

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pengelolaan Lubang Resapan Biopori (LRB)**

Biopori (*biopore*) merupakan ruang atau pori dalam tanah yang dibentuk oleh makhluk hidup seperti fauna tanah dan akar tanaman. Bentuk biopori menyerupai liang (terowongan kecil) dan bercabang-cabang sehingga sangat efektif dalam menyalurkan air dan udara ke dan di dalam tanah. Biopori terbentuk oleh adanya pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman di dalam tanah serta aktivitas fauna tanah (Brata dan Nelistya, 2008).

Menurut Griya (2008), biopori merupakan lubang-lubang kecil pada tanah yang terbentuk akibat aktivitas organisme dalam tanah seperti cacing atau pergerakan akar-akar dalam tanah. Lubang biopori akan berisi udara dan menjadi jalur mengalirnya air. Jadi air hujan tidak langsung masuk ke saluran pembuangan air, tetapi meresap ke dalam tanah melalui lubang tersebut dan akan tertahan dalam lubang, karena berisi bahan-bahan organik di dalamnya.

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan, Lubang Resapan Biopori adalah lubang yang dibuat secara tegak lurus (vertikal) ke dalam tanah, dengan diameter antara 10 – 25 cm dan kedalaman sekitar 100 cm atau tidak melebihi kedalaman muka air tanah (*water table*).

Menurut Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 70 Tahun 2008 tentang Pedoman Teknis Rehabilitasi Hutan dan Lahan, Lubang Resapan Biopori (LRB) merupakan teknologi tepat guna dan ramah lingkungan untuk mengatasi banjir dengan cara meningkatkan daya resapan air, mengubah sampah organik menjadi kompos dan mengurangi emisi gas rumah kaca (CO<sub>2</sub> dan metan), dan memanfaatkan peran aktivitas fauna tanah dan akar tanaman dan mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh genangan air seperti penyakit demam berdarah dan malaria. Dalam setiap 100 m<sup>2</sup> lahan idealnya LRB dibuat sebanyak 30 titik dengan jarak antara 0,5 – 1 meter.

Menurut Brata dan Nelistya (2008), Lubang Resapan Biopori (LRB) adalah lubang berbentuk silinder berdiameter sekitar 10 cm yang digali di dalam tanah dengan kedalaman sekitar 100 cm dari permukaan tanah dan tidak melebihi muka air tanah (*water table*).

Bappeda Kabupaten Jombang dan Pusat Pengkajian, Penelitian dan Pengembangan Agribisnis (P4) Fakultas Pertanian Universitas Darul Ulum melakukan kajian terhadap kegiatan pembuatan LRB di Kabupaten Jombang, hasil yang didapatkan adalah bahwa LRB akan efektif bila diterapkan pada tanah yang memiliki kedalaman muka air tanah (*water table*) > 1 meter sehingga tidak berpotensi mencemari lingkungan.

Dalam pengelolaan LRB harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

### **2.1.1 Penentuan Lokasi LRB**

Menurut Brata dan Nelistya (2008), dalam penentuan lokasi pembuatan LRB agar pelaksanaannya berjalan dengan baik dan manfaatnya akan optimal maka perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

#### **2.1.1.1 Alur air**

LRB sebaiknya dibuat pada tempat-tempat dimana air akan mengalir atau terkumpul disaat hujan datang. Pada taman atau pekarangan rumah, LRB sebaiknya dibuat pada alur dimana air berkumpul dari tempat yang tinggi ke rendah. Desain alur harus disesuaikan dengan kondisi taman dan lanskap yang telah ada. Seperti halnya pembuatan LRB di Kelurahan Langkapura, LRB juga dibuat pada parit-parit drainase buatan dan alur air yang terbentuk secara alami.

#### **2.1.1.2 Lokasi Tidak Berbahaya**

Pemilihan lokasi pembuatan LRB harus memperhatikan aspek keamanan dan keselamatan. Lokasi LRB sebaiknya pada tempat yang jarang dilalui oleh manusia, hewan atau kendaraan, sehingga tidak mengganggu aktivitas dan tidak akan merusak LRB yang akan dibuat.

#### **2.1.1.3 Tata Letak**

Dalam tata letak pembuatan LRB, harus diperhatikan hal-hal berikut:

- a. Saluran pembuangan air
- b. Sekeliling pohon
- c. Sesuai kontur taman
- d. Tepi taman dan samping pagar

#### 2.1.1.4 Kondisi Tanah

Kondisi tanah yang dimaksud adalah Fisik dan Kimia Tanah. Dalam pembuatan LRB kondisi tanah sangat berpengaruh terhadap daya serap air ke dalam tanah. Kondisi tanah yang terkait sifat fisika tanah adalah :

##### a. Tekstur Tanah

Tekstur tanah adalah ukuran butir dan proporsi kelompok ukuran butir-butir primer bagian mineral tanah. Tekstur tanah berpasir lebih cepat menyerap air dibandingkan dengan tekstur tanah liat. Pembentukan kompos pada LRB akan mempercepat masuknya air ke dalam tanah pada semua tekstur tanah. Berikut disajikan Tabel 2-1 hubungan tekstur tanah dan laju infiltrasi:

Tabel 2-1. Hubungan tekstur tanah dan Kapasitas Infiltrasi Tanah

Tekstur Tanah	Kapasitas Infiltrasi (mm per jam)	Keterangan
Liat	< 0.5	Sangat lambat
Lempung berliat	0.5 – 2.5	Lambat
Lempung berdebu	7.5 – 15	Sedang
Lempung	12.5 – 25	Cepat
Pasir berlempung	25 – 50	Sangat cepat

Sumber: Arsyad, 2010

Berdasarkan kelas teksturnya, berikut penggolongan tanah (Fort, 1988) :

- 1) Tanah bertekstur kasar atau tanah berpasir, berarti tanah yang mengandung minimal 70% pasir atau bertekstur pasir atau pasir berlempung.
- 2) Tanah bertekstur sedang atau tanah berlempung, terdiri atas:
  - ❖ Tanah bertekstur sedang tetapi agak kasar meliputi tanah yang bertekstur lempung pasir (*sandy loam*) atau lempung berpasir halus.
  - ❖ Tanah bertekstur sedang meliputi yang bertekstur lempung berpasir sangat halus, lempung (*loam*), lempung berdebu (*silty loam*) atau debu (*silt*).

