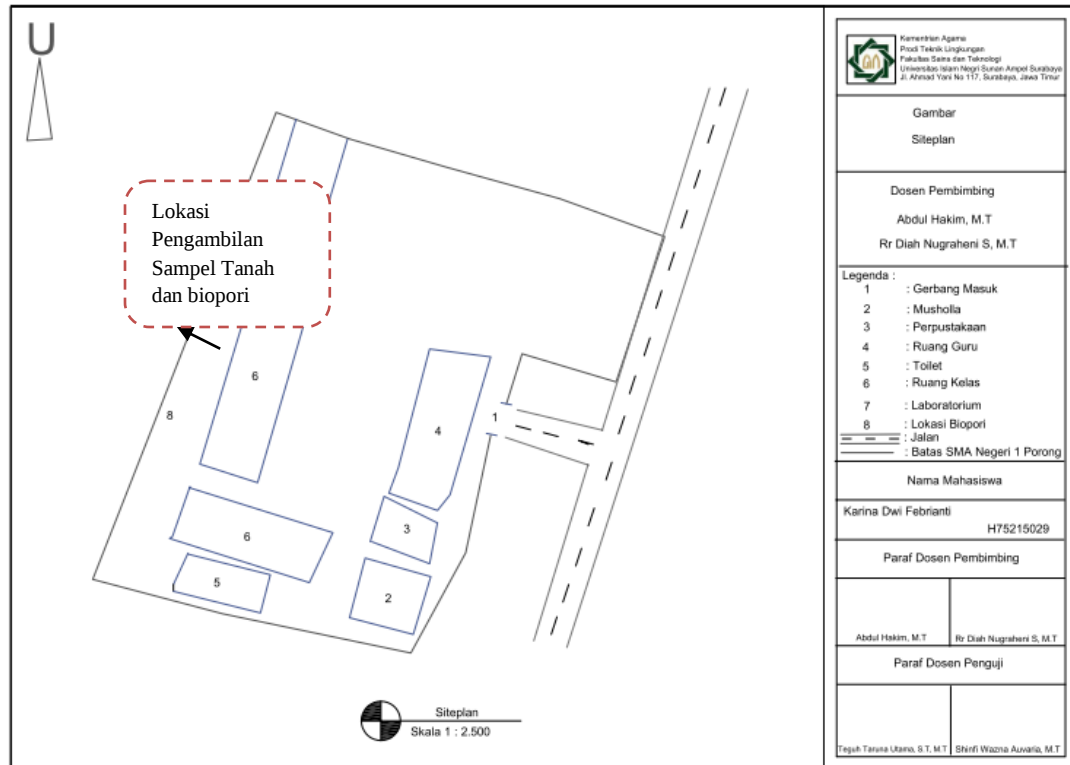
SMAN 1 Porong merupakan salah satu sekolah berwawasan Adiwiyata di kota Sidoarjo. SMAN 1 Porong beralamatkan di Jalan Bhayangkari No.12, Kesambi, Porong, Sidoarjo. Sekolah yang didirikan pada tahun 1986 dengan status kepemilikan pemerintah pusat ini hingga kini telah banyak mengumpulkan prestasi dari segala bidang. SMAN 1 Porong yang dipimpin oleh Ibu Dra. Nina Dwi Suryani, M.Pd. juga telah menyandang nilai akreditasi A.

Adapun pelaksanaan pembelajaran telah menggunakan Kurikulum 2013 dengan jumlah guru seluruhnya adalah 53 orang. Jumlah rombongan belajar di SMAN 1 Porong sebanyak 34 rombel dengan jumlah 432 siswa laki-laki dan 732 siswa perempuan. Sebagian besar guru di sekolah ini telah menyandang predikat sarjana. Hal ini akan sangat berpengaruh terhadap kemajuan yang besar bagi sekolah, karena dengan kondisi kualitas SDM pengajar maka juga akan meningkatkan kuantitas model pembelajaran yang diharapkan akan mampu meningkatkan prestasi siswa.

SMAN 1 Porong mempunyai luas lahan sebesar 8000 m² yang dilengkapi dengan fasilitas ruang kelas sebanyak 34 kelas, 2 laboratorium dan 1 perpustakaan sebagai penunjang kegiatan belajar. SMAN 1 Porong merupakan salah satu lembaga pendidikan formal tingkat sekolah menengah keatas di Kabupaten Sidoarjo yang menyandang status sekolah Adiwiyata. Hal tersebut menjadikan sekolah selain sebagai tempat pembelajaran, namun juga membangun kesadaran warga sekolah dan membentuk karakter anak untuk lebih peduli terhadap lingkungan sebagai sekolah *Green and Clean*.

4.2. Pengujian Laboratorium Terhadap Sifat Fisik Tanah

Pengujian awal dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tanah dan jenis tanah yang ada di lapangan meliputi kadar air, berat jenis tanah, berat volume, uji sarangan dan analisa hidrometer.



Gambar 4. 2 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah dan Sampel Tanah

89% lempung. Apabila di plot pada segitiga tanah USDA akan menu
 seperti yang tersaji pada **Gambar 4.5** berikut:

The image shows a USDA Soil Texture Triangle. The vertices represent 100% of each component: Sand (bottom-left), Silt (bottom-right), and Clay (top). The axes are labeled with percentages from 0 to 100. The triangle is divided into several regions representing different soil textures: sand, loamy sand, sandy loam, loam, silty loam, silt, sandy clay, clay loam, clay, silty clay, and silty clay loam. A point is plotted at approximately 10% sand, 10% silt, and 80% clay, which falls into the 'clay' region.

sampel tanah menu

sampel tanah menu
pasir, 29,27% lanau d

Tabel 4. 3 Jenis Tanah Lokasi Penelitian

Jenis Tanah	Komposisi (%)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
Pasir berlanau warna abu-abu kecoklatan	1,32	53,52	29,27	15,89

Sumber: Hasil Uji Lab Mektan Teknik Sipil ITS, 2020

Gambar 4. 5 Pengumpulan Bahan Kompos dan Pencacahan Sampah

4.3.2. Kadar C/N Rasio Bahan Kompos Awal Untuk Lubang Resapan Biopori

Uji kandungan C/N Rasio sebelum pengomposan dilakukan dengan tujuan sebagai perbandingan setelah dilakukan proses pengomposan selama 10 Minggu. Kandungan C/N rasio pada bahan kompos segar ditampilkan pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4. 5 Kandungan C/N Rasio Bahan Sampah Awal

Bahan	Rasio C/N
Kulit buah	27,5
Sisa sayur	29,82
Daun	51,50
Kayu Lapuk	64,3

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2020

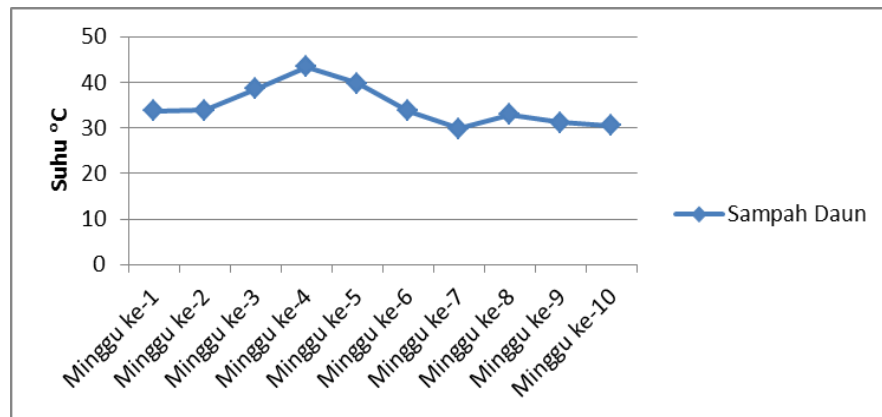
Berdasarkan **Tabel 4.5**, dapat dilihat rasio C/N berbagai jenis bahan organik sebelum pengomposan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan SNI dimana nilai standar berdasarkan SNI 19-7030-2004 berada pada kisaran 10-20.

