

Filsafat Ilmu

BUKU
AJAR

Teori dan Implikasi dalam Lingkungan

Anang Risgiyanto | Dedy Miswar | Dewi Indra | Edison
Hamartoni Ahadis | Irma Lusi Nugraheni | Ratna Dewi Puspita S.
Rustadi | Sutarto | Syamsurijal Rasimeng



Program Pascasarjana
Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan
Universitas Lampung
Tahun 2020

Filsafat Ilmu

Teori dan Implikasi dalam Lingkungan

Hak cipta pada penulis
Hak penerbitan pada penerbit
Tidak boleh diproduksi sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun
Tanpa izin tertulis dari pengarang dan/atau penerbit

Kutipan Pasal 72 :

Sanksi pelanggaran Undang-undang Hak Cipta (UU No. 10 Tahun 2012)

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal (49) ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau hasil barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

Filsafat Ilmu

Teori dan Implikasi dalam Lingkungan

Anang Risgiyanto | Dedy Miswar | Dewi Indira | Edison
Hamartoni Ahadis | Irma Lusi Nugraheni | Ratna Dewi Puspita S.
Rustadi | Sutarto | Syamsurijal Rasimeng



PUSAKA MEDIA

Perpustakaan Nasional RI:
Katalog Dalam Terbitan (KDT)

**FILSAFAT ILMU :
TEORI DAN IMPLIKASI DALAM LINGKUNGAN**

Penulis:

Anang Risgiyanto
Dedy Miswar
Dewi Indira
Edison
Hamartoni Ahadis
Irma Lusi Nugraheni
Ratna Dewi Puspita S.
Rustadi
Sutarto
Syamsurijal Rasimeng

Desain Cover & Layout

Pusaka Media Design

viii + 168 hal : 15,5 x 23 cm
Cetakan, Juli 2020

ISBN: 978-623-6569-07-8

Penerbit

PUSAKA MEDIA

Anggota IKAPI

No. 008/LPU/2020

Alamat

Jl. Endro Suratmin, Pandawa Raya. No. 100
Korpri Jaya Sukarame Bandarlampung
082282148711
email : cspusakamedia@yahoo.com
Website : www.pusakamedia.com

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian
atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Filsafat Ilmu (Konsep dan Implikasi bidang Lingkungan)
Penulis : Edison, dkk.
Instansi : Pascasarjana Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan Unila
Jenis Publikasi : Buku Ajar
Nomor ISBN : 978-623-6569-07-8
Penerbit : Pusaka Media
Alamat Penerbit : Jl. Endro Suratmin, Pandawa Raya. No. 100 Korpri Jaya Sukarame Bandar Lampung

Bandar Lampung, 17 April 2020

Mengetahui,
Direktur Pascasarjana
Universitas Lampung,

Penulis,

Prof. Dr. Ir. Wan Abbas Zakaria, M.S.
NIP 196108261987021001

Edison
NPM 1830011002

Menyetujui,
Ketua LP3M Universitas Lampung,

Prof. A. Saudi Samosir, S.T., M.T.
NIP 19710415 199803 1 005

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum...wr...wb.

Puji dan Syukur kami haturkan kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan Rahmat dan HidayahNya, sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan buku Filsafat Ilmu dengan tema Teori dan Implikasi bidang lingkungan yang merupakan syarat terpenuhinya tugas matakuliah Filsafat Ilmu dengan dosen Pengampu Prof. Sudjarwo, M.S., Dr. Supomo Kandar, M.Pd., Prof. Drs. Posman Manurung, M.Si., Ph.D.

Buku ajar ini berisi tentang teori dan implikasi bidang lingkungan yang diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran tentang ilmu lingkungan yang dilihat dari berbagai sudut pandang keilmuan, seperti, geografi, geofisika, kesehatan, lingkungan, dan pertanian.

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian buku ajar ini, kepada semua ahli yang terlewatkan dan belum tercantumkan dalam referensi buku ini kami minta maaf tidak ada bagi kami untuk melakukan **plagiat** hasil pemikiran para ahli demi keuntungan pribadi. Saran dan kiritk yang membangun kami harapkan bagi semua pihak demi kesempurnaan buku ajar ini ke depan. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan ridhonya kepada kita semua.

Wassalamu'alaikum wr...wb.

Penyusun,

Mahasiswa Program Studi Doktoral Ilmu Lingkungan
Universitas Lampung

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
Daya Dukung Dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Berbasis Spasial Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung Dedy Miswar	1-33
Kajian Pengelolaan Sampah Di Kabupaten Way Kanan Anang Risgiyanto	34-51
Metode Klasifikasi Resiko Bencana Gempabumi Berdasarkan Metode Seismik Multichannel Analysis Of Surface Wave (Masw) Studi Kasus: Kota Bandar Lampung Syamsurijal Rasimeng	52-60
Pengolahan Limbah Rumah Sakit Secara Electrokoagulan dan Electrodisinfektan Dengan Elektroda Aluminium Besi Dewi Indira	61-81
Pengelolaan Perikanan Rajungan Berkelanjutan di Pesisir Timur Propinsi Lampung dan Tinjauan Filsafat Ilmu Hamartoni Ahadis	82-98
Kajian Implementasi Mekanisme Insentif-Disinsentif (<i>Chost Sharing</i>) Terhadap Perbaikan Fungsi Daerah Aliran Sungai (Das) Sekampung Di Provinsi Lampung Edison	99-109

Stunting dalam Tinjauan Filsafat Ilmu	
Sutarto	110-124
Analisis Daya Dukung Lingkungan Melalui Pemanfaatan Isoflavon Terhadap Permasalahan Klimakterium Syndrom Pada Wanita Menopause	
Ratna Dewi Puspita Sari	125-136
Tata Kelola Pemanfaatan Air Tanah Di Bandar Lampung Dan Upaya Konservasi Untuk Menjaga Ketersediaanya	
Rustadi	137-152
Pengembangan Aplikasi Mobile Learning Untuk Mitigasi Bencana Tanah Longsor Berbasis Multimedia	
Irma Lusi Nugraheni	153-166
GLOSARIUM	167

Daya Dukung Dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Berbasis Spasial Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung

Dedy Miswar

Pendahuluan

Peningkatan jumlah penduduk berdampak kepada peningkatan laju penggunaan sumber daya alam, termasuk pemanfaatan ruang bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Hal ini mengakibatkan kualitas dan kuantitas lingkungan hidup di sejumlah kawasan di Kabupaten Pringsewu mengalami penurunan. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber daya alam harus dilakukan secara bijaksana, yaitu dengan memperhatikan kemampuan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Sebagai konsekuensinya daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup penting untuk diketahui, dipahami dan dijadikan dasar dalam perencanaan pemanfaatan sumber daya alam, perencanaan pembangunan dan perencanaan pemanfaatan ruang.

Penentuan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup sebagai dasar pertimbangan dalam pembangunan dan pengembangan suatu wilayah telah diamanatkan sejak ditetapkannya Undang-undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup yang kemudian digantikan oleh Undang-Undang 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup. Dalam Undang-Undang 32 Tahun 2009 sebagai pengganti Undang-Undang 23 Tahun 1997, amanat daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup tertuang dalam sejumlah pasal, diantaranya Pasal 12 yang menyebutkan bahwa apabila Rencana Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (RPPLH) belum tersusun, maka pemanfaatan sumber daya alam dilaksanakan berdasarkan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Selain itu, dalam Pasal 15, 16 dan 17 dijelaskan bahwa daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup merupakan

salah satu muatan kajian yang mendasari penyusunan atau evaluasi rencana tata ruang wilayah (RTRW), rencana pembangunan jangka panjang dan jangka menengah (RPJP dan RPJM) serta kebijakan, rencana dan/atau program yang berpotensi menimbulkan dampak dan/atau risiko lingkungan hidup, melalui Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS).

Daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup tertuang pula pada Pasal 19, yang menyatakan bahwa untuk menjaga kelestarian fungsi lingkungan hidup dan keselamatan masyarakat, setiap perencanaan tata ruang wilayah wajib didasarkan pada KLHS dan ditetapkan dengan memperhatikan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Dengan kata lain daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup menjadi inti dari KLHS dan RPPLH. Berdasarkan uraian tersebut di atas, kebutuhan penyusunan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup disuatu wilayah sangat mendesak dan strategis. Oleh karena itu, diperlukan dukungan sistem metodologi yang jelas dan mampu mewadahi semua kepentingan pembangunan dan pelestarian lingkungan.

Pendekatan jasa ekosistem memberikan solusi bagi penyusunan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup yang komprehensif sehingga digunakan dalam inventarisasi ini. Jasa ekosistem adalah manfaat yang diperoleh manusia dari suatu ekosistem. Manfaat ini termasuk jasa penyediaan provisioning), seperti pangan dan air; jasa pengaturan (regulating) seperti pengaturan terhadap banjir, kekeringan, degradasi lahan dan penyakit; jasa pendukung (supporting), seperti pembentukan tanah dan siklus hara; serta jasa kultural (cultural), seperti rekreasi, spiritual, keagamaan dan manfaat nonmaterial lainnya.

Disamping UUPLH Nomor 32/2009, daya dukung dan daya tampung lingkungan juga sudah menjadi dasar pertimbangan utama dalam perencanaan tata ruang dan pembangunan sektor. Sebagai contoh antara lain: 1. UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, pasal 20, 23 dan 25 menyiratkan bahwa penyusunan rencana tata ruang wilayah nasional/provinsi/kabupaten/kota harus memperhatikan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. 2. UU No. 32 Tahun 2014 tentang Kelautan Pasal 1 angka 6

menyatakan bahwa pembangunan kelautan adalah pembangunan yang memberi arahan dalam pendayagunaan sumber daya Kelautan untuk mewujudkan pertumbuhan ekonomi, pemerataan kesejahteraan, dan keterpeliharaan daya dukung ekosistem pesisir dan laut. 3. UU No. 39 tahun 2014 tentang Perkebuman, pasal 6 poin 1 huruf d menyatakan bahwa perencanaan perkebuman dilakukan berdasarkandaya dukung dan daya tampung lingkungan.

UU No. 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan batubara,pasal 32 huruf c (termasuk juga pasal 18 dan 28), menyatakan bahwa kriteria untuk menetapkan 1 (satu) atau beberapa WIUPK dalam 1 (satu) WUPK adalah Daya Dukung Lingkungan. 5. UU No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan, pasal 7 huruf c menyatakan bahwa perencanaan pangan harus memperhatikan daya dukung sumber daya alam, teknologi, dan kelestarian lingkungan Fakta tersebut di atas menunjukkan bahwa, kebutuhan penyusunan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup disuatu wilayah sangat mendesak dan strategis. Oleh karena itu, diperlukan dukungan sistem metodologi yang jelas dan mampu mewedahi semua kepentingan pembangunan dan pelestarian lingkungan.

Pendekatan jasa ekosistem memberikan solusi bagi penyusunan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup yang komprehensif sehingga digunakan dalam inventarisasi ini. Jasa ekosistem adalah manfaat yang diperoleh manusia dari suatu eksosistem. Manfaat ini termasuk jasa penyediaan (provisioning), seperti pangan dan air; jasa pengaturan (regulating) seperti pengaturan terhadap banjir, kekeringan, degradasi lahan dan penyakit; jasa pendukung (supporting), seperti pembentukan tanah dan siklus hara; serta jasa kultural (cultural), seperti rekreasi, spiritual, keagamaan dan manfaat nonmaterial lainnya.

Salah satu manfaat ini adalah penyediaan bahan pangan, yakni segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati baik tumbuhan maupun hewan yang dapat diperuntukan bagi konsumsi manusia. Kabupaten Pringsewu merupakan salah satu Kabupaten yang ada di Propinsi Lampung, dengan luas wilayah 61447,58 ha. Lahan yang terdapat di Kabupaten Pringsewu dapat dibagi menjadi 4 wilayah ekoregion sesuai dengan ciri-ciri dan kenampakan alamiah lahan

tersebut. Masing-masing ekoregion umumnya memiliki ciri khas yang berbeda termasuk dalam penyediaan bahan pangan bagi manusia.

Secara umum di Kabupaten Pringsewu lahan yang mampu menyediakan bahan pangan dapat dibagi menjadi lahan berpotensi sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah.

Lahan yang berpotensi sangat tinggi dalam menyediakan bahan pangan pada ekoregion Dataran Fluvial Sumatera memiliki luasan **203,92** hektar dari keseluruhan lahan yang terdapat di Kabupaten Pringsewu. Lahan yang berpotensi tinggi dalam penyediaan bahan pangan memiliki luasan sebesar **2302,43** hektar. Lahan yang berpotensi sedang dalam penyediaan bahan pangan memiliki luasan **17523,1**. lahan yang berpotensi rendah dalam penyediaan bahan pangan memiliki luasan **16599,61**. sedangkan lahan yang berpotensi sangat rendah dalam penyediaan bahan pangan memiliki luasan **24231,38 hektar** dari keseluruhan lahan yang terdapat di Kabupaten Pringsewu.

Sebagian besar lahan yang memiliki potensi sangat tinggi terletak pada ekoregion Dataran Struktural Jalur Bukit Barisan. Dataran ini merupakan wilayah dengan topografi datar dan terbentuk dari proses pengendapan fluvial. Material penyusun umumnya banyak dipengaruhi oleh hasil pengikisan. Lahan yang memiliki potensi sedang sebagian besar terletak pada Ekoregion Dataran Fluvial Sumatera dan Dataran Struktural Jalur Bukit Barisan, dan Perbukitan Struktural Jalur Bukit Barisan. Sedangkan Lahan yang memiliki potensi sangat rendah terletak pada seluruh wilayah ekoregion.

Kajian Teori

1. Konsep Daya Dukung secara umum

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) bermaksud melakukan identifikasi daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup Indonesia yang diukur dengan pendekatan jasa ekosistem (*ecosystem services*) sebagaimana yang dilakukan dalam *Millenium Ecosystem Assessment-United Nation*. Asumsinya, semakin tinggi jasa ekosistem semakin tinggi kemampuan daya dukung dan daya tampung lingkungan. Jasa ekosistem pada habitat bumi ditentukan oleh keberadaan faktor endogen dan dinamika faktor eksogen yang dicerminkan dengan dua komponen yaitu kondisi ekoregion dan penutup lahan (*land cover/land use*) sebagai penaksir atau *proxy*.