- ❖ Tanah bertekstur sedang tetapi agak halus: lempung liat (*Clay-Loam*), lempung liat berpasir (*Sandy clay loam*) dan lempung liat berdebu (*Sandy-silt loam*).
- 3) Tanah bertekstur halus atau tanah berliat, berarti tanah yang mengandung minimal 37.5% liat atau bertekstur liat, liat berdebu atau liat berpasir.

## b. Struktur

Menurut Hanafiah (2004) Struktur tanah merupakan kenampakan bentuk atau susunan partikel-partikel primer tanah (pasir, debu dan liat individual) hingga partikel-partikel skunder (gabungan partikel-partikel skunder yang disebut *ped* (gumpalan) yang membentuk agregat (bongkah). Struktur tanah berfungsi untuk memodifikasi pengaruh tekstur terhadap kondisi drainase atau aerasi tanah, karena susunan antar *ped* atau agregat tanah akan menghasilkan ruang yang lebih besar ketimbang susunan antar partikel primer. Tanah dikatakan memiliki struktur yang baik maka akan memiliki kondisi drainase yang baik sehingga perakaran tanaman akan mudah berpenetrasi dan menyerap hara dan air.

Menurut Hardjowigeno (2010) tanah berstruktur granuler dan remah memiliki tata udara yang baik sehingga unsur-unsur hara lebih mudah tersedia dan diolah. Mekanisme pembentukan struktur meliputi :

- 1) Aktivitas penetrasi akar pada saat berkembang
- 2) Pergerakan air yang mengikuti arah perkembangan akar yang menyebabkan terjadinya pengikisan dan pemecahan tanah lalu memicu pembentukan gumpalan.
- 3) Aktivitas keluar-masuknya fauna tanah.

Berikut disajikan Tabel 2-2 tentang kode struktur tanah :

Tabel 2-2. Kode Struktur Tanah

Kelas Struktur Tanah	Ukuran Diameter
Granuler sangat halus (< 1 mm)	< 1 mm
Granuler halus (1 sampai 2 mm)	1 sampai 2 mm
Granuler sedang sampai kasar (2 sampai 10 mm)	2 sampai 10 mm
Berbentuk blok, blocky, plat, massif	-

Sumber : Suripin, 2001

### c. Porositas

Porositas adalah proporsi ruang pori total (ruang kosong) yang terdapat dalam satuan volume tanah yang dapat ditempati oleh air dan udara. Porositas juga merupakan indikator kondisi drainase dan aerasi tanah (Hanafiah, 2004). Porositas bernilai antara 0 dan 1 atau sebagai persentase antara 0-100%. Porositas dapat ditentukan melalui dua cara:

- 1) Selisih bobot tanah jenuh dengan bobot tanah kering oven
- 2) Nisbah Bobot Isi (BI) : Bobot Partikel (BP) adalah ukuran volume tanah yang ditempati bahan padat.

Menurut Jongerius 1975, berdasarkan diameter ruangnya, pori-pori tanah dipilah menjadi 3 kelas, yaitu:

- 1) Makropori (pori-pori makro) apabila berdiameter  $\geq 90$  mm
- 2) Mesopori apabila berdiamater 90 – 30 mm
- 3) Mikropori apabila berdiamater  $< 30$  mm

Sedangkan menurut Greenland 1977, berdasarkan pengaruhnya terhadap air maka pori-pori tanah terbagi atas 5 kelas :

- 1) Pori pengikat jika diameter  $< 0,005$   $\mu\text{m}$
- 2) Pori residual jika diameter (0,005 – 0,1  $\mu\text{m}$ )
- 3) Pori penyimpan (0,1 – 50  $\mu\text{m}$ )
- 4) Pori transmisi (50 - 500  $\mu\text{m}$ )
- 5) Celah ( $> 500$   $\mu\text{m}$ )

Menurut Hardjowigeno (2010) porositas tanah dipengaruhi oleh: kandungan bahan organik, struktur tanah dan tekstur tanah. Porositas tanah akan tinggi jika bahan organik tanah tinggi.

### d. Permeabilitas Tanah

Pengukuran permeabilitas tanah adalah menentukan konduktivitas air maupun udara yang ada di dalam tanah. Permeabilitas tanah menunjukkan kemampuan tanah dalam meloloskan air. Struktur dan tekstur tanah serta unsur organik sangat berpengaruh terhadap laju permeabilitas tanah. Tanah dengan nilai

permeabilitas tinggi akan meningkatkan laju infiltrasi tanah sehingga menurunkan aliran permukaan tanah.

Berdasarkan SNI Nomor : 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan, terdapat beberapa *point* yang dapat diadopsi untuk perencanaan Lubang Resapan Biopori (LRB) yaitu:

- 1) Sumur Resapan/LRB ditempatkan pada lahan yang relatif datar.
- 2) Air yang masuk sumur resapan/LRB adalah air hujan yang tidak tercemar.
- 3) Penetapan sumur resapan/LRB air hujan harus mempertimbangkan keamanan bangunan sekitarnya.
- 4) Harus memperhatikan peraturan daerah setempat.
- 5) Hal-hal yang tidak memenuhi ketentuan ini harus disetujui oleh instansi yang berwenang.

Berkaitan dengan persyaratan teknis pembuatan LRB yang dapat diadopsi dari kegiatan sumur resapan menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan, yaitu:

- 1) Kedalaman muka air tanah (*water table*) minimum 1,50 m pada musin hujan;
- 2) Struktur tanah yang dapat digunakan harus mempunyai nilai permeabilitas tanah  $\geq 2,0$  cm/jam.

Berikut Tabel 2-3 yaitu kelas permeabilitas tanah menurut USSCS:

Tabel 2-3. Kelas Permeabilitas Tanah Menurut USSCS

Kelas	Permeabilitas (cm/jam)
Sangat Lambat	< 0.5
Lambat	0.5 – 2.0
Lambat sampai sedang	2.1 – 6.3
Sedang	6.4 – 12.7
Sedang sampai Cepat	12.8 – 25.4
Cepat	> 25.4

Sumber : Kohnke, 1980

#### e. Aliran Permukaan

Aliran permukaan atau air limpasan (*runoff*) adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju ke sungai, danau dan lautan

(Asdak, 2010). Aliran permukaan merupakan bagian dari hujan yang tidak terserap oleh tanah dan tidak menggenang di permukaan tanah akan tetapi bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah (Hillel, 1980). Koefisien air limpasan (C) adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya air limpasan terhadap besarnya curah hujan (Asdak, 2010). Angka C berkisar antara 0 sampai 1. Angka 0 menunjukkan bahwa semua air hujan terdistribusi ke dalam tanah melalui proses infiltrasi. Angka 1 menunjukkan bahwa semua air hujan mengalir sebagai air larian. Semakin besar nilai C maka lebih banyak air hujan yang menjadi air limpasan.