4.3.3. Proses Pengomposan

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap beberapa parameter dengan tujuan untuk mengetahui proses pengomposan yang terjadi selama 10 Minggu. Selain itu juga dengan tujuan sebagai kontrol selama proses pengomposan karena pengomposan dalam biopori dilakukan secara alami tanpa pemberian aktivator. Adapun parameter yang diukur antara lain adalah pH dan suhu. Keadaan perubahan suhu dan pH pada penelitian ini ditampilkan berdasarkan perbedaan jenis sampah yang dikomposkan. Hasil pengamatan dapat dilihat pada **Tabel 4.6**.

Tabel 4. 6 Pengukuran Suhu dan pH Kompos Dalam Biopori

Waktu	Faktor Fisik	Sampel			
		Kulit Buah	Sisa Sayur	Sampah Daun	Kayu Lapuk
Minggu ke-1	Suhu	33,5	33,3	33,7	33,7
	Ph	7	7	7	7,5
Minggu ke-2	Suhu	34,2	34	33,8	34,6
	pH	5,4	5	5,2	5,5
Minggu	Suhu	38,7	38,2	38,5	38,4



Gambar 4. 8 Hubungan hari (mingguan) dengan suhu kompos daun
(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan **Gambar 4.9** suhu kompos pada minggu pertama sampah daun adalah 33,7°C. Selanjutnya pada minggu ke-3 suhu mulai mengalami peningkatan menjadi 38,5 °C. Kemudian pada minggu ke-4 suhu mengalami peningkatan menjadi 43,4 °C. Pada minggu ke-7 suhu pada kompos mengalami penurunan menjadi 29,8 °C, penurunan suhu pada kompos disebabkan karena adanya penurunan aktifitas mikroorganisme yang diakibatkan karena kurangnya ketersediaan nutrisi untuk mikroorganisme tersebut. Pengomposan pada minggu ke-10 suhu kompos 30,5 °C. Menurut Widarti (2015) kondisi patogen (mikroba) sangat dipengaruhi oleh suhu kompos. Apabila suhu selama proses pengomposan kurang dari 20 °C, maka kompos dinyatakan tidak berhasil, sehingga harus memulai pengomposan dari tahap awal. Namun, jika suhu pengomposan lebih dari 20 °C maka aktifitas mikroba akan berjalan baik dan proses dekomposisi berjalan cepat. Perubahan suhu kompos pada kayu lapuk dapat dilihat pada **Gambar 4. 10**.

termofilik akan aktif mendegradasi dan selanjutnya proses dekomposisi akan mulai melambat.

Berdasarkan **Gambar 4.11**, pada minggu ke-1 hingga minggu ke-3 sampah pada masing-masing lubang biopori mengalami kenaikan suhu. Tingkat naiknya suhu berbeda-beda tiap jenis sampah, akan tetapi kenaikan suhu tertinggi terjadi pada minggu ke-4 pada semua jenis sampah dalam lubang biopori. Pada penelitian ini suhu tertinggi didapat 45,6 °C yaitu pada jenis sampah sisa sayur. Sedangkan untuk sampah kulit buah 45,2 °C, sampah daun 43,4 °C, dan sampah kayu lapuk 41,5 °C. Suhu puncak pada pengomposan sama-sama terjadi pada minggu ke-4. Kenaikan suhu pada minggu ke-4 menunjukkan bahwa mikroba aktif dalam menguraikan sampah organik. Mikroorganisme dalam kompos memanfaatkan oksigen untuk mendekomposisi sampah organik menjadi CO₂, uap air dan panas. Akan tetapi, suhu puncak saat pengomposan sampah daun dan sampah kayu lapuk tidak mencapai suhu yang mana pada mikroorganisme termofilik berkembang dan tumbuh yaitu saat suhu (45-60 °C). Hal ini disebabkan oleh kondisi tumpukan kompos yang rendah hingga menyebabkan akumulasi panas yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme yang aktif dalam proses pengomposan adalah mikroba mesofilik, yaitu mikroorganisme yang hidup pada kisaran suhu 25-45 °C. Pada tahap mesofilik ini mikroorganisme berperan dalam memperkecil ukuran partikel bahan organik, sehingga luas permukaan bahan organik lebih besar dan proses pengomposan juga cepat. Pada minggu akhir-akhir pengomposan, yaitu pada minggu ke -7 hingga minggu ke-10, semua jenis sampah mengalami penurunan suhu dan mulai stabil. Penurunan suhu di minggu-minggu akhir pengomposan mengindikasikan bahwa kompos mulai matang. Menurut Lail (2008) proses pengomposan yang berjalan dengan baik ditandai dengan adanya kenaikan suhu hingga mencapai rata-rata 65°C selama dua minggu pertama. Pada minggu-minggu selanjutnya suhu mulai mengalami penurunan hingga stabil pada minggu ke-8.

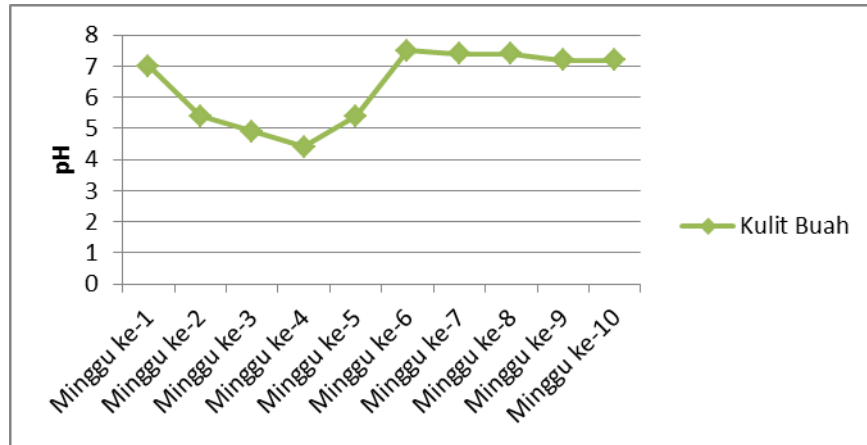
Menurut penelitian yang dilakukan oleh Tendean (2016) rendahnya tumpukan kompos akan dengan cepat menguapkan panas di dalam kompos. Kondisi suhu yang tidak optimal akan mencegah mikroorganisme yang berkembang saat suhu panas

tidak bisa bekerja secara optimal dalam mendekomposisi sampah sehingga mengakibatkan lamanya proses pengomposan. Menurut Pratiwi (2013) peningkatan suhu kompos tidak sama antara pengomposan satu dengan lainnya, sebab ada beberapa faktor yang mempengaruhi. Fluktuasi suhu yang terjadi saat proses pengomposan terjadi menunjukkan bahwa adanya pergantian peran dalam mendekomposisi sampah oleh bakteri termofilik dan mesofilik.

Hasil pengukuran suhu pada penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mirawati (2018) yang meneliti tentang kualitas kompos berbahan dasar sampah domestik, sampah kulit buah, dan sampah daun dalam lubang resapan biopori. Hasilnya menunjukkan bahwa suhu akhir pada pengomposan berkisar antara 27-32°C. Menurut Sekarsari (2020), suhu yang terlalu rendah ataupun terlalu tinggi dapat menyebabkan mikroorganisme pengurai tidak akan aktif sehingga pengomposan tidak akan sempurna. Oleh sebab itu perlu diperhatikan suhu saat proses pengomposan berlangsung. Proses pengkomposan pada umumnya berakhir setelah 6 sampai 7 minggu yang ditandai dengan tercapainya suhu terendah yang konstan dan kestabilan materi.