Dengan demikian terdapat empat konsep penting dalam penyusunan daya dukung lingkungan. Beberapa batasan konsep diantaranya adalah:

1. Daya Dukung Lingkungan Hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk
2. **mendukung** perikehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antar keduanya.
3. Daya Tampung Lingkungan Hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk **menyerap** zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya.
4. Ekoregion adalah wilayah geografis yang memiliki kesamaan ciri iklim, tanah, air, flora, dan fauna asli, serta pola interaksi manusia dengan alam yang menggambarkan integritas sistem alam dan lingkungan hidup. Penetapan batas ekoregion dengan mempertimbangkan kesamaan bentang alam, Daerah Aliran Sungai, Keanekaragaman Hayati dan sosial budaya (UU 32 Tahun 2009). Dalam operasionalisasinya penetapan ekoregion menggunakan pendekatan bentang lahan (*landscape*) dengan mengikuti sistem klasifikasi yang digunakan Verstappen. Selanjutnya jenis jenis bentang lahan (*landscape*) akan dijadikan salah satu komponen penaksir atau *proxy* jasa ekosistem (*landscape based proxy*)

5. Penutup Lahan adalah tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati, merupakan suatu hasil pengaturan, aktivitas, dan perlakuan manusia yang dilakukan pada jenis penutup lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan, ataupun perawatan pada penutup lahan tersebut. Dalam operasionalisasinya, digunakan sistem klasifikasi penutup lahan dari SNI 76452010, dimana jenis-jenis penutup lahan tersebut dijadikan salah satu komponen penaksir atau proxy jasa ekosistem (*landcover/landused based proxy*)
6. Jasa Ekosistem adalah manfaat yang diperoleh oleh manusia dari berbagai sumberdaya dan proses alam yang secara bersama-sama diberikan oleh suatu ekosistem yang dikelompokkan ke dalam empat macam manfaat yaitu manfaat penyediaan (*provisioning*), produksi pangan dan air; manfaat pengaturan (*regulating*) pengendalian iklim dan penyakit; manfaat pendukung (*supporting*), seperti siklus nutrien dan polinasi tumbuhan; serta manfaat kultural (*cultural*), spiritual dan rekreasional. Sistem klasifikasi jasa ekosistem tersebut menggunakan standar dari *Millenium Ecosystem Assessment* (2005).

Berdasarkan batasan konsep tersebut, daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup diukur dengan pendekatan jasa ekosistem. Semakin tinggi nilai jasa ekosistem, maka semakin tinggi pula kemampuan daya dukung dan daya tampung lingkungan. Untuk memperoleh nilai jasa ekosistem digunakan dua penaksiran yaitu *landscape based proxy* dan *landcover/landused based proxy*, yang selanjutnya digunakan dasar untuk melakukan pemetaan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup.

2. Ekoregion

Undang-Undang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup memberikan definisi ekoregion adalah wilayah geografis yang memiliki kesamaan ciri iklim, tanah, air, flora, dan fauna asli, serta pola interaksi manusia dengan alam yang menggambarkan integritas sistem alam dan lingkungan hidup. Ekoregion adalah bentuk metode perwilayahan untuk manajemen pembangunan yang mendasarkan pada batasan dan karakteristik tertentu (deliniasi

ruang). Berdasarkan definisi tersebut karakteristik yang dapat digunakan sebagai dasar penentuan batas wilayah diantara kesamaan karakteristik:

- a. Karakteristik bentang alam
- b. daerah aliran sungai
- c. iklim
- d. flora dan fauna
- e. sosial budaya
- f. ekonomi
- g. kelembagaan masyarakat
- h. hasil inventarisasi lingkungan hidup

Kompleksnya karakteristik lingkungan yang dijadikan sebagai dasar penentuan wilayah ekoregion menyulitkan proses deliniasi ekoregion. Diperlukan pendekatan yang lebih praktis untuk penyusunan ekoregion. Widiyanto, dkk, (2008) dalam tulisannya tentang bentang lahan (*landscape*) untuk pengenalan fenomena geosfer pendekatan teknik bentuk.

Lahan (*landform*). Persamaan antara ekoregion dengan bentuk lahan tersebut dapat dicermati dari definisi berikut:

1. Bentang lahan ialah sebagian ruang permukaan bumi yang terdiri atas sistem-sistem, yang dibentuk oleh interaksi dan interdependensi antara bentuk lahan, batuan, bahan pelapukan batuan, tanah, air, udara, tumbuh-tumbuhan, hewan, laut tepi pantai, energi dan manusia dengan segala aktivitasnya yang secara keseluruhan membentuk satu kesatuan (Bintarto, dkk, 1982).
2. Bentang lahan merupakan bentangan permukaan bumi dengan seluruh fenomenanya, yang mencakup: bentuk lahan, tanah, vegetasi, dan atribut-atribut yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia (Vink, 1983).
3. Bentang lahan adalah bentangan permukaan bumi yang di dalamnya terjadi hubungan saling terkait (*interrelationship*) dan saling ketergantungan (*interdependency*) antar berbagai komponen lingkungan, seperti: udara, air, batuan, tanah, dan flora-fauna, yang mempengaruhi keberlangsungan kehidupan manusia yang tinggal di dalamnya. (*Verstappen, 1977*)

Berdasarkan definisi tersebut karakteristik yang dapat digunakan sebagai dasar penentuan bentang lahan diantara kesamaan karakteristik yaitu:

- a. Geomorfik
- b. Litologi
- c. Edafik (E)
- d. Klimatik (K)
- e. Hidrologik
- f. Oseanik
- g. Biotik (B) flora dan fauna
- h. Antropogenik (A)

Berdasarkan perbandingan dua pengertian tersebut di atas (ekoregion dan bentang lahan), maka terdapat kesamaan substansi antara keduanya, oleh karena itu pendekatan bentang lahan dapat digunakan sebagai teknik penyusunan ekoregion. Bentang lahan (*landscape*) merupakan kombinasi atau gabungan dari bentuk lahan (*landform*). Dengan kata lain untuk menganalisis dan mengklasifikasikan bentang lahan selalu mendasarkan pada kerangka kerja bentuk lahan (*landform*). Verstappen (1977) telah mengklasifikasikan bentuk lahan berdasarkan genesisnya menjadi 10 macam bentuk lahan asal proses terbentuknya, yaitu:

- 1) Bentuk lahan asal proses vulkanik (V), merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat aktivitas gunung api. Contoh bentuk lahan ini antara lain: kawah, kerucut gunung api, kaldera, medan lava, lereng kaki, dataran, dataran fluvial gunung api.
- 2) Bentuk lahan asal proses struktural (S), merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat pengaruh kuat struktur geologis. Pegunungan lipatan, pegunungan patahan, perbukitan (monoklinal/homoklinal), kubah, Graben, gawir, merupakan contoh-contoh untuk bentuk lahan asal struktural.
- 3) Bentuk lahan asal fluvial (F) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat aktivitas sungai. Dataran alluvial, kerucut alluvial, kipas alluvial, dataran banjir, rawa belakang, teras sungai, dan tanggul alam, gosong sungai merupakan contoh-contoh satuan bentuk lahan ini.

- 4) Bentuk lahan asal proses solusional (S) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat proses pelarutan pada batuan yang mudah larut, seperti batu gamping dan dolomite karst menara, karst kerucut, doline, uvala, polye, goa karst, dan logva merupakan contoh-contoh satuan bentuk lahan ini.
- 5) Bentuk lahan asal proses denudasional (D) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat proses degradasi, seperti longsor dan erosi. Contoh satuan bentuk lahan ini antara lain: bukit sisa, lembah sungai, peneplain, dan lahan rusak.
- 6) Bentuk lahan asal proses eolian (E) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat proses angin. Contoh satuan bentuk lahan ini antara lain: gump pasir barhkan, parallel, parabolik, bintang, lidah, dan transversal.
- 7) Bentuk lahan asal marine (M) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat proses laut oleh tenaga gelombang, arus, dan pasang-surut. Contoh satuan bentuk lahan ini antara lain: gisik pantai (*beach*), bura (*spit*), tombolo, laguna, dan beting gisik (*beach ridge*). Karena kebanyakan sungai dapat dikatakan bermuara ke laut, maka sering kali terjadi bentuk lahan yang terjadi akibat kombinasi proses fluvial dan proses marine. Kombinasi kedua proses itu disebut proses *fluvio-marine*. Contoh-contoh satuan bentuk lahan yang terjadi akibat proses fluvio-marine ini antara lain delta dan estuari.
- 8) Bentuk lahan asal glasial (G) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat proses gerakan es (*gletser*). Contoh satuan bentuk lahan ini antara lain lembah menggantung dan *marine*.
- 9) Bentuk lahan asal organik (O) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat pengaruh kuat aktivitas organisme (flora dan fauna). Contoh satuan bentuk lahan ini adalah pantai mangrove, gambut, dan terumbu karang.
- 10) Bentuk lahan asal antropogenik (A) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat aktivitas manusia. Waduk, kota, pelabuhan, merupakan contoh-contoh satuan bentuk lahan hasil proses antropogenik.

Berdasarkan hal tersebut dapat dibuat klasifikasi ekoregion berbasis bentuk lahan kedalam beberapa kelompok sesuai dengan skala petanya.

Tabel 1. Klasifikasi Ekoregion berdasarkan bentuk lahan Pada Skala Nasional dan Pulau/Provinsi

Tingkatan	Skala	Dasar Klasifikasi Bentang lahan Bentang lahan
Nasional (Ekoregion)	1 : 1.000.000	Klasifikasi Bentang lahan didasarkan atas kenampakan morfologi dan batuan secara umum, serta kedudukannya

Tingkatan	Skala	Dasar Klasifikasi Bentang lahan Bentang lahan
		<p>terhadap Geotektonik Indonesia, sehingga disebut sebagai</p> <p>"Morfologi Bentang lahan", yang terdiri atas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bentang lahan Dataran (Lereng 0-15%). 2. Bentang lahan Perbukitan (Lereng 15-45%). 3. Bentang lahan Pegunungan (Lereng >45%). 4. Batuan malihan, beku, sedimen, aluvium <p>Sumber: Dasar Klasifikasi: Thornbury (1954); Lobeck (1969); dan Verstappen (2000) dalam Langgeng 2013.</p>

<p>Pulau dan Kepulauan (Ekonusa)</p>	<p>1 : 500.000</p>	<p>Klasifikasi Bentang lahan didasarkan atas kenampakan morfologi dan asal proses utama (genetik), sehingga disebut sebagai "Morfogenetik Bentang lahan", yang terdiri atas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Bentang lahan Fluvial (F, aliran sungai); 2) Bentang lahan Marin (M, gelombang laut); 3) Bentang lahan Aeolian (A, aktivitas angin); 4) Bentang lahan Vulkanik (V, aktivitas gunungapi); 5) Bentang lahan Struktural (S, aktivitas tektonik); 6) Bentang lahan Denudasional (D, aktivitas degradasional); 7) Bentang lahan Solusional (K, aktivitas pelarutan batuan); 8) Bentang lahan Glasial (G, aliran es dan gletser); 9) Bentang lahan Organik (O, aktivitas organisme); dan 10) Bentang lahan Antropogenik (H, aktivitas manusia). Dasar Sumber: Klasifikasi Verstappen (1977)
--------------------------------------	--------------------	---

Provinsi (Ekodistrik)	1 : 250.000	<p>Klasifikasi Bentang lahan didasarkan atas morfologi lebih rinci, komplek proses (multigenetik), dan struktur sehingga disebut sebagai "Morfostruktur Bentang lahan", yang terdiri atas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Bentang lahan Fluvial: Dataran Aluvial, Fluviovulkan, dan Fluviomarin. 2) Bentang lahan Marin: Pantai dan Pesisir 3) Bentang lahan Aeolian: Gumukpasir 4) Bentang lahan Vulkanik: Kerucut, Lereng, dan Kaki Gunungapi 5) Bentang lahan Struktural: Perbukitan/ Pegunungan Lipatan/Patahan, dan Lembah Sinklinal, Lembah antar Perbukitan/Pegunungan Patahan 6) Bentang lahan Denudasional: Perbukitan/ Pegunungan Denudasional, dan Lembah antara Perbukitan/ Pegunungan Denudasional 7) Bentang lahan Solusional/ Karst: Perbukitan/Pegunungan Karst, Lembah antar Perbukitan/Pegunungan Karst 8) Bentang lahan Glasial: Pegunungan Glasial dan Lembah Glasial 9) Bentang lahan Organik: Dataran Gambut dan Dataran Terumbu 10) Bentang lahan Antropogenik: Dataran Reklamasi <p>Sumber: Dasar Klasifikasi: Verstappen (1977)</p>
--------------------------	-------------	--

Sumber: Langgeng Wahyu Santoso (2013)

3. Penutupan Lahan

Lahan merupakan bagian dari bentang lahan (*landscape*) yang mencakup pengertian lingkungan fisik termasuk iklim, topografi/relief, hidrologi termasuk keadaan vegetasi alami yang semuanya secara potensial akan berpengaruh terhadap penggunaan lahan (Sitorus, 2004).

Land cover atau tutupan lahan merupakan keadaan biofisik dari permukaan bumi dan lapisan di bawahnya. *Land cover* menjelaskan keadaan fisik permukaan bumi sebagai lahan pertanian,

gunung atau hutan. *Land cover* adalah atribut dari permukaan dan bawah permukaan lahan yang mengandung biota, tanah, topografi, air tanah dan permukaan, serta struktur manusia.

Dalam pembahasan tentang jasa ekosistem, *land cover* memiliki posisi penting untuk dibaca dan cerminan potensi dari masing-masing jenis jasa ekosistem dikarenakan merupakan hasil akhir dari setiap bentuk campur tangan kegiatan (intervensi) manusia terhadap lahan di permukaan bumi yang bersifat dinamis dan berfungsi untuk memenuhi kebutuhan hidup baik material maupun spiritual (Arsyad, 1989). *Land cover* budidaya juga bentukan hasil kreasi interaksi bentang alam dan bentang budaya, sehingga membentuk pola dan cirinya sendiri.