Nilai Koefisien air limpasan C dalam persamaan rasional (US. Forest Service, 1980) disajikan pada Tabel 2-4 di bawah ini:

Tabel 2-4. Nilai Koefisien Air Larian C

Tata guna lahan	C
<b>Perkantoran</b>	
Daerah Pusat Kota	0,70 – 0,95
Daerah Sekitar Kota	0,50 – 0,70
<b>Perumahan</b>	
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
<b>Daerah Industri</b>	
Kurang padat industry	0,50 – 0,80
Padat Industri	0,60 – 0,90
<b>Jalan Raya</b>	
Beraspal	0,70 – 0,95
Berbeton	0,80 – 0,95
Berbatu Bata	0,70 – 0,85

Sumber: Resume dari Asdak, 2010

#### f. Prakiraan Air Larian

Prakiraan air larian atau Debit banjir/debit maksimum dilakukan dengan menggunakan Metode Rasional (Asdak, 2010). Metode Rasional sering digunakan untuk perencanaan banjir daerah perkotaan (Chow, dkk 1988). Metode Rasional sangat populer digunakan karena kesederhanaannya. Parameter-parameter yang digunakan dalam metode ini adalah koefisien *run off*, intensitas hujan dan luas daerah aliran, dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q = 0,0028 C I A$$

Dimana:

Q = Debit maksimum (m<sup>3</sup>/detik)

C = koefisien run-off (tabel atau dengan rumus → besarnya antara 0 – 1)

I = Intensitas maksimum selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah aliran (ha)

### 2.1.2 Tata Guna Tanah

Tata guna tanah berpengaruh pada besarnya daya serap tanah terhadap air hujan. Tanah yang terdapat dipemukiman atau ditutupi beton/semen akan memiliki daya serap yang lebih kecil dibandingkan dengan pada permukaan terbuka atau pada kebun/pekarangan yang berdaya serap hingga 100%, sehingga pada permukiman padat membutuhkan jumlah biopori yang lebih banyak untuk meningkatkan daya resap air hujan.

Berikut disajikan Tabel 2-5 yaitu perbedaan daya resap tanah pada berbagai kondisi permukaan tanah :

Tabel 2-5. Perbedaan Daya Resap Tanah pada berbagai Kondisi Permukaan Tanah

Tata Guna Tanah	Daya Resap Tanah terhadap Air Hujan (%)
Pekarangan, kebun	80 – 100
Jalan Tanah	40 – 85
Jalan Aspan, lantai beton	10 – 15
Permukiman agak padat	5 – 30
Permukiman padat	10 – 30

Sumber : Hadi, 1979

### 2.1.3 Teknik Pembuatan LRB

Proses pembuatan LRB tergolong mudah dan sederhana sehingga dapat diaplikasikan dalam skala rumah tangga hingga skala lebih luas. Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009, konstruksi pembuatan LRB adalah sebagai berikut :

- a. Membuat lubang silindris ke dalam tanah menggunakan bor LRB dengan diameter 10 cm, dengan kedalaman 100 cm atau tidak melewati kedalaman muka air tanah (*water table*);
- b. Jarak pembuatan LRB adalah antara 50 – 100 cm disesuaikan dengan kondisi lahan yang ada;
- c. Memperkuat mulut atau pangkal lubang dengan menggunakan:
  - 1) Paralon dengan diameter 10 cm dan panjang minimal 10 cm
  - 2) Adukan semen selebar 2 – 3 cm dan tebal 2 cm disekeliling mulut.
- d. Mengisi LRB dengan sampah organik yang berasal dari dedaunan, pangkasan rumput dan sampah dapur;
- e. Menutup LRB dengan kawat saringan.

#### **2.1.4 Pemeliharaan LRB**

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009, kegiatan pemeliharaan terhadap LRB yang dapat dilakukan adalah:

- a. Mengisi sampah organik ke dalam LRB, dengan tujuan untuk mengundang biota tanah, sehingga terjadi perbaikan ekosistem tanah oleh biota tanah.
- b. Memasukkan sampah organik secara berkala pada setiap terjadi penurunan volume sampah organik di dalam LRB sehingga keberlanjutan biota tanah dalam perbaikan ekosistem tanah akan tetap terjaga.
- c. Mengambil sampah organik dalam LRB setelah menjadi kompos diperkirakan 2 – 3 bulan telah terjadi proses pelapukan. Dengan demikian LRB dapat membantu proses penanganan sampah di Kota Bandar Lampung, bahkan dapat dijadikan produsen pupuk kompos secara berkala.

#### **2.1.5 Penentuan Jumlah LRB yang Ideal**

LRB merupakan teknologi yang mudah dan sederhana dalam pengerjaannya. Dalam mengoptimalkan fungsinya, idealnya pada suatu lokasi LRB tidak hanya dibuat satu (1) buah. Menurut Brata dan Nelistya tahun 2008, jumlah LRB pada suatu luasan dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$\text{Jumlah LRB} = \frac{\text{Intensitas hujan(mm/jam)} \times \text{Luas Bidang Kedap (m}^2\text{)}}{\text{Laju Resapan Air Perlubang } \left(\frac{\text{Liter}}{\text{jam}}\right)}$$

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan, jumlah LRB juga dapat ditentukan berdasarkan luas tutupan bangunan. Berikut disajikan Tabel 2-6 tentang jumlah LRB berdasarkan luas tutupan lahan yaitu:

Tabel 2-6. Jumlah LRB berdasarkan Luas Tutupan Lahan

Luas tutupan Bangunan (m <sup>2</sup> )	Volume resapan per unit (m <sup>3</sup> )	Daya resap per unit (m <sup>3</sup> /hari)	Jumlah unit resapan yang diperlukan	Keterangan
20	0,25	-	3	Setiap tambahan luas tutupan bangunan sebesar 7 m <sup>3</sup> diperlukan tambahan 1 unit LRB

Sumber : Permen LH No.12 tahun 2009

## 2.1.6 Manfaat LRB

Menurut Brata dan Nelistya (2008), dalam pembuatan LRB banyak sekali manfaat yang dapat diperoleh yaitu:

### 2.1.6.1 Memperbaiki Ekosistem Tanah

LRB akan membantu fungsi hidrologis tanah sebagai peresapan air hujan yang jatuh. LRB akan menjadi habitat yang cocok bagi organisme tanah karena tersedianya cukup bahan organik, air, oksigen dan unsur hara. Fauna tanah dan mikroba tanah akan bekerjasama untuk menjaga kelangsungan aliran energi dan daur unsur hara untuk memenuhi saling ketergantungan dalam ekosistem tanah. Dengan terpeliharanya ekosistem tanah, menunjukkan terpeliharanya struktur tanah yang baik sehingga kondisi ini akan mendukung fungsi hidrologis tanah.