Keasaman atau pH merupakan salah satu faktor bagi pertumbuhan mikroba selama pengomposan. Menurut Kusuma (2012), pH selama proses pengomposan tidak dipengaruhi oleh kadar air, tetapi dipengaruhi kandungan nitrogen bahan organik kompos hasil sintesis protein oleh bakteri pengurai. Pengamatan pH dilakukan sebagai indikator proses dekomposisi kompos. Pengukuran pH dan suhu

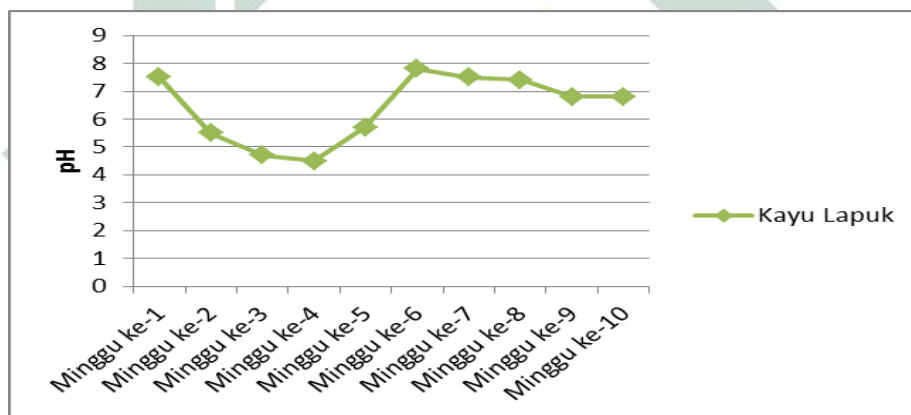
kompos dilakukan seminggu sekali, hal ini didasarkan pada penelitian Mawaddah (2018). Pengukuran pH dilakukan dengan pH meter yang terlebih dahulu dikalibrasi dengan larutan buffer pH 4 dan 7. Perubahan pH kompos pada sampah jenis kulit buah dapat dilihat pada **Gambar 4.12**.



Gambar 4. 11 Hubungan Hari (Mingguan) Dengan pH Kompos Kulit Buah
(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan **Gambar 4.12** pada minggu pertama pH pada sampah kulit buah menunjukkan bersifat netral yaitu 7. Kemudian pada minggu ke-3 pH cenderung bersifat asam yaitu 4,9. Namun, pada minggu ke-7 pH kompos bersifat basa yaitu 7,4. Kenaikan yang terjadi pada pH kompos diakibatkan oleh aktivitas mikroorganisme pengurai yang mendekomposisikan nitrogen bahan kompos menjadi amonia, hingga mengakibatkan kondisi basa (Krisnawan, 2018). Pada minggu terakhir pengomposan pH mencapai sebesar 7,2.

Berdasarkan **Gambar 4.14** pada minggu awal dalam pengomposan sampah daun menundukkan nilai 7. Kemudian pada minggu ke-3 pH sebesar 4,7. Selanjutnya pada minggu ke-7 pH 7,6. Selanjutnya minggu terakhir pengomposan sampah daun pH senilai 7,2. Nilai pH selama proses dekomposisi berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroorganisme pengurai. Nilai pH yang terlalu tinggi mengakibatkan unsur nitrogen dalam kompos berubah menjadi amonia (NH_3). Apabila nilai pH rendah, maka akan menyebabkan matinya sebagian mikroorganisme pengurai sehingga proses pengomposan terganggu. Selama berlangsungnya proses pengomposan. Kenaikan pH pada kompos terjadi karena adanya penguraian protein dalam bahan organik dan pelepasan amonia (Ekawandani, 2016).



Gambar 4. 14 Hubungan Hari (Mingguan) Dengan pH Kompos Kayu Lapuk
(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan **Gambar 4.15** pada minggu awal pendekomposisian sampah kayu lapuk menunjukkan nilai 7,5. Selanjutnya pada minggu ke-3 pH sebesar 4,7. Kemudian pada minggu ke-7 pH senilai 7,5. Kemudian pada minggu terakhir pengomposan sampah kayu lapuk mencapai nilai pH 6,8. Menurut Arthagama dan Supadma (2008), pada proses pengomposan yang ideal, pH harian atau mingguan akan memperlihatkan fluktuasi walaupun masih dalam kisaran yang normal. Peningkatan ataupun penurunan pH mengindikasikan terjadinya aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisi bahan organik (Firdaus, 2011).

terjadinya peningkatan oksigen. Nilai pH adalah sebagai indikator dari proses pendekomposisian (komposting). Nugroho (2010) menyatakan saat awal pengomposan pH akan mengalami penurunan yang menandakan proses degradasi bahan organik menjadi asam organik. Selanjutnya nilai pH akan mengalami kenaikan bersamaan dengan terbentuknya amonia dalam bahan kompos sebagai pendegradasian protein. Proses berikutnya, mikroorganisme dari jenis lain yang akan mengkonversi asam organik yang telah terbentuk hingga bahan kompos akan mempunyai nilai derajat keasaman yang tinggi dan mendekati normal.

Hasil pengukuran pH pada penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ghinea (2020) mengenai proses pengomposan buah dan sayur yang dikaji berdasarkan hubungan antara mikroorganisme dan parameter fisik-kimia menunjukkan hasil bahwa nilai pH dari sampah sisa sayur dan buah setelah pengomposan berkisar antara 7-8,5. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Sharma (2017) mengenai pengomposan dengan daun didapatkan hasil akhir pH berkisar antara 7,2 – 7,8 setelah dilakukan pengomposan selama 120 hari. Peningkatan pH selama pengomposan disebabkan degradasi protein. Pengomposan berlangsung paling efisien saat tahap suhu termofilik yaitu saat kompos dalam keadaan basa. Setelah tahap termofilik selesai, bakteri nitrifikasi yang selanjutnya bekerja. Pada saat proses nitrifikasi, pH kompos akan menurun pada akhir pengomposan.

4.3.3.3. Hasil Analisa Kadar Air Kompos

Kadar air yaitu persentase kandungan air dari suatu bahan yang dinyatakan berdasarkan berat basah maupun berdasarkan berat kering (Widiarti, 2015). Pengujian terhadap kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air yang ada di dalam kompos. Banyaknya air yang terkandung dalam kompos mempengaruhi kehidupan cacing sebagai pengurai terhadap proses pendekomposisi kompos. Apabila kadar air $>60\%$ maka akan mengakibatkan berkurangnya kadar udara yang berdampak pada berkurangnya aktivitas mikroba serta menimbulkan bau yang tidak sedap. Jika kadar air $<50\%$ proses pengomposan akan membutuhkan waktu yang lama (Kusumawati,

2011). Hasil pengamatan kadar air setelah pengomposan selama 10 minggu disajikan pada **Tabel 4.7**.

Tabel 4. 7 Hasil Uji Akhir Kadar Air Kompos

Jenis Sampah	Kadar air (%)
Kulit buah	29,10
Sisa Sayur	27,99
Daun	23,25
Kayu Lapuk	24,61

Sumber: Hasil Uji Laboratorium

Berdasarkan hasil uji laboratorium, di akhir pengomposan menunjukkan hasil pengujian kadar air semua kompos kurang dari 50%. Berdasarkan SNI, kadar air maksimal dalam kompos adalah 50% sedangkan batas minimalnya tidak ditentukan. Penurunan kadar air selama proses pengomposan diakibatkan karena adanya aktivitas mikroorganisme yang menyebabkan air menguap menjadi gas (Alpandari, 2015). Hasil penelitian sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ghinea (2020) mengenai pengomposan menggunakan kulit buah (pisang, jeruk dan kiwi) diperoleh kadar air berkisar antara 30 – 40% setelah 10 minggu proses dekomposisi.