Pengelompokkan penutup lahan dapat diamati dari jenis klasifikasi penutup lahan diantaranya adalah batasan pengertian tentang penutup lahan menurut SNI 7645-2010 adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Sistem Klasifikasi penutup lahan Berdasarkan SNI 7645-2010

Skala 1 : 1.000.000 - 1:500.000		Skala 1:250.000
Nasional		Provinsi
DAERAH BERVEGETASI (V)		DAERAH BERVEGETASI (V)
VP	DAERAH PERTANIAN 1. Sawah 2. Ladang, tegal, atau huma 3. Perkebunan	DAERAH PERTANIAN 1. Sawah 2. Sawah pasang surut 3. Ladang, tegal, atau huma 4. Perkebunan 5. Perkebunan campuran 6. Tanaman Campuran

VBP	DAERAH BUKAN PERTANIAN 4. Hutan lahan kering 5. Hutan lahan basah 6. Semak belukar 7. Padang rumput, alang-alang, dan sabana 8. Rumput rawa	DAERAH BUKAN PERTANIAN 7. Hutan lahan kering 8. Hutan lahan kering Primer 9. Hutan lahan kering Sekunder 10. Hutan lahan basah 11. Hutan lahan basah Primer 12. Hutan lahan basah Sekunder 13. Semak belukar 14. Padang rumput, alang-alang, dan sabana 15. Rumput rawa
VTB	DAERAH TAK BERVEGETASI	DAERAH TAK BERVEGETASI
	9. Lahan Terbuka	16. Lahan Terbuka 17. Lahan dan lava 18. Hamparan pasir 19. Beting pantai 20. Gumuk pasir
	Permukiman Dan Lahan Bukan Pertanian Yang Berkaitan	Permukiman Dan Lahan Bukan Pertanian Yang Berkaitan
	10. Permukiman 11. Lahan Terbangun Non Permukiman (Infrastruktur)	21. Permukiman 22. Bangunan industri 23. Pertambangan 24. Tempat penimbunan sawah 25. Lahan Terbangun Non Permukiman (Infrastruktur)
	12. Danau atau waduk 13. Rawa 14. Sungai 15. Anjir pelayaran 16. Terumbu karang	26. Danau atau waduk 27. Tambak 28. Rawa 29. Sungai 30. Anjir pelayaran 31. Terumbu Karang

Sumber: Sistem Klasifikasi penutup lahan Berdasarkan SNI 7645-2010

Jika dilihat dari definisinya, daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup merupakan kemampuan lingkungan hidup untuk dapat mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antar keduanya. Dengan demikian, konsep daya dukung secara umum dapat dilihat dari dua sisi yaitu:

- a. Dari sisi ketersediaan, dengan melihat karakteristik wilayah, potensi sumber daya alam yang ada di suatu wilayah
- b. Dari sisi kebutuhan, yaitu dengan melihat kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya dan arahan kebijakan prioritas suatu wilayah

Daya dukung dan daya tampung lingkungan dalam perencanaan tata ruang dimaksudkan agar pemanfaatan ruang berdasarkan tata ruang nantinya tidak sampai melampaui batas-batas kemampuan lingkungan hidup dalam mendukung dan menampung aktivitas manusia tanpa mengakibatkan kerusakan lingkungan. Kemampuan tersebut mencakup kemampuan dalam menyediakan ruang, kemampuan dalam menyediakan sumberdaya alam, dan kemampuan untuk melakukan perbaikan kualitas lingkungan apabila terdapat dampak yang mengganggu keseimbangan ekosistem. Penataan ruang yang mengabaikan daya dukung lingkungan dipastikan akan menimbulkan permasalahan dan degradasi kualitas lingkungan hidup seperti banjir, longsor dan kekeringan, pencemaran dan lain sebagainya.

Konsep dan metode pengukuran daya dukung lingkungan memiliki banyak definisi, namun kesamaannya adalah bahwa daya dukung selalu memperhatikan perbandingan dan keseimbangan antara ketersediaan (suply) dan permintaan (demand) dan kesemuanya disesuaikan dengan tujuan yang diinginkan. Daya dukung lingkungan mengandung pengertian kemampuan suatu tempat dalam menunjang kehidupan makhluk hidup secara optimum dalam periode waktu yang panjang. Daya dukung lingkungan dapat pula diartikan kemampuan lingkungan memberikan kehidupan organisme secara sejahtera dan lestari bagi penduduk yang mendiami suatu kawasan.

Penetapan daya dukung lahan untuk hutan atau kawasan hutan dapat dilakukan melalui berbagai tahapan. Tahapan pertama

adalah menetapkan suatu kawasan berdasarkan fungsinya. Penetapan kawasan ini didasarkan pada kemampuannya untuk mendukung aktifitas manusia tanpa menimbulkan kerusakan lingkungan.

Berdasarkan definisi yang umum digunakan, hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumberdaya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan. Sedangkan kawasan hutan adalah wilayah tertentu yang ditunjuk dan atau ditetapkan oleh pemerintah untuk dipertahankan keberadaannya sebagai hutan tetap.

Kawasan hutan yang ditetapkan pemerintah terdiri atas:

- a. Hutan konservasi
- b. Hutan lindung
- c. Hutan produksi

Terkait dengan daya dukung lahan/lingkungan hutan, kawasan hutan lindung dan hutan produksi menggambarkan kapasitasnya. Kawasan hutan konservasi ditetapkan berdasarkan terdapatnya flora atau fauna khusus yang perlu dilindungi dari kepunahannya. Sedangkan kawasan hutan produksi konversi ditetapkan pada lokasi yang seharusnya daya dukungnya dapat untuk kegiatan budidaya non kehutanan, namun kondisinya saat ini ditetapkan berpenutupan lahan hutan yang masih bagus kondisinya.

Analisis penetapan fungsi kawasan hutan dilakukan dengan berdasarkan SK Menteri Pertanian No. 837/KPTS/UM/11.1980. dalam metode analisis ini ditentukan tiga faktor, yaitu: (1) kemiringan lereng, (2) jenis tanah, dan (3) curah hujan. Ketiga faktor tersebut masing-masing ditetapkan skornya kemudian hasilnya dijumlah dan menghasilkan indeks lokasi. Indeks lokasi < 125 dan kemiringan lereng $< 8\%$ direkomendasikan sebagai kawasan permukiman dan tanaman semusim. Indeks lokasi < 125 dan kemiringan lereng $< 15\%$ direkomendasikan sebagai kawasan budidaya tanaman tahunan. Daerah dengan indeks lokasi 125-175 diperuntukkan sebagai kawasan fungsi penyangga. Daerah dengan indeks lokasi > 175 diperuntukkan sebagai kawasan hutan lindung.

4. Konsep Jasekom, Konsep ekosistem tematik (sektor kehutanan, pertambangan, pertanian, perikanan dll.)

Ekosistem adalah entitas yang kompleks yang terdiri atas komunitas tumbuhan, binatang dan mikroorganisme yang dinamis beserta lingkungan abiotiknya yang saling berinteraksi sebagai satu kesatuan unit fungsional (MA, 2005). Fungsi ekosistem adalah kemampuan komponen ekosistem untuk melakukan proses alam dalam menyediakan materi dan jasa yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung (De Groot, 1992). Jasa ekosistem adalah keuntungan yang diperoleh manusia dari ekosistem (MA, 2005).

Jasa ekosistem dikategorikan menjadi empat, yaitu meliputi jasa penyediaan (provisioning), jasa pengaturan (regulating), jasa budaya (cultural), dan jasa pendukung (supporting) (MA, 2005). Berdasarkan empat kategori ini dikelaskan ada 23 kelas klasifikasi jasa ekosistem, yaitu (De Groot, 2002):

- a. Jasa penyediaan: (1) Bahan Makanan, (2) Air bersih, (3) Serat, bahan bakar dan bahan dasar lainnya (4) Materi genetik, (5) Bahan obat dan biokimia, (6) Spesies Hias.
- b. Jasa Pengaturan: (7) Pengaturan kualitas udara, (8) Pengaturan iklim, (9) Pencegahan gangguan, (10) Pengaturan air, (11) Pengolahan limbah, (12) Perlindungan tanah, (13) Penyerbukan, (14) Pengaturan biologis, (15) Pembentukan tanah.
- c. Budaya: (16) Estetika, (17) Rekreasi, (18) Warisan dan identitas budaya, (20) Spiritual dan keagamaan, (21) Pendidikan.
- d. Pendukung: (22) Habitat berkembang biak, (23) Perlindungan plasma nutfah

Dalam penelitian ini hanya jasa ekosistem penyediaan yang diteliti. Daya dukung merupakan indikasi kemampuan mendukung penggunaan tertentu, sedangkan daya tampung adalah indikasi toleransi mendukung perubahan penggunaan tertentu (atau pengelolaan tertentu) pada unit spasial tertentu. Untuk menghitung daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup, perlu beberapa pertimbangan. Adapun pertimbangan tersebut adalah (a) ruang dan sifatnya, (b) tipe pemanfaatan ruang, (c) ukuran produk lingkungan hidup utama (udara dan air), (d) penggunaan/penutupan lahan

mendukung publik (hutan), (e) penggunaan tertentu untuk keperluan pribadi.

Pada daerah hutan, untuk mendukung penggunaan milik pribadi dalam unit statis harus diatur mengenai ukuran luas hutan primer di wilayah tertentu di DAS dan ukuran luas penggunaan lain, yang tergantung ke hutan secara langsung atau tidak langsung. Hal ini dikarenakan jika penggunaan ruang tidak sesuai dengan daya dukung dan daya tampung maka akan menurunkan daya dukung dan proses perusakan atau tanah sudah rusak. Apabila penggunaannya dalam skala besar, maka dapat sangat cepat menurunkan daya dukung. Dalam penentuan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup diperlukan pemahaman karakteristik lahan secara vertikal dan horizontal dan penggunaannya.

Penilaian yang lazim untuk daya dukung dilakukan melalui kemampuan lahan dan kesesuaian lahan. Penilaian kemampuan lahan lebih umum dibandingkan kesesuaian lahan. Penggunaan tidak sesuai dengan kemampuan berarti mengarah mengurangi daya dukung sehingga perlu perubahan teknologi yang dapat merubah daya dukung. Penilaian daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup umumnya dalam bentuk vertikal (sifat kualitas), jarang dinilai dalam bentuk ruang. Kualitas baik dan penggunaan yang tepat akan berkontribusi di lokasi tertentu. Jika dalam ruang lebih banyak tidak sesuai maka akan melampaui daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Dalam ruang yang besar, perencanaan akan memasukkan unsur lain dalam bentuk ruang. Dalam pengelolaan kebun atau HTI di ekosistem gambut lebih sensitif tentang pengaruh penggunaan di lokasi lain dalam ekosistem yang sama.

Penentuan DDDT (daya dukung dan daya tampung) pertambangan fokus pada kondisi setelah tambang ditutup. DD (daya dukung) dikaitkan dengan kemampuan menghasilkan produk, sedangkan DT (daya tampung) dikaitkan dengan kemampuan mengadopsi teknologi untuk meningkatkan atau kebalikannya. Bahan dan potensi pertambangan tidak terbaharui dapat menghasilkan landscape yang baik jika didesain sejak awal.

DDDT dapat menjadi referensi penataan ruang. Dalam perencanaan ruang sudah mengacu daya dukung. Dalam pemanfaatan harus sesuai peruntukan dan memerlukan persyaratan dalam penggunaannya. Pengendalian dapat mengacu pada DDDT. Secara spasial harus ada ruang untuk tematik tertentu. Penilaian DD pemanfaatan ruang untuk pertanian, perkebunan (dan pertambangan) di kawasan budidaya dilakukan berbasis kualitas lahan dan efeknya ke penyimpanan/supply air, berbagai bentuk ruang, dan teknik pengelolaannya. Teknik pengelolaan terkait dengan operasional penggunaan lahan dilakukan mengikuti konsep pengelolaan berbasis konservasi tanah dan air.

5. Konsep wilayah fungsional/sistem ekologis, bioregion dan ekoregion

Undang-undang 32 Tahun 2009 mengamanatkan perhitungan daya dukung dan daya tampung berdasarkan pada ekoregion. Daya dukung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antar keduanya. Sedangkan daya tampung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya.

Dalam ekologi, daya dukung adalah besarnya populasi yang dapat didukung oleh suatu habitat tanpa merusak kualitas ekosistem secara permanen. Makna daya dukung dalam undang-undang tidak dapat dimaknai sama dengan pemahaman dalam keilmuan ekologi tersebut. Kalimat "... kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia.." sulit untuk diimplementasikan, karena kebudayaan manusia dalam menjalani hidupnya dipengaruhi oleh variabel teknologi, pola konsumsi yang berbeda, dan perniagaan. Dengan demikian, perhitungan daya dukung menggunakan batasan habitat, jumlah populasi, dan perkapita menjadi sulit untuk diaplikasikan untuk perikehidupan manusia. Terminologi lainnya yang terkait dengan hal di atas adalah *human carrying capacity*.

Human carrying capacity dapat diinterpretasikan sebagai tingkat maksimum penggunaan sumber daya dan debit limbah yang dapat ditanggung tanpa merusak fungsi, integritas, dan produktivitas dari ekosistem.

Berdasarkan UU 32/2009, penentuan daya dukung dan daya tampung didasarkan pada hasil inventarisasi lingkungan hidup berupa data dan informasi sumber daya alam yang meliputi: potensi dan ketersediaan, jenis yang dimanfaatkan, bentuk penguasaan, pengetahuan pengelolaan, bentuk kerusakan, konflik, dan penyebab konflik. Jika ketersediaan data dan informasi tersebut tersedia dengan baik, maka ekoregion akan menjadi unit analisis untuk menentukan daya dukung dan daya tampung serta cadangan sumber daya alam. Tentunya yang menjadi pertanyaan adalah:

1. Ketersediaan data dan informasi seperti yang dimaksudkan di atas.
2. Bagaimana informasi mengenai sumber daya alam tersebut dapat ditransformasikan menjadi informasi daya dukung dan daya tampung?

Terminologi Ekosistem adalah tatanan unsur lingkungan hidup yang merupakan kesatuan utuh-menyeluruh dan saling mempengaruhi dalam bentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitas lingkungan hidup. (UU 32/2009).

Ekoregion adalah wilayah geografis yang memiliki kesamaan ciri iklim, tanah, air, flora, dan fauna asli, serta pola interaksi manusia dengan alam yang menggambarkan integritas sistem alam dan lingkungan hidup. (UU 32/2009).

Pelestarian fungsi lingkungan hidup adalah rangkaian upaya untuk memelihara kelangsungan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Fungsi lingkungan hidup = daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup (UU 32/2009).

Jasa ekosistem merupakan kemampuan sebuah ekosistem dalam menghasilkan suatu produk dan jasa sehingga dapat berguna bagi manusia (MA, 2011; de Groot, 2002).

Fungsi lingkungan hidup (fungsi ekosistem) adalah ‘ the capacity of natural processes and components to provide goods and services that satisfy human needs, directly or indirectly’ (De Groot, 1992).

Fungsi ekologis: Ecological functions can be defined as involving “...ecological and evolutionary processes, including gene flow, disturbance, and nutrient cycling” (Noss, 1990). Ecological functions of organisms support the trophic structure of ecosystems, that is, energy flows, food webs, and nutrient cycling.

Kapasitas daya dukung dan daya tampung adalah ukuran kemampuan dari daya dukung dan daya tampung.

Konsepsi Jasa Ekosistem, Daya Dukung dan Daya Tampung Menurut UU 32/2009 penentuan daya dukung dan daya tampung berdasarkan pada inventarisasi lingkungan hidup dan ekoregion. Inventarisasi lingkungan hidup dilaksanakan untuk memperoleh data dan informasi mengenai sumber daya alam. Pemetaan ekoregion ditujukan untuk:

- a. Unit analisis dalam penetapan daya dukung dan daya tampung
- b. Dasar dalam penyusunan RPPLH
- c. Memperkuat kerjasama dalam pengelolaan dan perlindungan lingkungan hidup
- d. Acuan untuk pengendalian dan pelestarian jasa ekosistem
- e. Acuan pemetaan pada skala yang lebih besar

Pada ekosistem terdapat struktur dan proses. Struktur ekosistem adalah berbagai elemen biotik dan abiotik yang terdapat pada ekosistem tersebut. Sedangkan proses pada ekosistem adalah interaksi antar elemen tersebut yang biasanya berupa aliran materi, aliran energi, dan aliran informasi. Konsep ekoregion dapat dikatakan sebagai bentuk implementasi konsep ekosistem, atau dapat dikatakan sebagai ekosistem region.