### 2.1.6.2 Mencegah Banjir dan Mengatasi Kekeringan

Menurut BPLH Kota Bandar Lampung, Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Bandar Lampung baru terbangun sebesar 11,76%. Padahal berdasarkan

Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang seharusnya perkotaan diwajibkan memiliki RTH sebesar 30% dari luas wilayah. Hal ini yang menyebabkan berkurangnya potensi permukaan tanah untuk dapat menyerap air, terutama di kawasan pemukiman.

Berdasarkan data dari Stasiun penakar hujan otomatis (Hellman) Raden Intan Bandar Lampung, Curah hujan tertinggi selama 5 (lima) tahun adalah 68 mm per hari dan termasuk kategori “tinggi” (BMKG, 2014). Hal ini menandakan bahwa Kota Bandar Lampung memiliki kerawanan terhadap banjir. LRB membantu meningkatkan peresapan air ke dalam tanah karena biopori dapat meresapkan air hujan lebih cepat dan lebih banyak sehingga meningkatkan daya resap air ke dalam tanah. Dengan demikian LRB diharapkan dapat meningkatkan penyerapan air oleh tanah, maka akan dapat mencegah banjir pada musim hujan dan mengatasi kekeringan dimusim kemarau.

#### **2.1.6.3 Menambah Cadangan Air Tanah**

Saat terjadi hujan LRB akan membantu peningkatan penyerapan air ke dalam tanah. LRB berfungsi sebagai simpanan depresi (*depression storage*) yang dapat menampung aliran permukaan untuk memberi kesempatan air meresap ke dalam tanah. Biopori yang terbentuk pada dinding LRB akan memperluas bidang resapan air sehingga dapat meningkatkan laju peresapan air hujan ke dalam tanah. Oleh karena itu air hujan tidak lewat begitu saja sebagai air terbuang yang akan meningkatkan aliran permukaan (*run off*). Setelah itu air yang masuk ke tanah mengalami pergerakan secara perlahan menuju tempat yang lebih rendah untuk memelihara air bawah tanah (*ground water table*).

#### **2.1.6.4 Mempermudah Penanganan Sampah dan Menjaga Kebersihan**

Sampah merupakan masalah klasik yang dihadapi oleh perkotaan seperti halnya di Kota Bandar Lampung. Berdasarkan Buku SLHD Kota Bandar Lampung Tahun 2013, jumlah sampah yang diproduksi oleh seluruh masyarakat adalah 435 m<sup>3</sup> perhari dengan jumlah penduduk 881.801 jiwa tanpa adanya pemilahan sampah. Sampah yang terangkut ke TPA adalah 364 m<sup>3</sup>, ditimbun 53 m<sup>3</sup>, dibakar 8,5 m<sup>3</sup> dibuang ke kali 4,3 m<sup>3</sup> dan lain-lain 5,2 m<sup>3</sup>. Pada tahun 2013

bertambah menjadi 729 m<sup>3</sup> perhari dengan jumlah penduduk sebanyak 902.885 jiwa (BPS, 2013). Keterbatasan sarana dan prasarana dalam menangani sampah sering menyebabkan terjadinya pembuangan sampah sembarangan sehingga dapat mengganggu kondisi lingkungan. Sampah rumah tangga harus dilakukan pemilahan antara sampah organik dan anorganik. Sampah rumah tangga terdiri dari 60 – 70% sampah organik yang merupakan sumber makanan bagi mikroba dan organisme tanah.

LRB dapat mempermudah dalam pemanfaatan sampah organik, dengan memasukkannya ke dalam tanah guna msenghidupi biota tanah. Dalam waktu 14 hari setelah pemberian bahan organik, secara alami akan terbentuk biopori/liang-liang memanjang dan bercabang-cabang di dalam tanah akibat aktivitas cacing dan mikroorganisme lainnya. Dengan bertambahnya liang-liang di dalam tanah maka luas penampang permukaan tanah yang dapat menyerap air akan bertambah. Biota tanah dapat mempercepat proses pengomposan secara alami dari sampah organik. Jika hal ini dapat dilakukan, maka sampah tidak menjadi permasalahan akan tetapi menjadi sumber daya yang dapat dimanfaatkan dengan baik.

#### **2.1.6.5 LRB Mengubah Sampah Organik Menjadi Kompos**

LRB dibuat dengan menggali lubang vertikal ke dalam tanah dengan diameter sekitar 10 cm dengan kedalaman sekitar 100 cm atau tidak melebihi kedalaman permukaan air tanah (*water table*). Ukuran tersebut sangat dianjurkan guna efisiensi penggunaan ruang horizontal yang semakin terbatas, selain itu juga dapat mengurangi beban pengomposan.

Berikut disajikan Tabel 2-7 yaitu hubungan antara diameter lubang dengan beban resapan dan pertambahan luas permukaan resapan air :

Tabel 2-7 Hubungan antara Diameter Lubang dengan Beban Resapan dan Pertambahan Luas Permukaan Resapan

Diameter Lubang (cm)	Mulut Lubang (m <sup>2</sup> )	Luas Dinding (m <sup>2</sup> )	Pertambahan Luas (kali)	Volume (liter)	Beban resapan (liter/m <sup>2</sup> )
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 hanya menggunakan permukaan horizontal sebesar 0,00785 m<sup>2</sup> menghasilkan permukaan vertikal seluas dinding lubang yaitu 0,314 m<sup>2</sup>, yang artinya bahwa permukaan tanah 40 kali lebih besar dan dapat kontak langsung dengan bahan kompos. Volume sampah yang dapat tertampung dalam lubang tersebut sebanyak 7,85 liter dan akan dijangkau oleh biodiversitas tanah melalui dinding lubang dan akan menimbulkan beban pengomposan maksimal adalah 25 liter/m<sup>2</sup>. Peningkatan beban resapan akan menyebabkan penurunan laju peresapan air karena terlalu lebarnya zone jenuh air disekeliling dinding lubang.

Proses Pengomposan adalah proses mengubah bahan-bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi (Alex, 2012). Dengan demikian sampah organik sangat bermanfaat sebagai bahan baku pembuatan pupuk kompos dan bahan makanan bagi biota-biota tanah.