4.3.3.4. Hasil Analisa Sifat Fisik Kompos

Sebagai salah satu parameter indikator kematangan, maka dilakukan penilaian kualitas kompos secara fisik. Penilaian ini melibatkan 8 orang responden. Penilaian Penilaian kualitas kompos secara fisik pada semua jenis sampah disajikan pada **Tabel 4.8**. Berdasarkan penilaian terhadap kualitas kompos secara fisik yang meliputi bau, warna dan tekstur, hasil penilaian menunjukkan bahwa kualitas kompos secara fisik telah memenuhi syarat sesuai SNI 19-7030-2004. Berdasarkan tiga parameter fisik tersebut, menunjukkan bahwa kualitas kompos yang baik menurut Ismayana (2012) adalah jika bentuk akhirnya sudah tidak menyerupai bentuk bahan, sebab telah hancur akibat dari proses degradasi oleh mikroorganisme yang aktif di dalam kompos. Menurut Yuniwati (2012) kompos dengan kualitas yang baik adalah kompos yang telah mengalami pelapukan dengan karakteristik warnanya berbeda

dengan warna bahan penyusunnya, kadar air rendah, tidak berbau dan suhunya sama dengan suhu ruangan.



Gambar 4. 16 Penilaian Sifat Fisik Kompos Oleh Responden

Tabel 4. 8 Kualitas Fisik Kompos Berdasarkan Penilaian Responden

Jenis Sampah	Warna	Tekstur	Bau
Kulit Buah	Coklat kehitaman	Terurai halus	Tidak berbau (bau tanah)
Sisa Sayur	Coklat kehitaman	Terurai halus	Tidak berbau (bau tanah)
Daun	Coklat	Terurai halus	Tidak berbau (bau tanah)
Kayu Lapuk	Coklat	Terurai halus	Tidak berbau (bau tanah)

Warna adalah salah satu parameter fisik yang bersifat kualitatif, hal ini dikarenakan dalam pengukurannya membutuhkan kecermatan indera penglihatan dalam menilai warna guna memastikan tingkat kematangan kompos. Selain penilaian dari responden, pengukuran warna pada kompos dilakukan juga dengan mencocokkan warna pada kompos dengan *munsell soil color chart*. Kompos yang baik adalah kompos yang memiliki sifat dan karakteristik yang sama dengan tanah. Berdasarkan standar kompos oleh Badan Standarisasi Nasional Tahun 2004 menyatakan bahwa kualitas kompos yang baik yaitu memiliki warna kehitaman. Warna tersebut mengindikasikan karakteristik kompos menyerupai dengan tanah.

Tabel 4. 9 Warna Hasil Akhir Pengomposan

Jenis Sampah	Hasil Akhir	Warna
Kulit Buah		7,5 YR 3/1
Sisa Sayur		7,5 YR 3/2
Daun		7,5 YR 5/4
Kayu Lapuk		7,5 YR 4/3

Keterangan: 7,5 YR 3/1 ; 7,5 YR 3/2 ; 7,5 YR 5/4 ; 7,5 YR 4/3

Sumber : *Munsell Soil Color Chart* dan analisa penulis

Proses pengomposan dengan kematangan yang sempurna salah satunya ditandai dengan indikator kompos memiliki warna yang ideal. Adapun warna ideal kompos adalah coklat kehitaman atau serupa dengan warna tanah. Apabila warna kompos seperti warna bahan, maka kompos tersebut belumlah matang (Widyarini, 2008). Adanya perubahan warna pada kompos bergantung dari bahan kompos yang digunakan.

Hasil skoring warna kompos pada tahap akhir yaitu semua jenis sampah menunjukkan *hue* yang sama (*hue* 7,5 YR), akan tetapi memiliki *value* dan *chroma* yang berbeda. Menurut Heny Alpendari (2015) apabila nilai *value* semakin kecil dan nilai *chroma* semakin besar, maka warna yang dihasilkan akan semakin gelap, hal ini disebabkan karena jika nilai *value* semakin kecil akan menunjukkan warna yang semakin gelap dan jika nilai *chroma* semakin besar akan menunjukkan warna yang gelap pula. Warna yang terlalu hitam dikarenakan kadar air yang terlalu tinggi selama proses pengomposan. Sedangkan warna yang terlalu cerah merupakan hasil pengomposan yang terlalu kering atau kelembabannya di bawah 30 %. Menurut Junaedi (2008) kompos dikatakan matang apabila mempunyai perubahan warna yang semakin gelap dan berbau tanah.

Aroma atau bau yang dihasilkan selama proses pengomposan mengindikasikan bahwa adanya aktivitas dekomposisi bahan oleh mikroba. Mikroba merombak bahan organik salah satunya menjadi ammonia, sehingga gas yang dihasilkan akan berpengaruh terhadap bau yang ada pada bahan. Bau yang ditimbulkan juga bisa berasal dari bahan yang terlalu basah (Haffiudin, 2015) sehingga perlu dilakukan pengadukan atau pembalikan. Pengamatan terhadap bau kompos dilakukan dengan indera penciuman. Penilaian bau juga dilakukan setelah akhir pengomposan. Hasil analisis bau kompos dapat dilihat pada **Tabel 4.7**. Kompos yang telah matang memiliki bau seperti tanah, hal ini dikarenakan materi yang dikandungnya sudah mempunyai unsur hara tanah dan berwarna kehitaman. Warna kehitaman yang terbentuk disebabkan pengaruh bahan organik yang telah stabil. Sedangkan tekstur kompos yang halus diakibatkan oleh proses dekomposisi oleh mikroorganisme selama proses pengomposan (Isroi, 2008). Menurut Ismayana (2012) tekstur kompos yang baik jika bentuk akhirnya tidak menyerupai bentuk bahan, karena telah hancur yang diakibatkan oleh dekomposisi (penguraian) alami oleh mikroorganisme yang aktif dalam kompos. Kompos yang matang akan memiliki tekstur menggumpal saat digenggam. Hal ini terjadi disebabkan kompos mengalami penyusutan massa sampai 50 % dari berat awal. Tekstur kompos yang baik adalah tetap lembab akan tetapi tidak menetes ketika diperas (Setyaningsih, 2017).

4.3.3.5. Analisa C/N Rasio

Nilai C/N menunjukkan kematangan dekomposisi bahan organik. Rasio C/N digunakan sebagai indikator untuk menunjukkan apakah bahan organik cocok untuk dijadikan kompos (Ningsih, 2002). Rasio C/N biasanya dipengaruhi oleh variasi bahan organik dan karakteristiknya (Topal, 2016). Rasio C/N diperoleh dari rasio kandungan nutrisi C terhadap kandungan nutrisi N. Perubahan rasio C/N selama proses pengomposan disebabkan oleh dekomposisi dan stabilisasi bahan organik akibat aktivitas mikroba. Menurut Jannah (2003) ketika bahan organik terurai, mikroorganisme akan menghasilkan unsur C yang meningkatkan kandungan C-Organik dalam kompos. Saat kompos matang, pengurai akan mati sehingga kandungan C-Organik perlahan-lahan akan berkurang. Sedangkan rasio C/N yang tinggi pada kompos, dapat dikatakan bahwa mikroorganisme masih aktif selama proses degradasi kompos.