Peta ekoregion yang sudah dikembangkan pada saat ini didasarkan pada karakteristik bentang alam, berupa geomorfologi, dan morfogenesis. Peta ekoregion telah mampu mendeliniasi batas-batas karakteristik tersebut, sehingga dapat terlihat perbedaan karakteristiknya. Sebagai ekosistem, setiap karakteristik ekoregion akan membentuk ekosistem dengan fungsi ekosistem yang berbeda

menurut karakteristiknya. Namun demikian, peta ekoregion belum cukup untuk memberikan informasi jasa ekosistem, namun bisa memberikan indikasi fungsi yang mungkin dominan pada suatu ekoregion.

Klasifikasi fungsi ekosistem ada empat (de Groot et al, 2000), yaitu: fungsi pengaturan, fungsi habitat, fungsi produksi, dan fungsi informasi. Fungsi pengaturan merupakan fungsi yang memberikan jasa ekosistem berupa kapasitas alami atau semi alami untuk mengatur proses ekologi dan mendukung sistem kehidupan. Fungsi habitat memberikan jasa ekosistem berupa tempat untuk tinggal dan berkembang biak.

Hubungan Ekoregion, Jasa Ekosistem, Daya Dukung, dan Daya Tampung penyediaan materi dan energi yang dibutuhkan oleh kehidupan. Sedang-kan fungsi informasi memberikan jasa ekosistem yang bermanfaat bagi kesehatan jiwa manusia.

Jika dikaitkan dengan daya dukung dan daya tampung, fungsi ekosistem dapat mewakili keduanya. Dapat diartikan bahwa daya dukung dan daya tampug merupakan kapasitas fungsi ekosistem dan jasa ekosistem dalam mendukung perikehidupan manusia atau makhluk lainnya yang berada pada suatu lokasi tertentu (ekoregion). Fungsi regulasi akan dapat mendukung daya tampung, sedangkan ketiga fungsi lainnya akan mendukung daya dukung.

Penggunaan sumber daya oleh manusia untuk kepentingan dan kesejahteraan manusia inilah yang disebut dengan jasa ekosistem. Kesejahteraan manusia dapat menjadi indikator kesehatan ekosistem atau kesehatan lingkungan hidup pada suatu wilayah. Pemetaan jasa ekosistem yang berbasiskan pada data spasial akan memberikan keuntungan karena dapat disintesis dengan peta ekoregion.

Sebagai unit analisis dalam penetapan daya dukung dan daya tampung, peta ekoregion tidak dapat langsung digunakan, tetapi harus disintesis dengan data lainnya sehingga dapat memberikan informasi yang dibutuhkan. Salah satunya adalah peta jasa ekosistem.

Metode Pemetaan Jasa Ekosistem Ekosistem adalah entitas yang kompleks yang terdiri atas komunitas tumbuhan, binatang, dan mikroorganisme yang dinamis beserta lingkungan abiotiknya yang saling berinteraksi sebagai satu kesatuan unit fungsional (MA, 2011). Fungsi ekosistem adalah kemampuan komponen ekosistem untuk melakukan proses alam dalam menyediakan materi dan jasa yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung (De Groot, 1992). Jasa ekosistem adalah keuntungan yang diperoleh manusia dari ekosistem (MA, 2011).

Jasa ekosistem dikategorikan menjadi empat, yaitu meliputi jasa penyediaan (provisioning), jasa pengaturan (regulating), jasa budaya (cultural), dan jasa pendukung (supporting) (MA, 2011). Berdasarkan empat kategori ini, dikelaskan ada 23 kelas klasifikasi jasa ekosistem, yaitu (De Groot, 2002):

- a. Jasa Penyediaan: (1) Bahan makanan, (2) Air bersih, (3) Serat, bahan bakar, dan bahan dasar lainnya, (4) Materi genetik, (5) Bahan obat dan biokimia, (6) Spesies hias.
- b. Jasa Pengaturan: (7) Pengaturan kualitas udara, (8) Pengaturan iklim, (9) Pencegahan gangguan, (10) Pengaturan air, (11) Pengolahan limbah, (12) Perlindungan tanah, (13) Penyerbukan, (14) Pengaturan biologis, (15) Pembentukan tanah.
- c. Budaya: (16) Estetika, (17) Rekreasi, (18) Inspirasi, (19) Warisan dan identitas budaya, (20) Spiritual, (21) Pendidikan.
- d. Pendukung: (22) Habitat berkembang biak, (23) Perlindungan plasma nutfah.

Untuk melihat jasa ekosistem dalam suatu ekoregion maka dilakukan suatu metode valuasi jasa ekosistem dengan pendekatan land use based proxy. Berdasarkan pada Peta Tutupan Lahan akan diperhitungkan indeks jasa ekosistem perkelas lahan dan indeks jasa ekosistem total (IJET) (Mashita, 2012). Pendekatan ini dimaksudkan untuk melihat pola distribusi dan kualitas secara spasial dari setiap jasa ekosistem pada setiap ekoregion yang dinilai melalui peta tutupan lahannya.

6. Aplikasi Peta Ekoregion dan Peta Jasa Ekosistem

Peta ekoregion dan peta jasa ekosistem dapat menjadi sumber informasi dalam menetapkan daya dukung dan daya tampung. Dari kedua peta tersebut dapat dilihat pada satu satuan ekoregion jasa ekosistem yang dominan. Sebagai contoh, peta ekoregion di daerah Jawa mempunyai karakteristik dataran vulkanik dan pegunungan vulkanik.

Karakteristik ekoregion dataran vulkanik di Pulau Jawa diantaranya adalah:

- a. Memiliki tanah yang subur dengan kandungan hara tinggi, solum tebal, mampu meresap air hujan sebagai imbuhan air tanah dengan baik, dominan masyarakat sebagai petani, pertumbuhan penduduk pesat dan kepadatan tinggi.
- b. Perkembangan wilayah yang pesat dan pertumbuhan penduduk yang tinggi menyebabkan kebutuhan lahan semakin tinggi, ancaman berupa alih fungsi lahan pertanian.

Karakteristik ekoregion pegunungan vulkanik di Pulau Jawa diantaranya memiliki sifat sebagian besar ekoregion ini masih berhutan lebat, memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi, memiliki sumber daya air permukaan maupun air tanah yang melimpah sepanjang tahun, berperan sebagai sumber cadangan air yang besar. Kedua karakteristik ekoregion ini dapat berdasarkan jasa ekosistemnya.

Kedua tipe ekoregion tersebut menkonfirmasi hubungan yang kuat antara karakteristik ekoregion, fungsi ekosistem, dan jasa ekosistem. Jika semua jasa ekosistem dalam satuan ekoregion di "gabungkan" akan menjadi indikator terhadap daya dukung dan daya tampung pada suatu satuan ekoregion.

Metode Penyusunan Daya Dukung dan Daya Tampung Jasa Lingkungan Daya dukung dan daya tampung diinterpretasikan sebagai tingkat maksimum penggunaan sumber daya dan debit limbah yang dapat ditanggung tanpa merusak fungsi, integritas, dan produktivitas dari ekosistem. Untuk dapat "menilai" tingkat maksimum penggunaan sumber daya dapat dilakukan dengan menggunakan ekoregion sebagai "batas" ketersediaan sumber daya dan jasa ekosistem untuk melihat fungsi lingkungan hidup.

Daya dukung dan daya tampung dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Melakukan inventarisasi fungsi lingkungan hidup dari setiap unit satuan analisis ekoregion.
- b. Menetapkan fungsi lingkungan hidup yang akan dilindungi (atau ditetapkan).
- c. "Menilai" daya dukung dan daya tampung setiap unit analisis (ekoregion), bisa dibantu dengan data lainnya (seperti densitas populasi, produktivitas pertanian, peternakan, perikanan, dll).
- d. Menetapkan daya dukung dan daya tampung dari setiap unit analisis (ekoregion).

"Menilai" daya dukung merupakan cara untuk menentukan apakah suatu unit analisis ekoregion dapat mendukung perikehidupan manusia/makhluk hidup lainnya di atasnya. Metode untuk menilai dapat dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya adalah:

- a. Perbandingan produksi kalori dan kebutuhan kalori perkapita.
- b. *Shape indeks* dan besarnya (magnitude) dari jasa ekosistem (metode dalam landscape ecology).
- c. Penilaian pakar (expert judgement).

Sedangkan untuk "menilai" daya tampung dapat dilakukan dengan pemodelan/analisis atau dengan melihat indikasi di lapangan atau berdasarkan data informasi yang mendukung.

Tahapan penetapan daya dukung dan daya tampung seperti pada paragraf awal adalah menentukan tingkat maksimum penggunaan sumber daya. Sumber daya yang dimaksud adalah sumber daya ruang yang ada pada satuan unit analisis ekoregion. Misalnya pada ekoregion dataran vulkanik di daerah cekungan Bandung terdapat dua jasa ekosistem yang dominan (jasa ekosistem penyedia pangan dan fungsi habitat), jika keduanya menjadi prioritas untuk dilindungi/ditetapkan maka penetapan daya dukung dan daya tampung adalah menetapkan penggunaan tingkat maksimum penggunaan lahan/ruang untuk pemukiman dan budidaya.

Tingkat maksimum ini dapat berupa angka prosentase atau luasan minimum/maksimum yang dipertahankan atau ditetapkan agar fungsi lingkungan tetap berjalan pada satuan unit analisis

ekoregion tersebut. Dalam penetapan ini tentunya melihat azas-azas perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Dalam penetapan daya dukung dan daya tampung tingkat nasional, tingkat pulau, dan tingkat propinsi dapat dilakukan berdasarkan akumulasi dari unit-unit analisis.

Penetapan daerah/kawasan dari ekoregion untuk daya dukung untuk fungsi ekologis dapat disebut sebagai pencadangan sumber daya. Dimana ekoregion itu direservasi (dicadangkan) untuk menjaga fungsi ekologi/fungsi lingkungan hidup. Fungsi ekologi/fungsi lingkungan hidup yang dimaksud adalah fungsi yang mendukung berjalannya proses ekologis seperti jasa ekosistem pengaturan air, jasa ekosistem pengaturan iklim, dan lainnya.

Penentuan daya dukung dan daya tampung merupakan proses yang kompleks, bahkan pada tingkat penelitian. Kompleksitas, pendekatan, dan cara pandang penetapan daya dukung dan daya tampung sangat beragam dan menjadi kendala dalam penetapan daya dukung dan daya tampung yang dimaksud pada Undang-undang No. 32 Tahun 2009. Pendekatan yang disampaikan pada tulisan ini diharapkan dapat memberikan masukan pada permasalahan implementasi penetapan daya dukung dan daya tampung yang diamanatkan Undang-undang.

Metode

1. Metode Penelitian

Penentuan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup merupakan instrumen yang menjelaskan proses/cara kajian ilmiah untuk menentukan/mengetahui kemampuan suatu wilayah dalam mendukung kebutuhan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya.

Oleh karena itu, dalam penentuan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup dilakukan melalui pendekatan spasial berdasarkan unit analisis, parameter, indikator dan tolok ukur pada masing-masing unit analisis tersebut. Mengingat daya dukung dan daya tampung bersifat dinamis dan kompleks dan sangat tergantung kepada karakteristik geografi suatu wilayah, jumlah penduduk dan kondisi eksisting sumber daya alam di wilayahnya masing-masing.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan survey dan interpretasi citra satelit resolusi tinggi (CSRT).

2. Alat dan Bahan yang digunakan dalam Penelitian

2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. GPS (Global Position System):
Digunakan untuk mendapatkan informasi letak serta altitude obyek
2. Seperangkat Komputer:
Digunakan untuk mengolah data hasil survei dan interpretasi

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Peta ekoregion Sumatera skala 1:250.000
2. Peta RBI digital skala 1:50.000
3. Citra landsat 8 dan SPOT 6 tahun 2016

3. Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini ada dua, yaitu:

1. Data primer
Data yang diperoleh dari hasil survei, antara lain: hasil interpretasi, pengukuran, dokumentasi dan wawancara (bila diperlukan).
2. Data sekunder
Data yang diperoleh dari: studi literatur, dan instansi yang terkait dengan penelitian.

4. Variabel penelitian

Adapun variabel yang digunakan adalah:

1. Peta penyedia pangan
2. Peta penyedia air bersih
3. Peta penyedia serat
4. Peta penyedia energi
5. Peta penyedia sumber genetik.

5. Penentuan DDDTLH

Secara umum teknik perhitungan daya dukung dan daya tampung tergantung dari fungsi atau tujuan yang akan diukur apakah menyangkut aspek ekonomi, demografi dan sebagainya. Setiap penentuan variabel penelitian Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan didasarkan pada hasil **overlay** untuk setiap Jasa ekosistem berdasarkan 5 kriteria, yaitu:

1. Sangat rendah
2. Rendah
3. Sedang
4. Tinggi
5. Sangat tinggi.

6. Analisis Data

Adapun analisis yang dapat digunakan untuk menentukan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup adalah deskriptif melalui teknik overlay data spasial dengan metode skoring untuk masing-masing variabel yang digunakan dalam penelitian.

Unit analisis adalah satuan analisis untuk mengukur kemampuan wilayah baik pada level nasional, pulau/ kepulauan, provinsi, ekoregion lintas kabupaten/kota, kabupaten/kota dan ekoregion di wilayah kabupaten/kota serta lingkungan tematik dalam konteks daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Dalam menentukan daya dukung, unit analisis ini bisa terbagi atas unit administrasi maupun unit ekoregion dengan kebutuhan data yang berbeda. Berikut ini adalah Tabel yang menggambarkan unit analisis daya dukung dan data yang diperlukan:

Tabel 3. Unit analisis daya dukung dan data yang diperlukan

Unit Analisis/Wilayah	Klasifikasi Wilayah	Sumber Data
Wilayah Administrtasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nasional 2. Provinsi 3. Kabupaten/ Kota 4. Kecamatan 5. Desa 	Data Administrasi dan Data spasial
Wilayah Fungsional (Tata Ruang)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kawasan Lindung 2. Kawasan Budidaya 3. Kawasan Rawan Bencana 4. Kawasan Startegis 	Data Spasial
Wilayah Ekologis		
Daerah Aliran Sungai	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daerah hulu 2. Daerah tengah 3. Daerah hilir 	Data Spasial dan Data Administrasi
Ekoregion (Pendekatan Landform)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bentuk lahan asal proses vulkanik 2. Bentuk lahan asal proses structural 3. Bentuk lahan asal proses fluvial 4. Bentuk lahan asal proses solusional 5. Bentuk lahan asal proses denudasional 6. Bentuk lahan asal proses eolian 7. Bentuk lahan asal proses marine 8. Bentuk lahan asal proses glasial 9. Bentuk lahan asal proses organik 10. Bentuk lahan asal proses antropogenik 	Data Spasial

Sumber: Muta'ali, 2011.