Menurut Sudradjat (2006), hal-hal yang mempengaruhi proses komposting yaitu :

**a. Jenis bahan**

Bahan baku atau jenis sampah organik berpengaruh terhadap proses komposting. Bahan baku yang ideal adalah yang mudah didegradasi dan tidak banyak macamnya. Hal ini untuk menghindari shock bagi mikroba.

**b. Suhu**

Pada proses komposting anaerob dapat berlangsung pada kisaran suhu yang ekstrem yaitu 5 – 75 °C. Aktivitas mikroba akan meningkat seiring dengan

peningkatan suhu. Akan tetapi pada umumnya bakteri akan aktif pada suhu mesofilik 30 - 35°C.

### c. Derajat Keasaman

Keasaman tanah yang biasa dikenal dengan pH berkisar antara rentang nilai 3.5 – 9.5. Berikut disajikan Tabel 2-8 klasifikasi pH menurut *Soil Survei Manual* USDA (1985):

Tabel 2-8. Klasifikasi pH menurut *Soil Survei Manual* USDA (1985)

Besaran pH (H <sub>2</sub> O)	Keterangan
< 4.5	luar biasa asam
4.5 – 5.0	asam sangat kuat
5.1 – 5.5	asam kuat
5.6 – 6.0	asam sedang
6.1 – 6.5	agak asam
6.6 – 7.3	Netral
7.4 – 7.8	agak basa
7.9 – 8.4	basa sedang
8.5 – 9.0	basa kuat
> 9.0	basa sangat kuat

Sumber : Sutanto, 2005

### d. Toksisitas

Toksisitas merupakan kandungan logam berat yang sebagian akan terseleksi sebelum masuk ke dalam reaktor dan sebagian akan mengendap ke dalam sel mikroba dan potensial membahayakan lingkungan.

### e. Fauna Tanah

Pada proses komposting, 4 hal di atas berpengaruh pada keberadaan fauna tanah. Menurut Hanafiah (2004), fauna tanah terdiri atas:

- 1). Cacing tanah, adalah penyumbang bahan organik tanah terbesar, yaitu kira-kira 100 kg/ha (0,005%) dengan populasi 7000 ekor hingga 1.000 kg/ha dengan populasi 1 juta ekor (Foth, 1984). Populasi dan aktivitas cacing tanah bervariasi antar tanah. Populasi akan optimum jika kondisi lembab, banyak bahan organik, memiliki kalsium dan bertekstur halus. Populasi akan menurun pada kondisi tanah berpasir, bahan organik terbatas, dan bereaksi masam.

- 2). Arthropoda, merupakan fauna tanah yang memiliki banyak macam dan jumlah. Arthropoda yang paling menonjol adalah springtail dan kutu. Jenis arthropoda yang lain adalah lipan, kelabang, tempayak atau larva serangga sejenis kumbang coklat, semut, rayap dan fauna lainnya.
- 3). Vertebrata, merupakan hewan bertulang belakang yang sangat berpengaruh terhadap tanah seperti rayap dan semut. Pengaruh vertebrata dilakukan lewat aktivitas-aktivitas pembuatan sarang di dalam tanah.
- 4). Mikrobia tanah, terdiri atas mikrofauna yang meliputi protozoa dan nematoda, serta mikroflora yang terdiri dari bakteri, jamur, aktinomisetes dan ganggang.

#### **2.1.6.6 Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca dan Metan**

Sampah organik akan meningkatkan emisi gas rumah kaca (CO<sub>2</sub> dan metan) jika dilakukan penumpukan sampah seperti yang terjadi pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Peningkatan emisi gas-gas rumah kaca ke atmosfer merupakan penyebab utama dari pemanasan global yang memicu terjadinya perubahan iklim. Akibat yang dirasakan adalah adanya anomali iklim yaitu *el nino*, *la nina*, peningkatan intensitas hujan serta perubahan iklim yang sulit diprediksi. Pembuatan LRB akan mempermudah dalam menangani sampah organik dengan memasukkannya ke dalam lubang. Di dalam LRB sampah organik akan mengalami pengomposan sehingga karbon yang tersimpan di dalam tanah berbentuk humus dan biomassa dalam tubuh biota tanah yang akan menjaga kesuburan tanah. Dengan demikian dengan adanya LRB akan mengurangi emisi gas rumah kaca di udara.

#### **2.1.6.7 Mengatasi Genangan Air yang Menyebabkan Penyakit**

Adanya LBR diharapkan genangan air di permukaan tanah akan berkurang atau bahkan hilang. Dengan begitu maka berbagai jenis nyamuk pembawa penyakit menular seperti DBD dan malaria yang bersarang pada genangan air

akan pergi. Secara tidak langsung LBR akan mencegah dan mengurangi penularan penyakit demam berdarah, malaria, dan kaki gajah.

## **2.2 Pembangunan Berkelanjutan**

### **2.2.1 Pengertian**

Berdasarkan Undang – Undang Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dalam Pasal 1 ayat 3 yang dimaksud dengan pembangunan berkelanjutan adalah upaya sadar dan terencana yang memadukan aspek lingkungan hidup, sosial, dan ekonomi ke dalam strategi pembangunan untuk menjamin keutuhan lingkungan hidup serta keselamatan, kemampuan, kesejahteraan dan mutu hidup generasi masa kini dan generasi masa depan.

Menurut *World Commision on Environment and Development* (1988), “*Sustainable development is development that meets the needs of the present without comprimising the ability of future generations to meet their own needs*”. Pembangunan berkelanjutan didefinisikan sebagai pembangunan yang memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan pemenuhan kebutuhan generasi masa depan. Pembangunan berkelanjutan bukan hanya memenuhi persyaratan aspek ekonomi saja akan tetapi aspek sosial budaya dan aspek ekologi perlu diperhatikan. Pembangunan berkelanjutan senantiasa menghendaki kualitas hidup manusia lebih baik dan selalu berorientasi jangka panjang. Pembangunan berkelanjutan selalu memegang prinsip-prinsip berkelanjutan dalam kehidupan manusia baik sekarang maupun yang akan datang.

Kesepakatan nasional tentang Pembangunan Berkelanjutan yang ditetapkan dalam *Indonesian Summit on Sustainable Development (ISSD)* di Yogyakarta tanggal 21 Januari 2004, menetapkan 3 pilar yaitu ekonomi, sosial dan lingkungan. Ketiga pilar merupakan satu kesatuan pembangunan berkelanjutan yang saling berkaitan dan tidak dapat dipisahkan antara yang satu dengan lainnya.