Tabel 4. 10 Hasil Pengamatan Kompos Setelah 10 Minggu

No.	Aspek Yang Diamati	Hasil Pengamatan			
		Kulit Buah	Sisa Sayur	Sampah Daun	Kayu Lapuk
1	Berat Awal (kg)	2,5	2,5	2,5	2,5
2	C/N Ratio	11,37*	13,53*	21,05*	29,83*
3	Suhu	31,3	31,7	30,5	31,2
4	pH	6,8	6,7	6,7	7,2
5.	Kadar Air (%)	29,10 *	27,99*	23,25*	24,61*

Keterangan : * Hasil Uji Laboratorium

Sumber: Hasil Analisa, 2020

Berdasarkan **Tabel 4.5** pada awal pengomposan rasio C/N bahan organik untuk kulit buah sebesar 27,5, untuk sisa sayur rasio C/N sebesar 29,82, untuk sampah daun rasio C/N sebesar 51,50 dan untuk kayu lapuk rasio C/N sebesar 64,3. Sedangkan berdasarkan **Tabel 4.10** rasio C/N pada akhir pengomposan setelah 10 minggu, rasio C/N untuk kulit buah sebesar 11,37, rasio C/N untuk sisa sayur sebesar 13,53, rasio C/N untuk sampah daun sebesar 21,05 dan rasio C/N untuk kayu lapuk sebesar 29,83.

Hasil uji C/N rasio pada penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan (Hartono, 2012) yang menunjukkan bahwa kualitas kompos yang menggunakan kulit nanas dan kulit pisang pada lubang resapan biopori (LRB) memiliki kualitas yang baik dengan indikasi pH netral, warna kompos gelap dan tingkat rasio C/N mendekati 10. Widarti (2015) juga menjelaskan dalam penelitiannya bahwa kompos yang dihasilkan dari lubang resapan biopori berkualitas baik dan rasio C/N mendekati kisaran 20-30.

Tabel 4. 11 Perbandingan Kualitas Kompos Dalam Biopori dengan SNI 19-7030-2004 dan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70 Tahun 2011

Sumber: Hasil Analisa, 2020

Berdasarkan **Tabel 4.11** menunjukkan bahwa perbandingan kualitas kompos dengan berbagai jenis sampah yang dikomposkan selama 10 minggu dapat disimpulkan bahwa kualitas kompos terbaik dengan C/N rasio yang rendah yaitu sampah kulit buah sebesar 11,37 dan sampah sisa sayur sebesar 11,37. Sedangkan kandungan rasio C/N pada daun dan kayu lapuk masih melebihi batas baku mutu yaitu sebesar 21,05 dan 29,83. Hal ini bisa disebabkan karena proses degradasi sampah yang masih berlangsung.

Kualitas kompos dengan jenis sampah sisa sayur telah memenuhi standar SNI dan Permentan. Suhu 31,7°C, pH 6,9, C/N Rasio 13,53 dan kadar air 27,99%. Keempat parameter tersebut telah memenuhi SNI, sedangkan untuk kadar air tidak memenuhi kriteria Permentan yang mengharuskan kadar air maksimal kompos organik adalah 25.

Kualitas kompos dengan jenis sampah kayu lapuk telah memenuhi standar SNI dan Permentan. Suhu 31,2°C, pH 6,8, C/N Rasio 29,83 dan kadar air 24,61%. Keempat parameter tersebut telah memenuhi standar menurut SNI maupun Permentan.

kompos matang, pengurai akan mati dan kadar C-Organik lambat laun akan berkurang. Semakin tinggi rasio C/N pada kompos dapat diartikan bahwa mikroorganisme pengurai masih aktif dalam proses pendegradasian sehingga kadar C-Organik masih tinggi dapat dikatakan kompos tersebut sudah matang secara fisik, tetapi apabila ditinjau dari segi biologis masih terjadi. Penurunan nilai C/N rasio kompos dapat dilakukan dengan menambahkan aktivator biologis seperti EM4 atau meningkatkan waktu proses pengomposan.

4.4. Studi Pengomposan dan Infiltrasi Menurut Pandangan Islam

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنْبُيعٌ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ
زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَنُهُ ثُمَّ يَهِيجُ فَتَزْدَحِكُ الْأَرْضُ فَيَنْبُتُ مُصَفًّراً ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَامًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا
لِأُولِي الْأَلْبَابِ

Dalam tafsir Al-Muyassar Surat Az Zumar ayat 21 tersebut menjelaskan bahwa Allah menurunkan air hujan dari langit, lalu memasukkannya ke dalam mata air dan aliran sungai. Kemudian dengan air ini Allah menumbuhkan tanaman-tanaman yang

Dalam terjemahan tersebut menunjukkan bahwa tanaman yang mengalami kekeringan selanjutnya kekuning-kuningan kemudian lapuk dan selanjutnya hancur merupakan proses terjadinya dekomposisi (penguraian bahan organik) oleh mikroorganisme dalam tanah. Air yang masuk ke dalam lubang biopori akan meresap lebih cepat dengan memanfaatkan penguraian bahan organik dalam lubang tersebut. Selanjutnya mikroorganisme akan membentuk banyak pori ataupun celah yang lebih luas sehingga air akan mudah meresap dan menyebar ke akar-akar tanaman di sekitar biopori. Hal ini bisa dikatakan siklus air yang berasal dari tanah juga akan kembali ke tanah. Tanaman dengan akar-akarnya akan menyimpan air tersebut untuk pertumbuhannya dan sebagai cadangan air tanah.

100

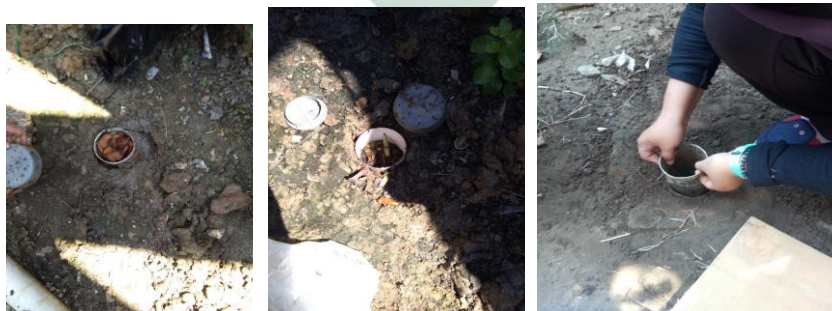
الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ
وَحَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا

Artinya: “yang kepunyaan-Nyalah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu bagi-Nya dalam kekuasaan(Nya), dan dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya”.

Dalam sebuah tafsir Surat Al Furqon ayat 2 tersebut menjelaskan bahwa bagaimana Allah menjalankan kekuasaan-Nya itu, yaitu segala sesuatu yang ada di bumi ini sudah diatur dan dihindarkan dengan ukuran-ukuran maupun peraturan-peraturan yang tertentu dan tetap yang sedikitnya tidak berubah. Apabila berubah sedikit saja, maka kehancuran akan menimpa. Begitu pula seperti tanaman, ia membutuhkan unsur hara sesuai ukuran akan kebutuhannya, jika kandungan kompos terlalu banyak maka akan dapat mematikan tanaman tersebut karena bisa bersifat racun. Dengan demikian, pemberian kompos yang harus disesuaikan dengan keadaan tanaman dan tanah tersebut agar dapat bermanfaat sebagaimana mestinya.

4.5. Analisa Laju Resapan Air (infiltrasi) di Lapangan

Uji resapan air yang dilakukan di satu lokasi dengan pembuatan 4 lubang resapan biopori. Lubang biopori yang dibuat ditunjukkan pada **Gambar 4.18**



Gambar 4. 17 Lubang Resapan Biopori Yang Dibuat

Pemilihan lokasi ini karena lokasi ini merupakan bagian terkecil lahan terbuka hijau di SMAN 1 Porong. Selain itu, karena lokasi ini dekat dengan drainase sekolah dan apabila turun hujan terdapat genangan air di lokasi ini. Lokasi pembuatan biopori ini

secara keseluruhan berupa tanah tanpa paving, sehingga secara keseluruhan bisa ditanami biopori.