Referensi

- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Asdak, C, 2003, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Yogyakarta.
- Alcamo, Joseph et al.,ed. 2003. *Ecosystems and Human Well-being : a Framework for Assessment/Millenum Ecosystem Assessment*. Island Press.
- Barus, B. 2011. Penentuan Daya Dukung berdasarkan Kemampuan Lahan : Pengalaman Kajian Untuk Pemanfaatan Ruang di Aceh, Kabupaten Garut dan Kota Banjarmasin. *Disampaikan pada pertemuan awal Kajian Daya Dukung Lingkungan Hidup Pulau Sumatra Hotel Aryaduta*, Pekanbaru, Riau, 15 Agustus 2011.
- Barus, B and DO. Pribadi, 2009. Development of Ecovillage in Regional Development and Planning Framework, in *Academic Document for Ecovillage Development*, IPB.
- Barus, B, LS. Iman, DR. Panuju, and BH.Trisasongko. 2011. Sustainable Rice Field to Assure Food Security in Garut Regency, West Java. *Proceeding of Interseminar : Geospatial and Human Dimensions on Natural Resource Management*. Crespent IPB.
- Bintarto, R. dan Hadisumarno, Surastopo. 1982. *Metode Analisis Geografi*. LP3ES. Jakarta.
- Burkhard, B.,Kroll, F., Muller, F. dan Windhorst,W. 2009. Landscapes Capacities to Provide Ecosystem Services – a Concept for Land-Cover Based Assessment, *Landscape Online*, 15,122.
- De Groot, R.S. (1992). *Functions of Nature Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making*. Wolters-Noordhoff, Groningen.
- De Groot E, et al. (2000) Very low amounts of glucose cause repression of the stress-responsive gene HSP12 in *Saccharomyces cerevisiae*.
- De Groot R, Wilson M, Boumans R. 2002. A Typology for The Classification, Description, and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services, *Ecological Economics*, 41,393-408

- De Groot, R., Alkamade, R., Braat, L., Willemen, L. 2010. Challenges in Integrating The Concept of Ecosystem Services and Values in Landscape Planning, Management and Decision Making, *Ecological Complexity*, 7, 260-272.
- Donald L. Tuttle. Indiana University. The suggestions of Michael Goldberg and ... First published: May 1975. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1975.tb01825.x>
- Eigenbrod, F., Armsworth, P.R., Anderson, B.J., Heinemeyer, A., Gillings, S., Roy, D. B., Thomas, C.D., dan Gaston, K. 2010. The Impact of Proxy-based methods on Mapping The Distribution of Ecosystem Services. *Journal of Applied Ecology*.
- Fauzi, A. 2014. *Valuasi Ekonomi dan penilaian Kerusakan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Bogor : IPB Press.
- Firdian, A.B. Barus, and D.O. Pribadi. 2010. Study of Spatial Pattern of Environmental Carrying Capacity in Garut, *Journal ITSL*, 12(2):40-46.
- Forman, R. 1995. *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Harvard University, Massachusetts.
- Hockensmith, R.D. and Steele J.B. 1943. Recent Trend in Use of Land Capability Classification. *Proc Soil Am* 14.
- Langgeng Wahyu Santoso (2013). *Metodologi Penelitian Sosial dan Ekonomi*. Kecana Prenada Jakarta.
- Lobeck, A. K. *Geomorphology*. 1939. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Muta'ali, Luthfi. 2011. *Daya Dukung Lingkungan untuk Perencanaan Pengembangan Wilayah*. Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi UGM.
- Muta'ali, Luthfi. 2013. Hubungan Tekanan Penduduk dan Daya Dukung Lingkungan di Wilayah Perdesaan Provinsi Yogyakarta. Laporan Penelitian. LPPM UGM.
- Muta'ali Luthfi. 2011. Environmental Carrying Capacity Based on Spatial Planning. *Indonesian Journal of Geography*. Vol 43, No 2 (2011).
- Noss, R. F. (1990). Indicators for Monitoring Biodiversity A Hierarchical Approach. *Conservation Biology*, 4, 355-364.

Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional

Permen PU Nomor 20/PRT/M/2007 tentang Pedoman Teknik Analisis Aspek Fisik dan Lingkungan, Ekonomi, serta Sosial Budaya dalam Penyusunan Rencana Tata Ruang

Permen LH Nomor 17 Tahun 2009 tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup dalam Penataan Ruang Wilayah.

Permen LH 28/2009 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau/Waduk.

Permen LH No. 1/2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air.

Rustiandi, E., B.Barus, Prastowo, dan La Ode S.I.,2010. Kajian Daya Dukung Lingkungan Hidup Provinsi Aceh. Crespent Press.

Sitorus, S. (2004) Evaluasi Sumberdaya Lahan. Bandung: Tarsito.

Thornbury,1954. Principle Of Geomorphology. New York: John Willy & Sons Inc.

Undang-undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Undang-Undang 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup

Undang-undang Nomor 25 Tahun 2004 tentang Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional

Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang

Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Mineral Energi dan Batubara.

Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2014 tentang Kelautan.

Undang-Undang Nomor 39 tahun 2014 tentang Perkebunan.

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan.

Verstappen, 1977. New York : Elsevier Scientific Pub. Co.; New York. distributors for the United States and Canada, Elsevier/ North-Holland.

Vink, A. P. A. 1983. Landscape Ecology and Land Use. 264 Seiten, 34 Abb., 39 Tabellen. Longman Group Limited, London und New York.

Widiyanto, Ibnu. 2008. Pointers: Metodologi Penelitian. Semarang:
<https://www.google.com/search?q=Mashita%2C+2012&oq=Mashita%2C+2012&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Diakses tanggal 18 Desember 2018 Pukul 09.00 wib.

Kajian Pengelolaan Sampah Di Kabupaten Way Kanan

Anang Risgiyanto

Pendahuluan

Kajian ini bertujuan untuk menganalisis Pengelolaan Sampah Kabupaten Way Kanan. Data yang digunakan dalam kajian ini adalah primer dan sekunder. Hasil kajian diharapkan dapat memberikan gambaran utuh pengelolaan sampah di Kabupaten Way Kanan.

Sumber daya alam adalah unsur lingkungan yang terdiri atas sumber daya alam hayati, sumber daya alam non hayati dan sumber daya buatan, merupakan salah satu aset pembangunan Indonesia yang penting. Sebagai modal dasar pembangunan sumber daya alam harus dimanfaatkan seefektif mungkin tetapi dengan cara yang tidak merusak, cara-cara yang dipergunakan harus dipilih untuk dapat memelihara dan mengembangkan agar modal dasar tersebut makin besar manfaatnya untuk pembangunan lebih lanjut di masa mendatang. Kabupaten Way Kanan diresmikan pada tanggal 27 April 1999 berdasarkan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 1999 dengan pusat Pemerintahan di Kecamatan Blambangan Umpu. Hal ini disebabkan karena (i) Kecamatan Blambangan Umpu berada di tengah-tengah wilayah Way Kanan sehingga untuk melakukan pengawasan oleh pemerintah kabupaten akan lebih mudah, (ii) Kecamatan Blambangan Umpu berada pada jalur lalu lintas jalan darat dari yaitu Sumatera Selatan, Bengkulu dan Lampung.

Kabupaten Way Kanan memiliki sumber daya alam yang sangat melimpah. Oleh karena itu harus dimanfaatkan untuk memajukan masyarakat yang menjadi kewajiban bagi pemerintah Kabupaten Way Kanan. Wilayah-wilayah kabupaten way kanan harus di tata dan dikembangkan sesuai dengan keunggulan daya saing dan sifat komprentifnya, salah satunya yang ada di kampung. Kampung dirancang sebaik mungkin agar memiliki produksi unggulan salah satunya pertambangan emas yang ada di Kecamatan

Blambangan umpu. Hal inilah yang menjadikan kampung sebagai titik pijak untuk meraih kesejahteraan dan mandiri bisa tumbuh untuk memenuhi kebutuhan ekonominya. Sumber daya alam tidak akan berarti tanpa adanya sumber daya manusia yang mengoptimalkannya. Masyarakat harus dimotivasi untuk kreatif, inovasi, dan mau bekerja keras untuk melawan kemiskinan. Melawan kemiskinan bukanlah hal yang mudah dan bisa dilakukan dengan instan namun membutuhkan waktu dan proses, oleh karna itu Kabupaten Way Kanan membuka peluang kerja bagi investor untuk melakukan pertambangan emas di Kecamatan Blambangan umpu.

Dalam kehidupan sehari-hari, sampah adalah sesuatu yang tidak asing lagi, setiap mata memandang di situ ada sampah, memang berlebihan jika dikatakan demikian. Namun semua itu memang kenyataan yang tidak dapat dipungkiri lagi. Sampah merupakan kotoran; bisa sesuatu yang tak terpakai dan dibuang; semua barang yang dibuang karena dianggap tak berguna lagi, berarti dapat dikatakan sampah adalah barang bekas, barang buangan, barang tidak berguna, barang kotor dan lain-lain. Seharusnya dimanfaatkan, diolah dikelola sesuai dengan prosedur 3R *Reduce* (mengurangi penggunaan barang yang menghasilkan sampah), *Reuse* (menggunakan kembali barang yang biasa dibuang), dan *Recycle* (mendaur ulang sampah).

Dalam kenyataannya, pengelolaan pengolahan sampah dalam kehidupan sehari-hari tidak seperti yang kita bayangkan. Sampah banyak dijumpai dimana-mana tanpa adanya pengelolaan yang baik. Pengelolaan yang buruk mengakibatkan pencemaran baik pencemaran udara, air di dalam dan atas permukaan, tanah, serta munculnya berbagai macam penyakit yang mengancam kesehatan masyarakat. Sampah sering menjadi barang tidak berarti bagi manusia, sehingga menyebabkan sikap acuh tak acuh terhadap keberadaan sampah. Orang sering membuang sampah sembarangan, seolah-olah mereka tidak memiliki salah apapun. Padahal membuang sampah merupakan perbuatan tidak menunjukkan kepedulian terhadap lingkungan.

Menghadapi permasalahan dari timbulan sampah yang semakin hari semakin meningkat, diperlukan fasilitas pendukung

dalam pengelolaan persampahan. Selain itu, mengingat meningkatnya penduduk serta memiliki tingkat ekonomi yang serba berkecukupan, maka diperlukan teknologi yang mudah dan murah dalam mengolah sampah.

Sebagai provinsi yang berkembang, kabupaten/kota di Provinsi Lampung menimbulkan timbulan sampah yang besar pula. Timbulan sampah yang tidak terurus akan menyebabkan terjadinya lingkungan yang kumuh dan menjadi tempat berkembangbiaknya sumber-sumber penyakit. Penanganan sampah yang ada selama ini selalu bertumpu pada pendekatan akhir (*end of pipe*), yakni memindahkan sampah dari satu tempat ke tempat yang lain (TPS/TPA).

Penanganan sampah seperti ini sama halnya dengan memindahkan masalah dari satu tempat ke tempat yang lain. Bila hal ini terus menerus dilakukan maka dalam beberapa dekade ke depan bumi ini akan penuh dengan timbunan sampah. Pengelolaan sampah harus memerlukan sistem pengelolaan yang efektif, efisien dan ekonomis dalam pendayagunaan biaya, tenaga dan sarana.

Pengolahan sampah di TPA akan menghasilkan limbah jenis lain seperti halnya air lindi yang berbahaya bagi lingkungan. Lindi yang dihasilkan dari TPA biasanya disalurkan melalui pengumpul yang akan mengalir ke dalam instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang terdiri dari bak kontrol, bak *fakultatif*, bak *maturasi*, bak filtrasi kerikil dan bak *bio indikator*. Kinerja pada IPAL dipengaruhi faktor kriteria desain (waktu tinggal, beban BOD, beban volumetrik). Kinerja IPAL yang tidak optimal menyebabkan lindi yang dibuang ke sungai dapat menyebabkan pencemaran air sungai dan air tanah.

Kasus-kasus pembuangan lindi yang berkualitas buruk ke sungai mungkin saja terjadi di beberapa TPA di Provinsi Lampung. Penyebabnya mungkin saja faktor teknis atau non teknis. Pengetahuan mengenai kinerja beberapa IPAL di TPA-TPA di Provinsi Lampung adalah hal yang sangat penting untuk dilakukan. Oleh karena itu, penelitian bertujuan untuk meninjau dan merevitalisasi instalasi pengolahan air limbah (IPAL) untuk lindi pada beberapa tempat pembuangan akhir (TPA) di provinsi Lampung.

Prosedur penulisan ini diawali dengan pengumpulan data. Langkah berikutnya adalah menyeleksi informasi-informasi tersebut yang sesuai dengan masalah yang dikaji kemudian dianalisis. Penyajian karya tulis ini dilakukan secara deskriptif, yaitu secara jelas tentang Pengelolaan Sampah di Kabupaten Way Kanan menuju Way Kanan Maju dan Berdaya Saing 2021.

Berdasarkan sifatnya sampah dapat digolongkan sebagai berikut:

a. Sampah organik dapat diurai (degradable)

Sampah organik yaitu sampah yang mudah membusuk seperti sisa makanan, sayuran, daun-daun kering, dan sebagainya. Sampah ini dapat diolah lebih lanjut menjadi kompos.

b. Sampah anorganik tidak terurai (undegradable)

Sampah anorganik yaitu sampah yang tidak mudah membusuk, seperti plastik wadah pembungkus makanan, kertas, plastik mainan, botol dan gelas minuman, kaleng, kayu, dan sebagainya.

Menurut sumbernya sampah dapat digolongkan sebagai berikut:

- a. Sampah alam
- b. Sampah manusia
- c. Sampah konsumsi
- d. Sampah nuklir
- e. Sampah industri
- f. Sampah pertambangan.

Sampah adalah bahan baik padat atau cairan yang tidak dipergunakan lagi dan dibuang. Menurut bentuknya sampah dapat dibagi menjadi:

A. Sampah Padat

Sampah padat adalah segala bahan buangan selain kotoran manusia, urine dan sampah cair. Dapat berupa sampah rumah tangga: sampah dapur, sampah kebun, plastik, metal, gelas dan lain-lain. Menurut bahannya sampah ini dikelompokkan menjadi sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik Merupakan sampah yang berasal dari barang yang mengandung bahan-bahan organik, seperti sisa-sisa sayuran, hewan, kertas, potongan-potongan kayu

dari peralatan rumah tangga, potongan-potongan ranting, rumput pada waktu pembersihan kebun dan sebagainya. Berdasarkan kemampuan diurai oleh alam (biodegradability), maka sampah dapat dibagi lagi menjadi:

- a. *Biodegradable*: yaitu sampah yang dapat diuraikan secara sempurna oleh proses biologi baik aerob atau anaerob, seperti: sampah dapur, sisa-sisa hewan, sampah pertanian dan perkebunan.
- b. *Non-biodegradable*: yaitu sampah yang tidak bisa diuraikan oleh proses biologi. Dapat dibagi lagi menjadi:
 - a) *Recyclable*: sampah yang dapat diolah dan digunakan kembali karena memiliki nilai secara ekonomi seperti plastik, kertas, pakaian dan lain-lain.
 - b) *Non-recyclable*: sampah yang tidak memiliki nilai ekonomi dan tidak dapat diolah atau diubah kembali seperti tetra packs, carbon paper, thermo coal dan lain-lain.

B. Sampah Cair

Sampah cair adalah bahan cairan yang telah digunakan dan tidak diperlukan kembali dan dibuang ke tempat pembuangan sampah.