### 2.2.2 Dimensi-dimensi Pembangunan Berkelanjutan

Menurut Fauzy dan Anna (2005) menyatakan bahwa konsep pembangunan sumberdaya yang berkelanjutan mengandung aspek atau dimensi sebagai berikut:

a. *Ecological sustainability* (keberlanjutan ekologi)

Keberlanjutan ekologi merupakan pemanfaatan sumberdaya alam yang tidak melebihi batas daya dukungnya. Serageldin (1996) menyatakan bahwa berkelanjutan secara ekologi artinya kegiatan tersebut harus dapat mempertahankan integritas ekosistem, memelihara daya dukung lingkungan dan konservasi sumberdaya alam termasuk keanekaragaman hayati. Pandangan ini muncul didasarkan pada pertimbangan bahwa perubahan lingkungan akan terjadi di masa yang akan datang dan dipengaruhi oleh segala aktivitas manusia.

b. *Socio-economy sustainability* (keberlanjutan Sosial-Ekonomi)

Keberlanjutan ini mengandung makna bahwa pembangunan berkelanjutan harus memperhatikan kesejahteraan pemanfaat sumberdaya pada tingkat individu. Konsep ini menekankan pada pemberdayaan masyarakat dalam pelestarian lingkungan hidup. Berkelanjutan secara sosial mensyaratkan terciptanya pemerataan hasil-hasil pembangunan, mobilitas sosial, kohesi sosial, partisipasi masyarakat, identitas sosial dan pengembangan kelembagaan (Serageldin, 1996).

c. *Community sustainability* (keberlanjutan komunitas)

Keberlanjutan ini mengandung makna bahwa keberlanjutan komunitas atau masyarakat merupakan hal yang penting dalam pembangunan berkelanjutan. Oleh karena itu tanpa ada keberlanjutan komunitas, pembangunan berkelanjutan belum terwujud.

d. *Institutional sustainability* (keberlanjutan kelembagaan)

Keberlanjutan kelembagaan mengandung pengertian bahwa keberlanjutan kelembagaan yang berhubungan dengan aspek finansial dan administrasi yang sehat. Menurut Dahuri *et al* (1996), dimensi hukum dan kelembagaan mensyaratkan adanya kesadaran pengendalian diri pada masyarakat untuk

tidak merusak lingkungan. Dimensi hukum dan kelembagaan dapat diwujudkan dengan adanya penerapan sistem perundang-undangan yang berwibawa dan konsisten serta dibarengi dengan penanaman etika.

### 2.3 Persepsi Manusia terhadap lingkungan

Pengertian persepsi dari Kamus Psikologi adalah berasal dari Bahasa Inggris *perception* yang artinya: persepsi, penglihatan, tanggapan; yaitu proses seseorang menjadi sadar akan segala sesuatu dalam lingkungannya melalui indera-indera yang dimilikinya atau pengetahuan lingkungan yang diperoleh melalui interpretasi data indera (Kartono & Gulo, 1987: 343).

Menurut Sarwono tahun 1992 persepsi dapat di lihat melalui dua pendekatan yaitu : pendekatan konvensional yang mendefinisikan persepsi sebagai bagaimana manusia mengerti dan menilai lingkungannya yang bermula adanya stimulus dari luar yang menyebabkan individu sadar adanya stimulus melalui sel-sel syaraf penginderaan yang disatukan dan dikoordinasikan dalam pusat syaraf (otak) dan pendekatan ekologi yang menganggap bahwa persepsi terjadi secara spontan dan langsung karena persepsi sebenarnya telah ada dalam stimulus itu sendiri.

Persepsi berawal dari adanya objek yang langsung memiliki kontak fisik dengan individu (alat-alat indra manusia) yang saling berinteraksi. Dalam interaksi tersebut, objek tampil dengan kemanfaatannya dan individu datang dengan sifat-sifat yang dibawanya (Sarwono, 1992). Persepsi dipengaruhi oleh dua faktor yaitu: (1) faktor internal: perasaan, pengalaman, kemampuan berpikir, motivasi dan (2) faktor eksternal adalah: stimulus itu sendiri dan keadaan lingkungan persepsi itu berlangsung (Yuditrinurcahyo, 2005). Persepsi satu individu akan berbeda dengan individu yang lain, walaupun berada pada wilayah yang sama, hal ini berkaitan dengan berbagai faktor yang mempengaruhi persepsi itu sendiri (Walgito, 1987). Sedangkan menurut Harihanto tahun 2001, persepsi merupakan dasar pembentukan sikap dan perilaku.

Persepsi manusia terhadap lingkungan (*environmental perception*) merupakan persepsi spasial yakni sebagai interpretasi tentang suatu *setting* (ruang)

oleh individu yang didasarkan atas latar belakang, budaya, nalar dan pengalaman individu tersebut. Dengan demikian setiap individu dapat mempunyai persepsi lingkungan yang berbeda terhadap objek yang sama karena tergantung dari latar belakang yang dimiliki. Respon manusia terhadap lingkungannya tergantung pada bagaimana individu tersebut mempersepsikan lingkungannya (Sarwono, 1992).

#### **2.4 Partisipasi Masyarakat**

Secara harfiah partisipasi berasal dari kata asing “*take a part*” atau ambil bagian. Kata ‘partisipasi’ dapat berarti juga keikutsertaan suatu kesatuan untuk mengambil bagian dalam aktifitas yang dilaksanakan oleh susunan kesatuan yang lebih besar. Oleh karena itu istilah partisipasi masyarakat juga sering diartikan sebagai keikutsertaan, keterlibatan dan kebersamaan anggota masyarakat dalam suatu kegiatan tertentu, baik secara langsung maupun tidak langsung, mulai dari proses ide, perumusan kebijakan hingga pelaksanaan program. Partisipasi secara langsung berarti anggota masyarakat tersebut ikut memberikan bantuan tenaga dalam kegiatan yang dilaksanakan. Partisipasi tidak langsung berupa keuangan, pemikiran dan material yang diperlukan (Wibisana dalam Adrianto, 2006).