Lubang biopori dibuat sebanyak 4 buah dengan diisi sampah organik yang berbeda tiap lubangnyanya. Lubang pertama diisi sampah kulit buah (kulit pisang, nanas dan jeruk), lubang kedua diisi sampah sisa sayur (kangkung, sawi dan kubis), lubang ketiga diisi sampah daun dan lubang keempat diisi dengan sampah kayu lapuk. Sebelum melakukan uji peresapan air menggunakan lubang resapan biopori, dilakukan uji pendahuluan infiltrasi terhadap lokasi sebelum adanya lubang biopori sebagai standar acuan (blanko). Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif adanya biopori dalam mengurangi resiko banjir. Hasil uji resapan air tanpa biopori pada Lubang pertama ditunjukkan pada **Tabel 4.12**.

Tabel 4. 12 Laju Infiltrasi Pada Titik I (Sampah Kulit Buah) Sebelum Adanya Biopori

Tanpa LRB			
No.	Δt (menit)	Penurunan (cm)	Laju Infiltrasi (cm/jam)
1.	10	6,42	38,52
2.	10	3,21	19,26
3.	10	4,13	24,78
4.	10	2,13	12,78
5.	10	1,32	7,92
6.	10	1,00	6,00
7.	10	0,84	5,04
8.	10	0,84	5,04
9.	10	0,83	4,98

Sumber: Hasil Pengukuran, 2020

Tabel 4. 13 Laju Infiltrasi Pada Titik I Setelah Adanya Biopori

Dengan LRB			
No.	Δt (menit)	Penurunan (cm)	Laju Infiltrasi (cm/jam)
1.	10	13,64	81,84
2.	10	9,13	54,78
3.	10	6,52	39,12
4.	10	5,11	30,66
5.	10	3,75	22,50

7.	10	1,47	8,82
8.	10	1,46	8,76
9.	10	1,46	8,76

Sumber: Hasil Pengukuran, 2020

Berdasarkan **Tabel 4.14** laju resapan air pada lokasi titik II sebelum adanya biopori yaitu sebesar 5,82 cm/jam. Laju infiltrasi mengalami penurunan muka air tanah secara konstan yaitu dengan penurunan senilai 0,9 cm pada waktu setelah ± 70 menit. Sedangkan berdasarkan **Tabel 4.15** setelah adanya lubang biopori yang diisi sampah sisa sayur, laju infiltrasi mengalami kenaikan menjadi 8,76 cm/jam.

Tabel 4. 16 Laju Infiltrasi Pada Titik III (Sampah Sisa Daun) Sebelum Adanya Biopori

Tanpa LRB			
No.	Δt	Penurunan	Laju Infiltrasi
	(menit)	(cm)	(cm/jam)
1.	10	5,14	30,84
2.	10	4,00	24,00
3.	10	2,55	15,3
4.	10	3,77	22,62
5.	10	1,28	7,68
6.	10	1,00	6,00
7.	10	0,96	5,76
8.	10	0,96	5,76
9.	10	0,95	5,7

Sumber: Hasil Pengukuran, 2020

Tabel 4. 17 Laju Infiltrasi Pada Titik III Setelah Adanya Biopori

Dengan LRB			
No.	Δt	Penurunan	Laju Infiltrasi
	(menit)	(cm)	(cm/jam)
1.	10	10,16	60,96
2.	10	8,49	50,94
3.	10	6,48	38,88
4.	10	4,53	27,18
5.	10	3,2	19,2
6.	10	2,26	13,56
7.	10	1,28	7,68

9.	10	1,13	6,78
----	----	------	------

Sumber: Hasil Pengukuran, 2020

Berdasarkan **Tabel 4.18** laju resapan air pada lokasi titik IV sebelum adanya biopori yaitu sebesar 3,9 cm/jam. Laju infiltrasi mengalami penurunan muka air tanah secara konstan yaitu dengan penurunan senilai 0,6 cm pada waktu setelah ± 70 menit. Sedangkan berdasarkan **Tabel 4.19** setelah adanya lubang biopori yang diisi sampah kayu lapuk, laju infiltrasi mengalami kenaikan menjadi 6,78 cm/jam.

4.5.1 Perhitungan Laju Infiltrasi Menggunakan Metode Kurva Horton

Data yang telah didapat melalui hasil pengukuran laju infiltrasi di lapangan menggunakan *single ring infiltrometer* dengan mistar dan stopwatch yang dilakukan pada 4 titik biopori dimana titik-titik tersebut dapat mewakili laju infiltrasi pada lokasi penelitian yang akan diteliti menggunakan metode Kurva Horton.

Tabel 4. 20 Titik 1 (Sampah Kulit Buah) Dengan Lubang Resapan Biopori Untuk Nilai Log (f0-fc)

t	t	Penurunan	f0	fc	f0-fc	Log (f0-fc)
menit	jam	(cm)	(cm/jam)	(cm/jam)	(cm/jam)	
10	0,17	13,64	81,84	10,32	71,52	1,8544
20	0,33	9,13	54,78	10,26	44,52	1,6486
30	0,50	6,52	39,12	10,2	28,92	1,4612
40	0,67	5,11	30,66	10,32	20,34	1,3084
50	0,83	3,75	22,5	10,32	12,18	1,0856
60	1	2,44	14,64	10,32	4,32	0,6355
70	1,17	1,72	10,32	10,32	0	0
80	1,33	1,71	10,26	10,32	0	0
90	1,50	1,7	10,2	10,32	0	0

Sumber: Hasil Perhitungan, 2020

$$f(t) = 47,06 \text{ cm/jam}$$

Tabel 4. 21 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Pada Titik 1 Dengan Biopori

t	f0	fc	e	ft
jam	(cm/jam)	(cm/jam)		(cm/jam)
0,17	81,84	10,32	2,718	47,06
0,33	54,78	10,26	2,718	22,50
0,50	39,12	10,2	2,718	14,34
0,67	30,66	10,32	2,718	11,82
0,83	22,5	10,32	2,718	10,80
1,00	14,64	10,32	2,718	10,41
1,17	10,32	10,32	2,718	10,32
1,33	10,26	10,32	2,718	10,32
1,50	10,2	10,32	2,718	10,32

The graph illustrates the relationship between infiltration rate and time. The y-axis represents the infiltration rate in cm/jam, ranging from 0.00 to 50.00. The x-axis represents time in hours, ranging from 0.00 to 2.00. The data points show a sharp initial decrease in the infiltration rate, which then stabilizes around 10 cm/jam after 1.0 hour.

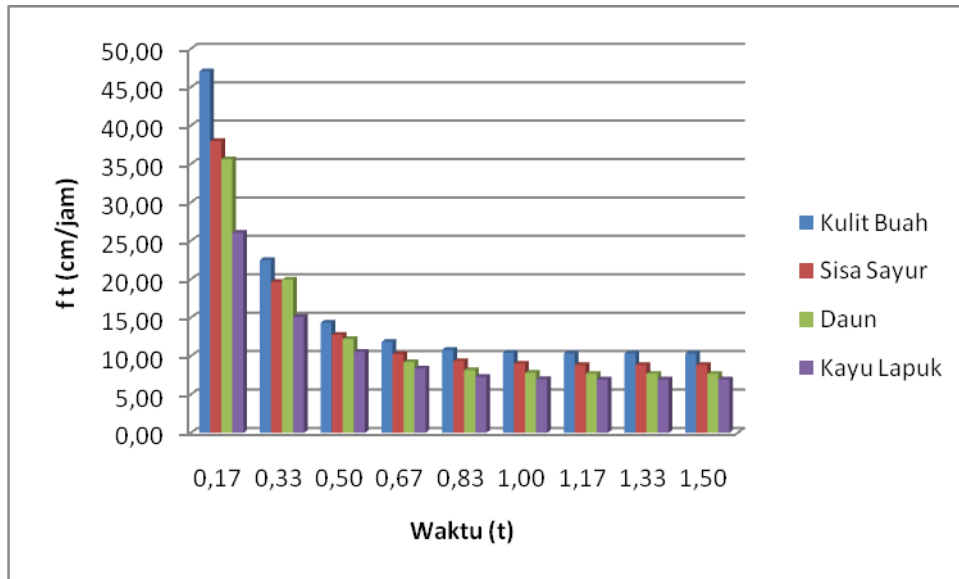
Waktu (t)	Laju Infiltrasi (cm/jam)
0.2	47.00
0.4	22.00
0.6	14.00
0.8	11.00
1.0	10.00
1.2	10.00
1.4	10.00
1.6	10.00