- a) Sampah hitam: sampah cair yang dihasilkan dari toilet dan industri. Sampah ini mengandung patogen yang berbahaya.
- b) Sampah rumah tangga: sampah cair yang dihasilkan dari dapur, kamar mandi dan tempat cucian. Sampah ini mungkin mengandung patogen.

Dalam kehidupan manusia, sampah dalam jumlah besar datang dari aktivitas industri (dikenal juga dengan sebutan limbah), misalnya pertambangan, manufaktur, dan konsumsi. Hampir semua produk industri akan menjadi sampah pada suatu waktu, dengan jumlah sampah yang kira-kira mirip dengan jumlah konsumsi. Untuk mencegah sampah cair adalah pabrik-pabrik tidak membuang limbah sembarangan misalnya membuang ke selokan.

C. Sampah alam

Sampah yang diproduksi di kehidupan liar diintegrasikan melalui proses daur ulang alami, seperti halnya daun-daun kering di hutan yang terurai menjadi tanah. Di luar kehidupan liar, sampah-sampah ini dapat menjadi masalah, misalnya daun-daun kering di lingkungan pemukiman.

D. Sampah manusia

Sampah manusia (Inggris: human waste) adalah istilah yang biasa digunakan terhadap hasil-hasil pencernaan manusia, seperti feses dan urin. Sampah manusia dapat menjadi bahaya serius bagi kesehatan karena dapat digunakan sebagai vektor (sarana perkembangan) penyakit. Sampah dapat berada pada setiap fase materi: padat, cair, atau gas. Ketika dilepaskan dalam dua fase yang disebutkan terakhir, terutama gas, sampah dapat dikatakan sebagai emisi. Emisi biasa dikaitkan dengan polusi.

E. Limbah radioaktif

Sampah nuklir merupakan hasil dari fusi nuklir yang menghasilkan uranium dan thorium yang sangat berbahaya bagi lingkungan hidupan juga manusia. Oleh karena itu sampah nuklir disimpan ditempat-tempat yang tidak berpotensi tinggi untuk melakukan aktivitas tempat-tempat yang dituju biasanya bekas tambang garam atau dasar laut (walau jarang namun kadang masih dilakukan).

Sampah-sampah yang tidak dikelola dengan baik akan berpengaruh besar terhadap lingkungan hidup yang berada disekitarnya, dimana sampah akan menimbulkan beberapa dampak negatif dan bencana seperti:

1. Dampak Terhadap Kesehatan Lokasi dan pengelolaan sampah yang kurang memadai (pembuangan sampah yang tidak terkontrol) merupakan tempat yang cocok bagi beberapa organisme dan menarik bagi berbagai binatang seperti lalat dan anjing yang dapat menjangkitkan penyakit.
2. Potensi bahaya kesehatan yang dapat ditimbulkan adalah sebagai berikut:

- a. Penyakit diare, kolera, tifus menyebar dengan cepat karena virus yang berasal dari sampah dengan pengelolaan tidak tepat dapat bercampur air minum. Penyakit demam berdarah (haemorrhagic fever) dapat juga meningkat dengan cepat di daerah yang pengelolaan sampahnya kurang memadai.
- b. Penyakit jamur dapat juga menyebar (misalnya jamur kulit).
- c. Penyakit yang dapat menyebar melalui rantai makanan. Salah satu contohnya adalah suatu penyakit yang ditularkan oleh cacing pita (taenia). Cacing ini sebelumnya masuk ke dalam pencernaan binatang ternak melalui makanannya yang berupa sisa makanan/sampah.

F. Sampah beracun

Telah dilaporkan bahwa di Jepang kira-kira 40.000 orang meninggal akibat mengkonsumsi ikan yang telah terkontaminasi oleh raksa (Hg). Raksa ini berasal dari sampah yang dibuang ke laut oleh pabrik yang memproduksi baterai dan akumulator.

G. Rusaknya Lingkungan

Cairan rembesan sampah yang masuk ke dalam drainase atau sungai akan mencemari air. Berbagai organisme termasuk ikan dapat mati sehingga beberapa spesies akan lenyap, hal ini mengakibatkan berubahnya ekosistem perairan biologis. Penguraian sampah yang dibuang ke dalam air akan menghasilkan asam organik dan gas-cair organik, seperti metana. Selain berbau kurang sedap, gas ini dalam konsentrasi tinggi dapat meledak.

H. Terjadinya Banjir

Banjir merupakan peristiwa terbenamnya daratan (yang biasanya kering) karena volume air yang meningkat. Banjir dapat terjadi karena peluapan air yang berlebihan di suatu tempat akibat hujan besar dan peluapan air sungai. Sampah yang dibuang ke dalam got/saluran air yang menyebabkan manpat adalah faktor utama yang belum disentuh, berton-ton sampah masuk aliran sungai dan memampatkan aliran dan menyebabkan polusi sampah di muara pantai, sungai dan danau. Banjir dan sampah, keduanya

dipandang oleh sebagian golongan sangat berhubungan dengan sebab-akibat. Dimana sampah mengakibatkan banjir dan banjir mengakibatkan sampah. bukan semata masalah perilaku, namun lebih dalam dari itu adalah masalah kesejahteraan. Sampah sungai berasal dari sampah rumah tangga dari warga yang bertempat tinggal dipinggiran sungai, mereka tidak mempunyai tempat pembuangan sampah resmi yang dikoordinir lingkungannya. Ini berkaitan juga dengan kebiasaan warga/penduduk yang tidak mempunyai kesadaran artinya polusi, tenggang rasa serta kebiasaan mau enakny sendiri. Ini berkaitan budaya masyarakat yang kurang pembinaan tentang artinya kebersihan lingkungan dan cara mengatasi.

I. Dampak Terhadap Keadaan Sosial dan Ekonomi

Dampak yang apat ditimbulkan sampah terhadap keadaan sosial ekonomi adalah:

- a. Pengelolaan sampah yang kurang baik akan membentuk lingkungan yang kurang menyenangkan bagi masyarakat: bau yang tidak sedap dan pemandangan yang buruk karena sampah bertebaran dimana-mana.
- b. Memberikan dampak negatif terhadap kepariwisataan.
- c. Pengelolaan sampah yang tidak memadai menyebabkan rendahnya tingkat kesehatan masyarakat. Hal penting di sini adalah meningkatnya pembiayaan secara langsung (untuk mengobati orang sakit) dan pembiayaan secara tidak langsung (tidak masuk kerja, rendahnya produktivitas).
- d. Pembuangan sampah padat ke badan air dapat menyebabkan banjir dan akan memberikan dampak bagi fasilitas pelayanan umum seperti jalan, jembatan, drainase, dan lain-lain.

Infrastruktur lain dapat juga dipengaruhi oleh pengelolaan sampah yang tidak memadai, seperti tingginya biaya yang diperlukan untuk pengolahan air. Jika sarana penampungan sampah kurang atau tidak efisien, orang akan cenderung membuang sampahnya di jalan. Hal ini mengakibatkan jalan perlu lebih sering dibersihkan dan diperbaiki.

Upaya-upaya dalam pengelolaan sampah

Pengelolaan sampah adalah pengumpulan, pengangkutan, pemrosesan, pendaur-ulangan, atau pembuangan dari material sampah. Kalimat ini biasanya mengacu pada material sampah yg dihasilkan dari kegiatan manusia, dan biasanya dikelola untuk mengurangi dampaknya terhadap kesehatan, lingkungan atau keindahan. Pengelolaan sampah juga dilakukan untuk memulihkan sumber daya alam. Pengelolaan sampah bisa melibatkan zat padat, cair, gas, atau radioaktif dengan metoda dan keahlian khusus untuk masing masing jenis zat.

Praktek pengelolaan sampah berbeda beda satu Negara ke Negara yang lain (sesuai budaya yang berkembang), dan hal ini berbeda juga antara daerah perkotaan dengan daerah perdesaan, serta berbeda juga antara daerah perumahan dengan daerah industri. Pengelolaan sampah yang tidak berbahaya dari pemukiman dan institusi di area metropolitan biasanya menjadi tanggung jawab pemerintah daerah, sedangkan untuk sampah dari area komersial dan industri biasanya ditangani oleh perusahaan pengolah sampah.

Pengelolaan sampah memiliki tujuan untuk mengubah sampah menjadi material yang memiliki nilai ekonomis dan juga untuk mengolah sampah agar menjadi material yang tidak membahayakan bagi lingkungan hidup. Metode pengelolaan sampah berbeda beda tergantung banyak hal, diantaranya tipe zat sampah, tanah yg digunakan untuk mengolah, dan ketersediaan area.

Upaya-upaya dalam pengelolaan sampah, dapat dilakukan dengan menerapkan beberapa metode atau cara sebagai berikut:

1) Melakukan Metode Pembuangan dan Penimbunan

Pembuangan sampah pada penimbunan darat termasuk menguburnya untuk membuang sampah, metode ini adalah metode paling populer di dunia. Penimbunan ini biasanya dilakukan di tanah yg tidak terpakai, lubang bekas pertambangan, atau lubang lubang dalam. Sebuah lahan penimbunan darat yg dirancang dan dikelola dengan baik akan menjadi tempat penimbunan sampah yang hiegenis dan murah. Sedangkan penimbunan darat yg tidak dirancang dan tidak dikelola dengan baik akan menyebabkan berbagai masalah lingkungan, diantaranya angin berbau sampah,

menarik berkumpulnya Hama, dan adanya genangan air sampah. Efek samping lain dari sampah adalah gas metan dan karbon dioksida yang juga sangat berbahaya. Karakteristik desain dari penimbunan darat yang modern diantaranya adalah metode pengumpulan air sampah menggunakan bahan tanah liat atau pelapis plastik. Sampah biasanya dipadatkan untuk menambah kepadatan dan kestabilannya, dan ditutup untuk tidak menarik hama (biasanya tikus). Banyak penimbunan sampah mempunyai sistem pengekstrasi gas yang dipasang untuk mengambil gas yang terjadi. Gas yang terkumpul akan dialirkan keluar dari tempat penimbunan dan dibakar di menara pembakar atau dibakar di mesin berbahan bakar gas untuk membangkitkan listrik.

2) Melakukan Metode Daur-ulang

Proses pengambilan barang yang masih memiliki nilai dari sampah untuk digunakan kembali disebut sebagai Daur-ulang. Ada beberapa cara daur ulang yaitu pengampilan bahan sampah untuk diproses lagi atau mengambil kalori dari bahan yang bisa dibakar untuk membangkitkan listrik. Metode baru dari Daur-Ulang yaitu:

a) Pengolahan kembali secara biologis

Material sampah (organik), seperti zat makanan, sisa makanan/kertas, bisa diolah dengan menggunakan proses biologis untuk kompos atau dikenal dengan istilah pengkomposan. Hasilnya adalah kompos yang bisa digunakan sebagai pupuk dan gas yang bisa digunakan untuk membangkitkan listrik.

Metode ini menggunakan sistem dasar pendegradasian bahan-bahan organik secara terkontrol menjadi pupuk dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme. Aktivitas mikroorganisme bisa dioptimalisasi pertumbuhannya dengan pengkondisian sampah dalam keadaan basah (nitrogen), suhu dan kelembaban udara (tidak terlalu basah dan atau kering), dan aerasi yang baik (kandungan oksigen). Secara umum, metode ini bagus karena menghasilkan pupuk organik yang ekologis (pembenah lahan) dan tidak merusak lingkungan. Serta sangat memungkinkan melibatkan langsung masyarakat sebagai pengelola (basis komunal) dengan pola manajemen sentralisasi desentralisasi (se-Desentralisasi) atau

metode Inti (Pemerintah/Swasta)-Plasma (kelompok usaha di masyarakat). Hal ini pula akan berdampak pasti terhadap penanggulangan pengangguran. Metode ini yang perlu mendapat perhatian serius/penuh oleh pemerintah daerah (kab/kota).

Proses pembuatan kompos adalah dengan menggunakan aktivator EM-4, yaitu proses pengkomposan dengan menggunakan bahan tambahan berupa mikroorganisme dalam media cair yang berfungsi untuk mempercepat pengkomposan dan memperkaya mikroba. Bahan-bahan yang digunakan adalah : Bahan Baku Utama berupa sampah organik, Kotoran Ternak, EM4, Molase dan Air. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah : Sekop, Cakar, Gembor, Keranjang, Termometer, Alat pencacah, Mesin giling kompos dan Ayakan.

Contoh dari pengolahan sampah menggunakan teknik pengkomposan adalah Green Bin Program (program tong hijau) di Toronto, Kanada dimana sampah organik rumah tangga seperti sampah dapur dan potongan tanaman dikumpulkan di kantong khusus untuk di komposkan.

Tumbuhan dan hewan yang telah mati, setelah mengalami penghancuran dan pembusukan oleh mikroba akan menjadi komponen organik tanah. Kadar bahan organik di dalam tanah sangat bervariasi, mulai 95% pada tanah gambut sampai 0% pada tanah di padang pasir. Tanah pertanian yang ideal harus mengandung bahan organik sekitar 15%. Kandungan bahan organik tanah dapat diketahui dengan cara mengeringkan tanah sejumlah tertentu kemudian membakarnya pada suhu yang tinggi sehingga seluruh bahan organiknya terurai menjadi H_2O dan CO_2 . Berat yang hilang dari tanah kering itu adalah bahan organik yang dikandung oleh tanah tersebut. Salah satu bentuk bahan organik yang penting di dalam tanah adalah humus. Humus sangat halus, mengandung selulosa, lignin, berbentuk koloid dengan kapasitas imbibisi yang tertinggi.

Air dalam tanah merupakan komponen yang penting bagi kehidupan tumbuhan karena di dalam air tanah biasanya terlarut banyak mineral dan senyawa lain, yang secara keseluruhan disebut larutan tanah. Larutan ini adalah sumber nutrisi bagi tumbuhan.

Udara yang mengisi rongga-ronga antar partikel tanah disebut atmosfer tanah. Keberadaan udara antar partikel tanah ini sangat ditentukan oleh ukuran tanah yang menyusunnya, yaitu berkisar 30% untuk tanah pasir sampai 50% untuk tanah liat. Untuk tanah yang kaya bahan organik memiliki kandungan udara lebih dari 50% sebaliknya pada tanah yang kandungan airnya berlebihan (mungkin pada tingkat jenuh air) memiliki kandungan udara mendekati 0%.

Organisme (flora dan fauna) yang hidup dan berada didalam tanah merupakan bagian dari tanah itu sendiri. Organisme ini banyak perannya dalam menentukan struktur dan sifat tanah, seperti tingkat kegemburan, kandungan organik dan mineral serta udara tanah. Yang termasuk ke dalam flora tanah adalah jamur, bakteri gangguan sedangkan fauna tanah adalah protozoa, cacing tanah, insekta, larva insekta dan hewan-hewan tingkat tertinggi yang membuat lubang dalam tanah.

Air merupakan pelarut senyawa/mineral yang diperlukan oleh tumbuhan yang keberadaanya di dalam tanah terikat oleh daya absorpsi atau tekanan hidrostatik. Potensial asmotik air tanah merupakan faktor penting dalam hubungan tumbuhan dengan air tanah karena penyerapan air oleh akar tumbuhan tergantung pada potensial air tanah. Sehubungan dengan begitu pentingnya peran air tanah, maka perlu kiranya diketahui cara-cara penentuan status air dalam tanah. Beberapa cara penentuan tersebut adalah sebagai berikut.