Faktor-faktor yang mempengaruhi partisipasi (Slamet, 1994) yaitu:

a. Jenis Kelamin

Partisipasi yang diberikan oleh pria dan wanita dalam pengelolaan adalah berbeda. Hal ini disebabkan oleh adanya sistem pelapisan sosial yang terbentuk dalam masyarakat, yang membedakan kedudukan dan derajat antara pria dan wanita sehingga adanya kecenderungannya kelompok pria akan lebih banyak ikut dalam berpartisipasi.

b. Usia

Usia berpengaruh terhadap keaktifan seseorang untuk berperan serta. Faktor usia memiliki pengaruh terhadap kemampuan seseorang untuk terlibat dalam suatu kegiatan. Seorang yang memasuki usia produktif dianggap mampu bekerja dan terlibat aktif dalam kegiatan, dan seseorang yang lebih tua akan terlibat sebagai penasehat atau panutan bagi yang lebih muda.

c. Tingkat Pendidikan

Tingkat pendidikan sangat mempengaruhi kemampuan penduduk memahami keberlanjutan pengelolaan LRB. Adanya kecenderungan penduduk yang memiliki tingkat pendidikan lebih tinggi dapat terlibat dalam kegiatan perencanaan, sementara penduduk dengan tingkat pendidikan rendah dapat berperan dalam tahanan pelaksanaan dan pemanfaatan. Terkait pendidikan, adanya asumsi bahwa pendidikan semakin tinggi akan membuat seseorang lebih mudah berkomunikasi dengan orang lain, lebih cepat tanggap dan lebih memiliki inovatif yang tinggi.

d. Tingkat Penghasilan

Tingkat penghasilan juga mempengaruhi partisipasi masyarakat. Baross dalam Bowo (2006) menyatakan bahwa penduduk yang lebih kaya kebanyakan akan membayar pengeluaran tunai dan jarang melakukan pekerjaan fisik. Sementara penduduk miskin kebanyakan melakukan pekerjaan fisik atau berpartisipasi dalam hal tenaga, tidak berkontribusi uang.

e. Jenis Pekerjaan

Jenis pekerjaan sangat berkaitan dengan tingkat penghasilan masyarakat. Jenis pekerjaan akan sangat berpengaruh terhadap partisipasi karena mempengaruhi derajat aktifitas dalam kelompok dan mobilitas individu. Jenis pekerjaan akan berpengaruh terhadap waktu luang seseorang untuk terlibat dalam pengelolaan, misalnya dalam menghadiri pertemuan, gotong royong, kerja bakti dan sebagainya.

## 2.5 Adaptasi terhadap Perubahan Iklim

Pengertian Adaptasi perubahan iklim menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Adaptasi adalah suatu proses untuk memperkuat dan membangun strategi antisipasi dampak perubahan iklim serta melaksanakannya sehingga mampu mengurangi dampak negatif dan mengambil manfaat positifnya.

Kementerian Negara Lingkungan Hidup (2007), mendefinisikan Perubahan iklim adalah berubahnya kondisi fisik atmosfer bumi antara lain suhu dan distribusi curah hujan yang membawa dampak luas terhadap berbagai sektor kehidupan manusia. Definisi yang lebih umum digunakan untuk istilah perubahan iklim berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 31 tahun 2009 yaitu: *“Perubahan iklim ialah berubahnya iklim yang diakibatkan langsung atau tidak langsung oleh aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan komposisi atmosfer secara global dan selain itu juga berupa perubahan variabilitas iklim alamiah yang teramati pada kurun waktu yang dapat dibandingkan”*.

Menurut Peraturan Presiden Nomor 46 tahun 2008 tentang Dewan Nasional Perubahan Iklim, perubahan iklim adalah berubahnya kondisi rata-rata iklim dan atau keragaman iklim dari satu kurun waktu ke kurun waktu yang lain sebagai akibat dari aktivitas manusia.

Menurut IPCC (2005), adaptasi perubahan iklim mengacu pada mekanisme penyesuaian diri baik dalam aspek ekologi, sistem sosial atau ekonomi dalam merespon dampak yang terjadi akibat perubahan iklim. Hal ini mengacu pada perubahan proses, praktek dan struktur untuk mengurangi perubahan yang mungkin terjadi atau untuk mendapatkan manfaat dari kesempatan yang berkaitan dengan perubahan iklim.

Berkaitan dengan berbagai pengertian di atas, maka disimpulkan bahwa adaptasi terhadap perubahan iklim merupakan proses penyesuaian diri terhadap lingkungan baik dari aspek ekologi, sosial dan ekonomi. Proses penyesuaian diri terjadi dalam ekosistem ataupun sistem manusia sebagai reaksi adanya perubahan iklim, sehingga memperkuat, membangun strategi antisipasi, mampu mengurangi dampak negatif dan mengembangkan manfaat positif yang ada.

## **2.6 Tim Koordinasi Ketahanan Perubahan Iklim Kota Bandar Lampung**

Tim Koordinasi Ketahanan Perubahan Iklim Kota Bandar Lampung merupakan Tim yang dibentuk dalam rangka membantu Pemerintah Kota meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim di Kota Bandar Lampung yang

ditetapkan dengan Surat Keputusan Walikota Bandar Lampung Nomor 313/III.24/HK/2014.

Berdasarkan Surat Keputusan Walikota Bandar Lampung Nomor 313/III.24/HK/2014 Tim Koordinasi Perubahan Iklim Kota Bandar Lampung terdiri atas individu-individu yang mewakili berbagai elemen mulai dari pemerintah kota Bandar Lampung, akademisi, pemerhati lingkungan hingga lembaga non pemerintah yang Kota Bandar Lampung.

Tim Koordinasi Perubahan Iklim Kota Bandar Lampung memiliki tugas dan lingkup kerja dalam beberapa hal yaitu :

- a. Aktif mengikuti isu seputar perubahan iklim yang terjadi di Kota Bandar Lampung dan melakukan kajian/telaah terhadap kebijakan/rencana/program terkait perubahan iklim;
- b. Melakukan komunikasi dan publikasi terkait dengan kegiatan-kegiatan adaptasi/mitigasi perubahan iklim di Kota Bandar Lampung dengan pihak-pihak terkait;
- c. Aktif mencari peluang sponsor dan menjalin kerjasama dengan pihak-pihak terkait guna memperlancar kegiatan-kegiatan adaptasi/mitigasi perubahan iklim di Kota Bandar Lampung;
- d. Melakukan pendampingan kemasyarakatan umum mengenai kegiatan adaptasi/mitigasi perubahan iklim di Kota Bandar Lampung;
- e. Menyusun materi pembelajaran (*newsletter, one page, leaflet* dan lainnya) seputar kegiatan adaptasi/mitigasi perubahan iklim di Kota Bandar Lampung;
- f. Memantau, mendokumentasikan dan evaluasi setiap kegiatan adaptasi/mitigasi perubahan iklim yang dilakukan.