Sumber: Hasil Analisa, 2020

108

4.5.2 Analisa Perbedaan Laju Infiltrasi

Laju Infiltrasi tiap sampah organik memiliki nilai yang berbeda. Adapun hasil pengukuran laju infiltrasi dengan Biopori ditunjukkan pada diagram dibawah ini:



Gambar 4. 20 Diagram Laju Infiltrasi Setelah Adanya Biopori
(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan diagram diatas, menunjukkan bahwa dalam laju peresapan air tanah untuk semua jenis sampah berbeda. Hal ini disebabkan karena jumlah air yang meresap tergantung dari proses pembentukan biopori di setiap jenis sampah. Hasil laju infiltrasi biopori pada interval 10 menit pertama adalah 47,06 cm/jam untuk sampah kulit buah, 37,59 cm/jam untuk sampah sisa sayur, 35,19 cm/jam untuk sampah daun dan 25,37 cm/jam untuk sampah kayu lapuk. Sedangkan hasil rata-rata laju infiltrasi biopori selama 90 menit pengukuran di keempat lubang biopori setelah penguraian sampah selama 10 minggu adalah 16,35 cm/jam untuk sampah kulit buah, 13,53 cm/jam untuk sampah sisa sayur, 12,44 cm/jam untuk sampah daun dan 9,72 cm/jam untuk sampah jenis kayu lapuk.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sampah kulit buah mempunyai nilai laju infiltrasi yang lebih tinggi dibanding jenis sampah lainnya. Sampah yang mampu

melakukan degradasi secara cepat adalah jenis sampah kulit buah. Hal ini bisa disebabkan karena banyaknya mikroorganisme yang terdapat dalam lubang resapan biopori tersebut, sehingga laju infiltrasi menjadi lebih tinggi apabila dibandingkan dengan sampah sisa sayur, daun ataupun kayu lapuk. Tingginya laju infiltrasi pada lubang biopori dengan jenis sampah kulit buah juga bisa disebabkan karena meningkatnya jumlah pori-pori di tanah. Aroma sampah dari kulit buah mampu menarik kehadiran organisme tanah. Sampah kulit buah (pisang, jeruk dan nanas) yang dimasukkan ke lubang resapan masih memiliki aroma yang kuat dan rasa manis yang akan menarik kehadiran cacing tanah, semut, serangga dan mikroba tanah. Selanjutnya organisme tanah akan melakukan aktifitas dan menyebabkan terbentuknya pori-pori baru di tanah. Biopori sendiri terbentuk sebagai hasil dari aktivitas organisme dalam mendegradasikan sampah. Apabila semakin banyak mikroorganisme maka biopori yang terbentuk juga akan semakin banyak, sehingga jumlah air yang mampu diresapkan juga semakin banyak. Selain itu, menurut Sudarmanto (2013), permukaan kulit buah yang licin atau angka kekasarannya sangat kecil juga memiliki pengaruh dalam melewati air menjadi lebih mudah.

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Triana, 2013), yang menyatakan bahwa sampah kulit buah lebih besar dalam meresapkan air yang dituangkan ke dalam lubang biopori. Hal ini disebabkan karena aroma kulit buah yang sangat kuat dan berasa manis sehingga mampu menarik lebih banyak mikroba atau hewan pengurai lain, seperti cacing, semut, rayap dan sebagainya menuju sampah. Penelitian oleh (Widiya, 2018) juga menyatakan bahwa sampah kulit buah lebih efektif dalam meresapkan air pada lubang resapan biopori dibanding sampah sayuran dan sampah daun kering yaitu dengan rata-rata sebesar 0,376 liter/detik dalam waktu pengomposan setelah 24 hari. Hal ini disebabkan karena sampah daun tidak memiliki bau yang begitu khas, kemudian diameter dari daun lebih tebal dan kasar teksturnya, sedangkan sampah sayur kangkung dan kol memiliki batang yang tebal dan lebih lama dalam mengurainya.

Data hasil yang telah diperoleh selanjutnya diuji dengan analisa statistika *Kruskal Wallis Test*, yaitu statistik uji yang digunakan untuk mempelajari perbedaan

0,036. Hasil yang diperoleh jika dibandingkan dengan nilai probabilitas $p < 0,05$. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan ada perbedaan hasil laju infiltrasi diantara berbagai jenis sampah organik yang telah diterapkan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan buah, sisa sayur, sampah daun dan kayu lapuk. Dalam artian jenis sampah organik memiliki peranan untuk meningkatkan laju infiltrasi dalam biopori karena terdapat terdegradasi sampah yang dimasukkan ke dalam lubang, maka akan meningkatkan mikroorganisme tanah yang terdapat di dalamnya yang berakumulasi pada celah pada tanah sehingga lebih cepat meresapkan air ke dalam tanah.

Perbandingan Jenis Sampah Dengan Penelitian Terdahulu

Jenis sampah memiliki pengaruh terhadap laju infiltrasi dalam lubang biopori. Beberapa jenis sampah mempengaruhi hasil kecepatan daya resapan air. Kemampuan setiap bahan organik dalam kompos tidak sama dan hal ini akan mempengaruhi laju infiltrasi. Perbandingan penggunaan jenis sampah terhadap infiltrasi air ke dalam tanah.

Tabel 4.24.

4.6 Perbandingan Jenis Sampah Dengan Penelitian Terdahulu

Jenis sampah memiliki pengaruh terhadap laju infiltrasi dalam lubang resapan biopori. Beberapa jenis sampah mempengaruhi hasil kecepatan daya resap air karena kemampuan setiap bahan organik dalam kompos tidak sama dan hal ini dapat dibuat perbandingan. Perbandingan penggunaan jenis sampah terhadap infiltrasi disajikan pada **Tabel 4.24**.

Tabel 4. 24 Perbandingan Kemampuan Jenis Sampah Terhadap Laju Infiltrasi Dalam Lubang Biopori

Jenis Sampah	Laju Infiltrasi	Referensi
Sisa makanan kantin	0,013 l/s	Habibiyah, 2016
Sampah pasar	38,28 cm/jam	Army, 2019
Sampah rumah tangga	79,35 cm/jam	Darwia, 2017

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- ## 5.2 Saran

1. Penelitian infiltrasi sebaiknya menggunakan double ring infiltrometer agar hasil yang didapat bisa lebih akurat
2. Dibutuhkan pengaturan jarak antar lubang resapan ataupun letak lubang resapan, karena hal ini akan menjadi salah satu faktor kejenuhan tanah
3. Diperlukan pengujian bahan organik lainnya yang mampu dijadikan bahan kompos dalam biopori.