Potensi Air Tanah.

Potensial air tanah sangat bervariasi, misalnya air tanah yang jenuh dengan air murni potensialnya sama dengan nol. Tetapi secara normal air tanah berupa larutan dan oleh karenanya nilai potensial osmotiknya akan berada di bawah nol. Hubungan potensial air tanah dengan komponen lainnya yang ada didalam tanah adalah sebagai berikut:

$$PA = PO + PT + PM$$

PA = potensial air

PO = potensial osmosis

PT = potensial tekanan

PM = potensial matrik

Potensial matrik, merupakan suatu nilai yang disebabkan oleh adanya berbagai daya tarik secara kimia dan fisika antara air dengan partikel tanah yang menimbulkan kekuatan tanah untuk menahan air. Termasuk potensial matrik adalah daya tarik kapiler dan kekuatan intermolekuler dalam mengikat air dehidrasi dalam koloida tanah.

b) Pengolahan kembali secara fisik

Metode ini adalah aktivitas paling populer dari daur ulang, yaitu mengumpulkan dan menggunakan kembali sampah yang telah dibuang contohnya kaleng minum aluminium, kaleng baja makanan/minuman, botol bekas, kertas karton, koran, majalah dan kardus. Pengumpulan biasanya dilakukan dari sampah yang sudah dipisahkan dari awal (kotak sampah/kendaraan sampah khusus), atau dari sampah yang sudah tercampur. Jenis sampah plastik lain yang dapat digunakan seperti (PVC, LDPE, PP, dan PS) juga bisa di daur ulang. Daur ulang dari produk yang kompleks seperti komputer atau mobil lebih susah, karena bagian bagiannya harus diurai dan dikelompokkan menurut jenis bahannya.

c) Pemulihan energi

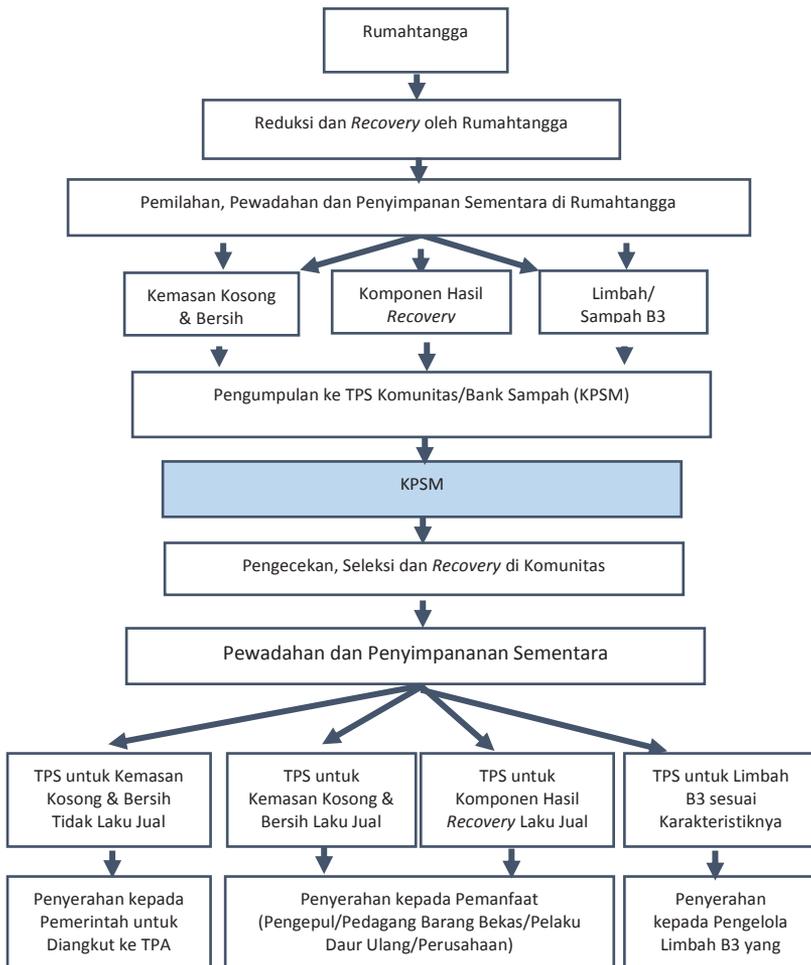
Kandungan energi yang terkandung dalam sampah bisa diambil langsung dengan cara menjadikannya bahan bakar, atau secara tidak langsung dengan cara mengolahnya menjadi bahan bakar tipe lain. Daur-ulang melalui cara “perlakuan panas” bervariasi mulai dari menggunakannya sebagai bahan bakar memasak atau memanaskan sampai menggunakannya untuk memanaskan borlaer untuk menghasilkan uap dan listrik dari turbin-generator. Pirolisa dan Gusifikasi adalah dua bentuk perlakuan panas yang berhubungan, dimana sampah dipanaskan pada suhu tinggi dengan keadaan miskin oksigen. Proses ini biasanya dilakukan di wadah tertutup pada tekanan tinggi. Pirolisa dari sampah padat mengubah sampah menjadi produk berzat padat, gas dan cair. Produk cair dan gas bisa dibakar untuk menghasilkan energi atau dimurnikan menjadi produk lain. Padatan sisa selanjutnya bisa dimurnikan menjadi produk seperti karbon aktif. Gasifikasi busure plasma yang canggih digunakan untuk mengonversi material organik langsung menjadi gas.

3) Melakukan Metode Penghindaran dan Pengurangan

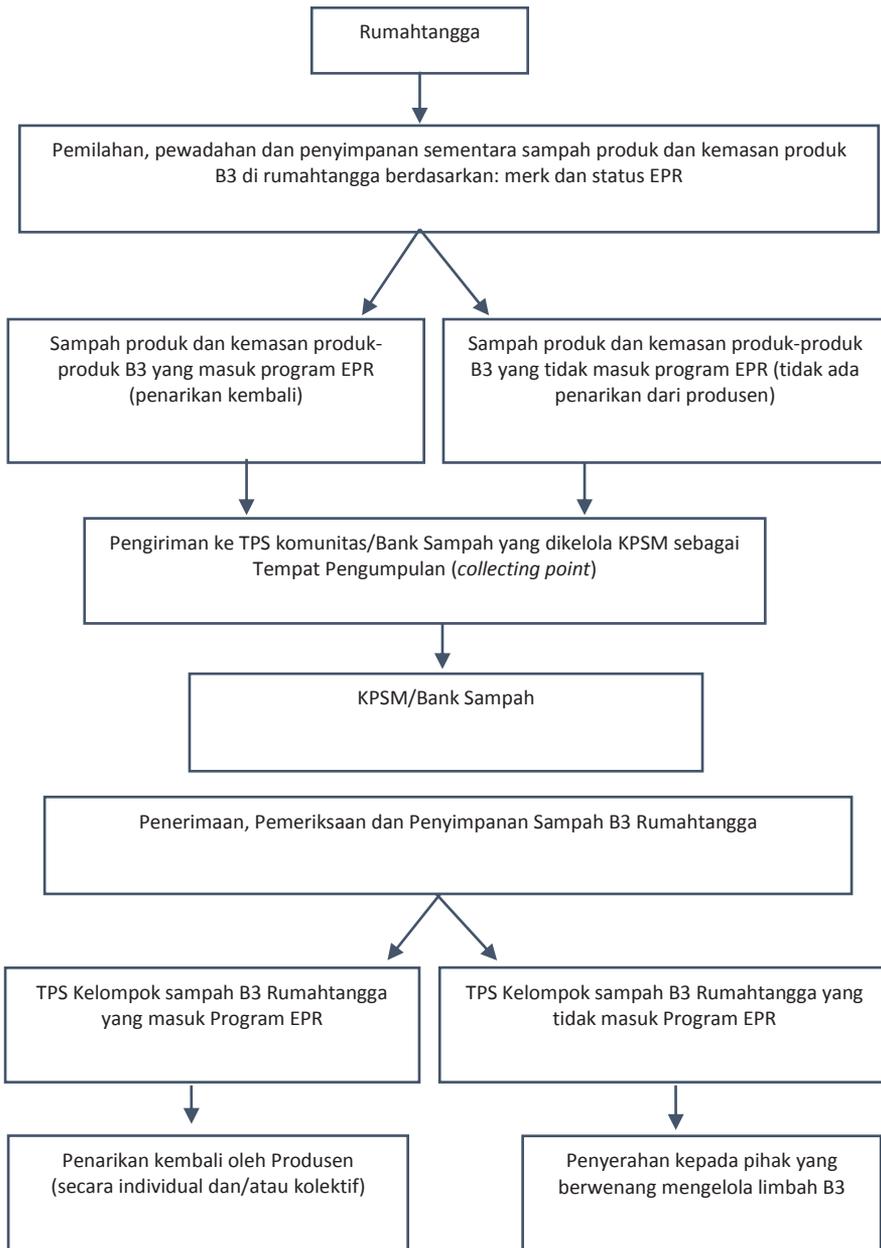
Sebuah metode yang penting pengelolaan sampah adalah pencegahan zat sampah bentuk, atau dikenal juga dengan “Penguangan sampah” metode pencegahan termasuk penggunaan kembali barang bekas pakai, memperbaiki barang yang rusak, mendesain produk supaya bisa diisi ulang atau bisa digunakan kembali, mengajak konsumen untuk menghindari penggunaan barang sekali pakai, mendesain produk yang menggunakan bahan yang lebih sedikit untuk fungsi yang sama.

Alternatif-alternatif system pengelolaan sampah adalah:

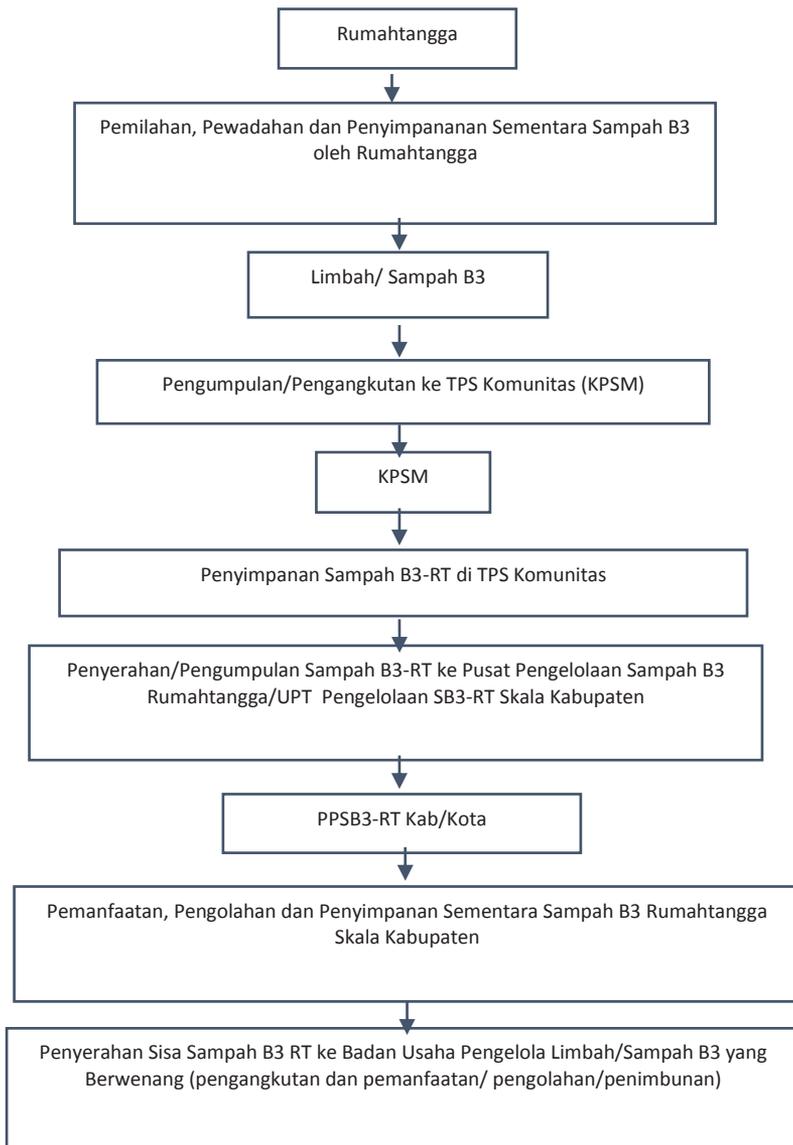
1. Sistem pengelolaan sampah berbasis masyarakat



2. Sistem pengelolaan sampah berbasis produsen



3. Sistem pengelolaan sampah berbasis pemerintah



1. Sudah ada produk-produk hukum sebagai dasar perencanaan dan penyelenggaraan pengelolaan persampahan.
2. Semua peraturan yang ada saling menguatkan dan menegaskan pentingnya pengelolaan persampahan.
3. Belum adanya Peraturan Daerah Provinsi Lampung mengenai pengelolaan sampah.
4. Peraturan Bupati Way Kanan Nomor 30 Tahun 2018 yang memuat petunjuk pengelolaan sampah kabupaten way kanan.

Rekomendasi untuk pemerintah adalah:

1. Menyusun peraturan pengelolaan sampah spesifik;
2. Membentuk lembaga pengelola sampah skala kabupaten;
3. Alokasikan anggaran khusus pengelolaan sampah dan sampah B3;
4. Sosialisasi, edukasi, pendampingan, fasilitasi sarana prasarana kepada masyarakat;
5. Penguatan kelembagaan KPSM;
6. Pengawasan dan penegakan hukum.

Sedangkan rekomendasi untuk masyarakat:

1. Turut bertanggung jawab terhadap sampah yang dihasilkan dengan melakukan pemilahan, pengumpulan, pemanfaatan, pembiayaan;
2. Membentuk KPSM berbadan hukum;
3. Menyediakan TPS Sampah;

Dan rekomendasi untuk produsen adalah:

Agar menjalankan program EPR (individual atau kolektif), melakukan penarikan/pengumpulan bermitra dgn KPSM/Bank Sampah, dan/atau mengalokasikan dana CSR kepada KPSM.