## **2.7 Strategi Kebijakan Ketahanan Kota terhadap Perubahan Iklim**

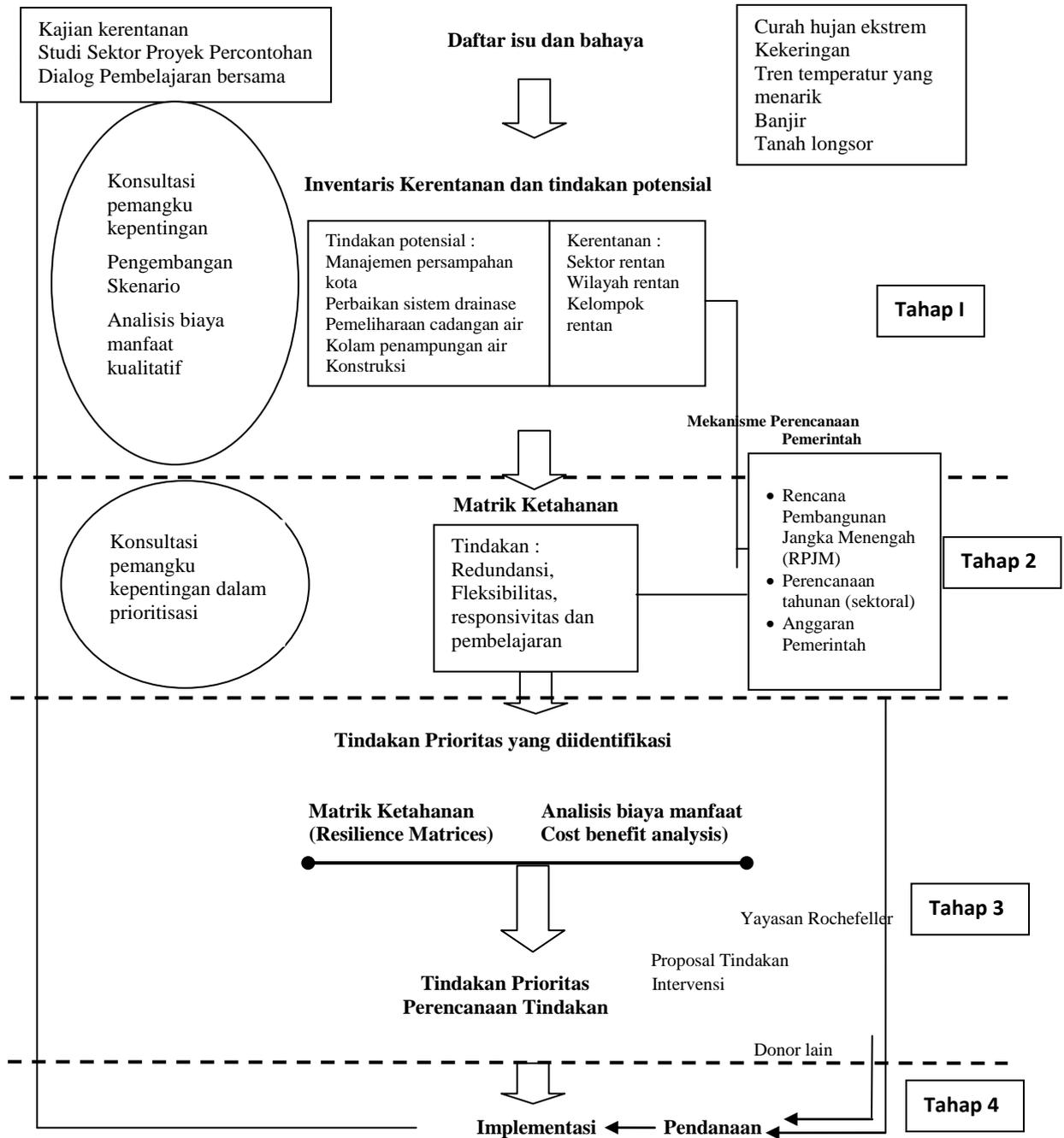
Berdasarkan laporan dari *The Resilience Alliance dalam The Rockefeller Foundation* tahun 2009, dalam rangka mengantisipasi dampak perubahan iklim, Kota Bandar Lampung dan Kota Semarang serta kota-kota lain di Asia yaitu: Thailand, Vietnam dan India mendapatkan dukungan melalui Program Jejaring

Ketahanan Kota-Kota Asia terhadap Perubahan Iklim (ACCCRN) yang didukung oleh Mercy Corps Indonesia untuk mendukung kota-kota di Asia menyusun dan melakukan strategi adaptasi terhadap dampak perubahan iklim secara partisipatif dan terlembaga.

Istilah ketahanan “*resilience*” merupakan upaya dalam rangka membangun kapasitas sistem untuk bertahan dari goncangan, bangkit kembali dan berupaya untuk berubah, termasuk terhadap perubahan yang tidak diantisipasi. Sedangkan pengertian ketahanan terhadap perubahan iklim (*climate change resilience*) adalah suatu kemampuan atau kapasitas dari individu, komunitas, atau institusi untuk secara dinamis dan efektif memberikan respon atau tanggapan terhadap kondisi perubahan dari dampak iklim dan terus melakukan fungsinya dalam tingkat yang dapat diterima (*Mercy Corps, 2010*).

Sehingga Strategi Ketahanan Kota Bandar Lampung terhadap Perubahan Iklim periode tahun 2011 – 2030 adalah sebagai dokumen untuk menunjukkan komitmen Kota Bandar Lampung dalam rangka melakukan adaptasi perubahan iklim, hubungan dengan rencana pembangunan Kota Bandar Lampung, yang memaparkan mekanisme koordinasi dan pembelajaran dan pelibatan kelompok rentan dalam mengidentifikasi dan melaksanakan tindakan adaptasi. Strategi Ketahanan Kota disusun berdasarkan hasil dari rangkaian kegiatan yang telah dilakukan sebelumnya, seperti kajian kerentanan (*vulnerability assessment*), proyek percontohan (*pilot project*), studi sektor (*sector studies*), dan dialog pembelajaran bersama (*shared learning dialogue*) (Tim Koordinator Ketahanan Kota Bandar Lampung, 2010). Berikut disajikan Gambar 2-1 yaitu tahap proses penyusunan strategi ketahanan kota Bandar Lampung:

## TAHAPAN PROSES PENYUSUNAN STRATEGI KETAHANAN KOTA



Gambar 2-1. Tahap proses penyusunan strategi ketahanan kota Bandar Lampung dalam rangka adaptasi terhadap perubahan iklim