-DAFTAR PUSTAKA

- Aeslina, Abdul, Wahidah, *et.al.* 2016. *An Overview of Organic Waste in Composting*. MATEC Web of Conferences 47
- Agung, Abdul, Nurul. 2019. *Pengolahan Sampah Melalui Komposter dan Biopori di Desa Sedapurkalagen Benjeng Gresik*. Abadimas Adi Buana, Vol 3(1)
- Akbar, Nanda Siregar. 2013. *Kajian Permeabilitas Beberapa Jenis Tanah di Lahan Percobaan Kwala Bekala Usu Melalui Uji Laboratorium dan Lapangan*. Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian, vol 4(1)
- Alaoui, Lipiec, Gerke. 2011. *A Review of The Changes in The Soil Pore System Due A Hydrodynamic Perspective*. Soil and Tillage Research
- Andes, Ismayana, dkk. 2012. *Faktor Rasio C/N Awal dan Laju Aerasi Pada Proses Co-Composting Bagasse dan Blotong*. Jurnal Teknologi Industri Pertanian, Vol 22(3)
- Arsyad, S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press
- Arrigoni, Paladino, Laos. 2018. *Inside The Small Scale Composting Of Kitchen And Garden Wastes: Thermal Performance and Stratification Effect in Vertical Compost Bins*. Waste Management, Vol 76
- Atmaja, Tika. 2016. *Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan Baku Terhadap Kualitas Kompos dan Lama Waktu Pengomposan*. Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Lingkungan), Vol 5(1)
- Basuki, Budi. 2013. *Model Peresapan Air Hujan Dengan Menggunakan Metode Lubang Resapan Biopori (LRB) Dalam Upaya Pencegahan Banjir*. Tesis Jurusan Sipil Politeknik Negeri Semarang
- Brata, K.R, Nelistya. 2008. *Lubang Resapan Biopori*
- Erickson, Sarjono, Edu Surya, Herlina. 2013. *Pembuatan Pupuk Cair Dan Biogas Dari Campuran Limbah Sayuran*. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jl. Almamater Kampus USU Medan

- Mishra, Dubey. 2015. *Fresh Water Availability and It's Global Challenge*. International Journal of Engineering Science Invention Research and Development, Vol 2(6)
- Muharamah, Riani. 2014. *Analisis Run-Off Sebagai Dampak Perubahan Lahan Sekitar pembangunan Underpass Simpang Patal Palembang Dengan Memanfaatkan Teknik Gis*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, Vol 2(3)
- Muzaimah, Chairul, Abdi, Fakhrur. 2017. *Pengaruh Jenis Bahan Organik Pada Sistem Resapan Biopori Modifikasi Terhadap Perubahan Kimia Tanah Sebagai Teknik Konservasi Tanah*. Jurnal Teknik Lingkungan, Vol 3(1)
- Nurdiana, Meicahayanti, dkk. 2017. *Pengolahan Sampah Organik Domestik Melalui Windrow Composting. Prosiding Seminar Nasional Teknologi, Inovasi dan Aplikasi di Lingkungan Tropis*. Vol 1(1)
- Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P.70/ Menhut-II/ 2008/ Tentang *Pedoman Teknis Rehabilitasi Hutan dan Lahan*
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang *Pemanfaatan Air Hujan*
- Pungut, Widyastuti, Sri. 2013. *Pengaruh Artificial Recharge Melalui Lobang Resap Biopori Terhadap Muka Air Tanah* . Jurnal Teknik, Vol 11(1)
- Putri, Gina, Dinar. 2013. *Analisa RunOff Sub DAS Lematang Hulu*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, vol 1(1)
- Purnomo, Eko, Endro, Sumiyati. 2017. *Pengaruh Variasi C/N Rasio Terhadap Produksi Kompos dan Kandungan Kalium (K), Pospat (P) Dari Batang Pisang Dengan Kombinasi Kotoran Sapi Dalam Sistem Vermicomposting*. Jurnal Teknik Lingkungan, Vol 6(2)
- Rochman, Martin, Irawan, Wisnu. 2015. *Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrainage) di Kelurahan Sendang, Lebak, Bandung, Truko, Kecamatan Bringin, Kabupaten Semarang*. Jurnal Teknik Lingkungan, Vol 4(4)

- Santosa, Slamet. 2018. *Effect of Fruits Waste in Biopore Infiltration Hole Toward The Effectiveness of Water Infiltration Rate on Baraya Campus Land of Hasanuddin University*. Journal of Physics: Conf. Series
- Sartohardi. 2013. *Pengantar Geografi Tanah*. Yogyakarta: Pustaka Belajar
- Sharma, Dayanand, Kunwar. 2017. *Bioconversion of Flowers Waste : Composting Leaving As Bulking Agent*. Environmental Engineering Research
- Soni, Hiren, Sheju. 2014. *Assessment Of Surface Water Quality in Relation to Water Quality Index of Tropical Lentic Environment, Central Gujarat, India*. International Journal of Environment
- Soil Survey Staff. 2011. *Soil Taxonomy a Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys Eleventh Edition*. United States Departement of Agriculture, Washington DC
- Sosrodarsono, Suyono, dan Nakazawa. 2000. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta
- Suripin. 2001. *Pelestarian Sumber Daya Air*. Yogyakarta
- Topal, Arslan and Ayhan. 2016. *Determination of The Effect of C/N Ratio On Composting of Vegetable-Fruit Waste*. International Journal Environment and Waste Management, Vol 18(2)
- Trivana, Linda, Adhitya. 2017. *Optimalisasi Waktu Pengomposan dan Kualitas Pupuk Kandang Dari Kotoran Kambing dan Debu Sebut Kelapa dengan Bioaktivator PROMI dan Orgadec*. Jurnal Sains Veteriner, Vol 35(1)
- SNI Nomor: 03-2453-2002 tentang *Tata Cara Perencanaan Sumuran Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan*
- Widarti, Wardah, Edhi. 2015. *Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku Pada Pembuatan Kompos Dari kubis dan Kulit Pisang*. Jurnal Integrasi Proses, Vol 5(2)
- Widiya, Mareta, Krisnawati. 2017. *Perbandingan Efektifitas Laju Resapan Air Berdasarkan Variasi dan Umur Sampah Dalam Teknologi Resapan Biopori*. Jurnal Ilmu Lingkungan
- Widya, Enny. 2013. *Pentingnya Keragaman Fungsional Organisme Tanah Terhadap Produktivitas Lahan*. Jurnal Tekno Hutan Tanaman, Vol 6(1)

- Sekarsari, Halifah, dkk. 2020. *Pemanfaatan Sampah organik Untuk Pengolahan Kompos*. Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat, Vol 1(3)
- Supadma, Arthagama, dkk. 2008. *Uji Formulasi Kualitas Pupuk Kompos Yang Bersumber Dari Sampah Organik Dengan Penambahan Limbah Ternak Ayam, Sapi, Babi Dan Tanaman Pahitan*. Jurnal Bumi Lestari, Vol 8(2)
- Triana, N. 2013. *Penentuan Laju Resapan Biopori (LRB) Berdasarkan Umur dan Jenis Sampah Yang Dibenamkan Dalam Lubang Resapan Biopori*. Karya Tulis Ilmiah, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda
- Widyastuti, Sri. 2013. *Perbandingan Jenis Sampah Terhadap Lama Waktu Pengomposan Dalam Lubang Biopori*. Jurnal Teknik, Vol 11(1)
- Wiedarti, Sri, Akmar, Yusfi, Oom, Komala. 2015. *Aktivitas Degradasi Sampah Organik Dalam Biopori*. Jurnal Ekologia, Vol 15(1)
- Yohana, Corry. 2017. *Penerapan Pembuatan Teknik Lubang Biopori Resapan Sebagai Upaya Pengendali Banjir*. Jurnal Pemberdayaan Madani, Vol 1(2)
- Yuniwati. 2016. *Optimasi Kondisi Proses Pembuatan Kompos dari Sampah Organik Dengan Cara Fermentasi Menggunakan EM4*. Jurnal Lingkungan
- Zahra, A. R.Ta'any and A. R. Arabiyyat. *Changes In Compost Physical And Chemical Properties During Aerobic Decomposition*. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, Vol 3(10)