Referensi

- PP Nomor 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah
Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga
- Permendagri Nomor 33 Tahun 2010 tentang Pedoman Pengelolaan
Sampah
- Perpress Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi
Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah
Sejenis Sampah Rumah Tangga
- Undang-Undang Dasar 1945
- UU Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah
digilib.unila.ac.id/11077/14/BAB%20I.pdf
- [Http://Aldy-Firdani.Blogspot.Com/2014/01/Pengelolaan-Sampah-
Lingkungan.Html](http://Aldy-Firdani.Blogspot.Com/2014/01/Pengelolaan-Sampah-Lingkungan.Html)
- [Https://Docplayer.Info/48366602-I-Pendahuluan-Provinsi-
Lampung-Dikategorikan-Sebagai-Provinsi-Yang-Sedang-
Berkembang.Html](https://Docplayer.Info/48366602-I-Pendahuluan-Provinsi-Lampung-Dikategorikan-Sebagai-Provinsi-Yang-Sedang-Berkembang.Html)
- [Https://Www.Academia.Edu/19598884/Makalah-Pencemaran
Sampah](https://Www.Academia.Edu/19598884/Makalah-Pencemaran-Sampah)

**Metode Klasifikasi Resiko Bencana Gempabumi
Berdasarkan Metode Seismik
Multichannel Analysis Of Surface Wave (Masw)
Studi Kasus: Kota Bandar Lampung**

Syamsurijal Rasimeng

Pendahuluan

Bandar Lampung adalah salah satu kota di Indonesia yang sekaligus menjadi Ibu Kota Propinsi Lampung, merupakan kota terbesar dan terpadat ketiga di Pulau Sumatera. Secara geografis Bandar Lampung menjadi pintu gerbang utama pulau Sumatera sehingga memiliki andil penting dalam jalur transportasi darat dan aktivitas pendistribusian logistik dari Jawa menuju Sumatera maupun sebaliknya. Kota Bandar Lampung memiliki luas wilayah daratan 169,21 km² yang terbagi ke dalam 20 Kecamatan dan 126 Kelurahan dengan populasi penduduk 1.167.101 jiwa. Berdasarkan data kependudukan 2014, kepadatan penduduk sekitar 8.316 jiwa/km² dan diproyeksikan pertumbuhan penduduk mencapai 2,4 juta jiwa pada tahun 2030 (BPS Kota Bandar Lampung, 2016).

Kondisi geologi Kota Bandar Lampung yang masih dipengaruhi oleh Sumatera Fault System (SFS) dan aktivitas tektonik subduction lempeng Indo-Australia terhadap Eurasia juga tidak terlepas dari guncangan gempa yang di timbulkan oleh dua fenomena geologi tersebut. Sehingga Kota Bandar Lampung yang merupakan pusat jasa, perdagangan, dan perekonomian di provinsi Lampung perlu mengantisipasi segala dampak yang ditimbulkan oleh gempa tersebut. Salah satunya adalah dengan menentukan zona rawan guncangan gempabumi.

Multichannel Analysis of Surface Wave (MASW) adalah salah satu metode seismik yang digunakan untuk mengidentifikasi lapisan subsurface melalui analisis gelombang permukaan berdasarkan nilai kecepatan gelombang shear (gelombang geser). Secara umum

metode MASW mengukur variasi kecepatan gelombang permukaan seiring dengan bertambahnya kedalaman.

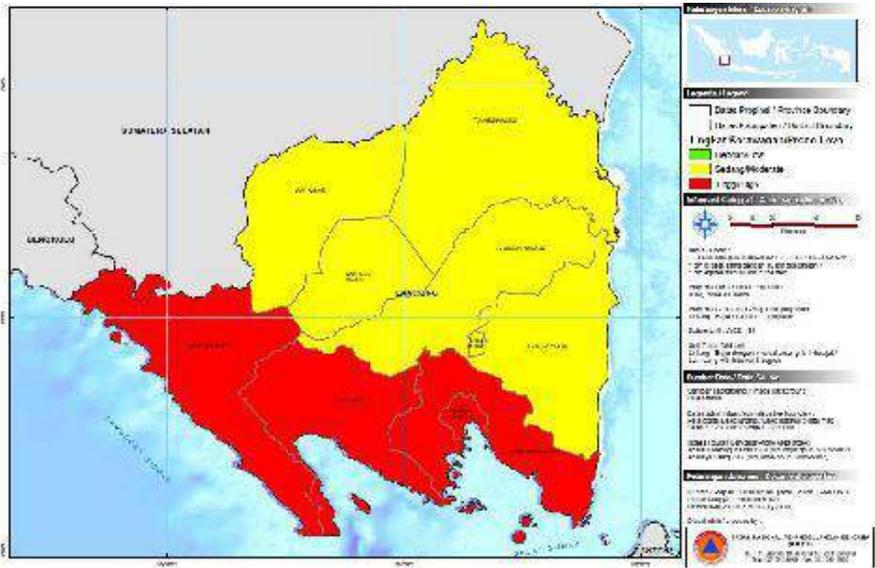
Metode MASW sangat populer dalam identifikasi zona-zona rawan guncangan gempa bumi, dan diklasifikasi berdasarkan site class yang mengacu pada nilai kecepatan gelombang shear (V_{s30}) oleh National Earthquake Hazard Reduction Program (NEHRP, 1998). Aplikasi MASW telah diterapkan oleh banyak peneliti diantaranya Tokeshi dkk. (2013) melakukan analisis MASW untuk karakterisasi dan kepadatan tanah sebagai informasi penting dalam bidang geoteknik dalam mendesain bangunan tahan guncangan. Lin dkk. (2013) menerapkan metode MASW untuk memperkirakan tingkat bahaya liquefaction akibat gempa bumi. Alberto dkk. (2011) melakukan kajian menggunakan HVSR (horizontal to vertical spectral ratio) dan MASW untuk menganalisis tingkat getaran pada lapisan subsoil di wilayah dataran rendah Puget negara bagian Washington.

USGS (2010) menerapkan metoda MASW dan menghitung variasi kedalaman V_{s30} sebagai acuan klasifikasi berdasarkan standar site class. Nolan dkk. (2013) melakukan penelitian MASW dan menghitung nilai frekuensi rendah yang dimanfaatkan untuk menggambarkan kecepatan anomaly yang berpotensi mengalami runtuh akibat penambangan garam. Park dkk. (2007) melakukan kajian MASW dengan mengkombinasikan MASW aktif dan pasif untuk meningkatkan akurasi dan kedalaman identifikasi lapisan batuan.

Sejalan dengan hal tersebut di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi V_{s30} pada beberapa lokasi penting di Kota Bandar Lampung sebagai acuan dalam melakukan zonasi rawan bencana gempa bumi. Diharapkan penelitian ini menjadi informasi penting dalam perencanaan pengembangan wilayah Kota Bandar Lampung.

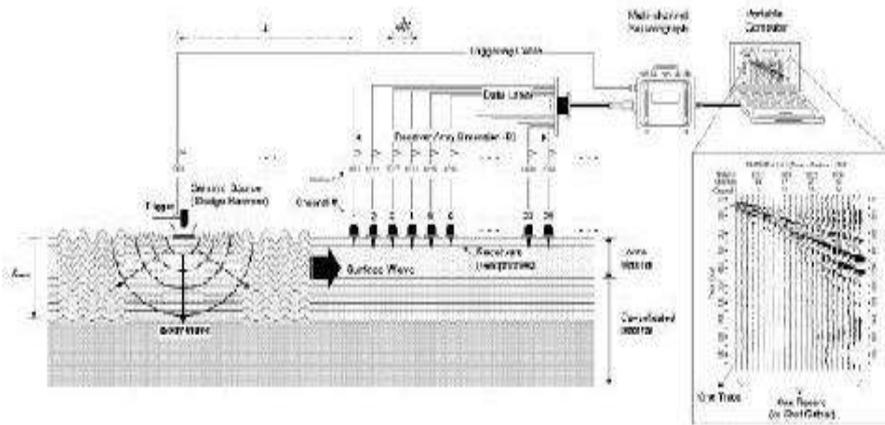
Metode

Penelitian ini merupakan penelitian awal sebagai rangkaian kegiatan pembuatan peta zona rawan bencana gempa bumi Kota Bandar Lampung berdasarkan analisis kecepatan gelombang geser. Sebagai langkah awal penelitian dilakukan pengukuran pada empat lokasi yaitu; Kedaton mewakili wilayah sarana dan fasilitas umum (mall, rumah sakit dan sarana pendidikan).



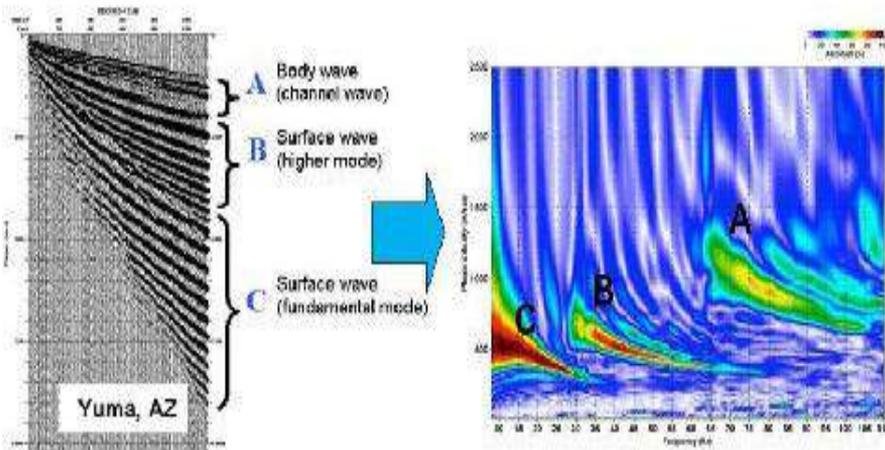
Gambar 1. Peta indeks rawan bencana di Propinsi Lampung (BNPB, 2010)

Teluk Betung Utara sebagai pusat pemerintahan (kantor Gubernur, DPRD, Polda Lampung, Diknas, Pengadilan Tinggi dan lain-lain). Panjang mewakili wilayah kawasan industri dan pelabuhan. Kemiling mewakili daerah kompleks perumahan dan pemukiman.



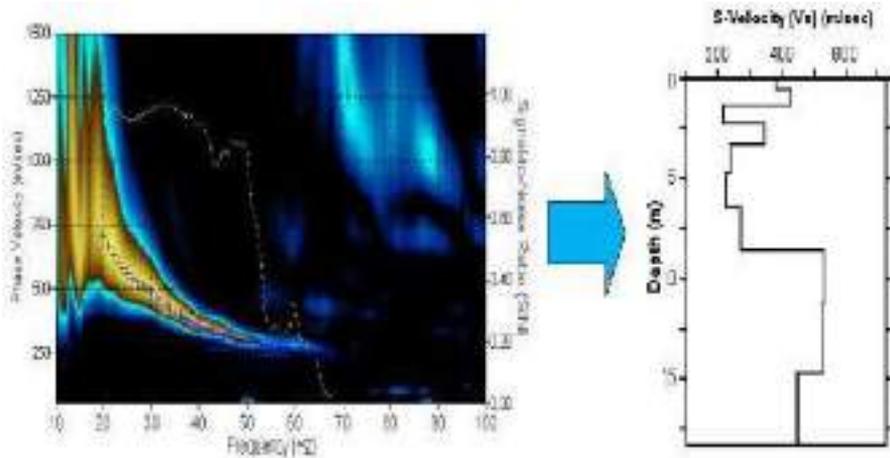
Gambar 2. Skema dan ilustrasi pengukuran MASW (KGS, 2007)

Pengukuran gelombang shear dilakukan menggunakan alat seismik DMT Summit II Plus, 24 geophone dengan jarak spasi geophone 5m. Sumber gelombang menggunakan hammer 12lb.



Gambar 3. Tahapan pengolahan data MASW (Park dan Miller, 2008; Luo dkk, 2008)

Data hasil pengukuran selanjutnya diproses dengan menerapkan edit geometri, transformasi Fourier dan plotting kurva dispersi. Selanjutnya dilakukan picking pada kurva dispersi untuk untuk menghitung kecepatan gelombang shear dan kedalaman lapisan tanah/batuan.



Gambar 4. Perhitungan kurva disperse dan penentuan kedalaman lapisan batuan berdasarkan kecepatan gelombang Vs (KGS, 2007)

Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengolahan data di atas diperoleh variasi kecepatan gelombang geser dengan variasi 135-550 m/dtk untuk lapisan top-soil, dan 25-554m/dtk pada lapisan tanah di bawah top-soil. Selain itu, ketebalan top-soil juga bervariasi dari 5-12m. Frekuensi dominan dan perioda gelombang pada tipe lapisan sekitar 4.6-10.8Hz pada lapisan top-soil dan 1.0- 11.1Hz pada lapisan di bawah top-soil. Perioda gelombang masing-masing lapisan sekitar 0.093-0.218dtk dan 0.09-0.96detik.

Preliminary result penelitian ini memberikan informasi seperti tabel berikut, **Tabel 1. Hasil pengolahan data,**

Wilayah	Vs30 (m/dtk)		Ketebalan (m)		Frek. Dominan (Hz)		Perioda (dtk)		Keterangan
	Top Soil	2nd layer	Top Soil	2nd layer	Top Soil	2nd layer	Top Soil	2nd layer	
Kadaton	215	25	5	6	10.8	1.0	0.093	0.960	stiff soil
Teluk Betung Utara	550	554	12	30	4.6	4.6	0.218	0.217	very dense soil and soft rock
Panjang	135	100	7	6	4.8	4.2	0.207	0.240	soft soil
Kemuning	150	133	4	3	6.3	11.1	0.160	0.090	soft soil

Klasifikasi site class NEHRP (1998) yang didasarkan pada kecepatan gelombang geser Vs30 memperlihatkan bahwa terdapat tiga site class pada lokasi penelitian meliputi soft soil (E), stiff soil (D) dan very dense soil and soft rock (C).

Secara umum keempat lokasi penelitian memiliki resiko bencana jika terjadi gempa bumi di sekitar Kota Bandar Lampung. Berdasarkan nilai Vs30 wilayah Panjang dan Kemiling tergolong dalam site class soft soil yang merupakan lapisan tanah aluvium nonkompaksi. Tipe site class ini memiliki resiko bencana akibat guncangan gempa yang tinggi. Selain itu dengan nilai perioda 0.160dtk (Kemiling) dan 0.207dtk (Panjang) yang mengindikasikan terjadinya pengulangan guncangan gempa yang cukup tinggi.

Site class stiff soil di wilayah Kedaton sebagai endapan tanah kohesi rendah sampai sedang juga rentan dengan guncangan gempa akibat rendahnya gaya tarik menarik antar partikel tanah, ditambah nilai perulangan guncangan yang sangat cepat sekitar 0.96dtk. Wilayah Teluk Betung Utara dengan site class very dense soil dan soft rock cenderung memiliki top soil berupa endapan padat atau setengah padat yang tebal, hal tersebut dapat mengurangi resiko bencana guncangan jika terjadi gempa bumi. Akan tetapi yang perlu diperhatikan adalah perioda 0.218dtk di wilayah ini bisa menjadi salah satu faktor terjadinya bencana akibat gempa bumi.

Hal lain yang perlu dikaji lebih lanjut adalah keberadaan lapisan dengan nilai Vs30 yang rendah di bawah lapisan top-soil. Misalnya di wilayah Kedaton dengan Vs30 sebesar 25m/dtk pada layer dengan ketebalan 6m dapat menimbulkan dampak yang sangat merusak jika terjadi guncangan. Rendahnya kecepatan gelombang geser dapat diindikasikan akibat keberadaan lapisan yang memiliki pori yang tinggi sehingga berpotensi terjadinya liquefaction pada lapisan tersebut jika terjadi guncangan.

Jenis tanah yang lunak memiliki kecepatan gelombang shear yang rendah. Jenis tanah seperti ini biasanya adalah sedimen umurnya masih muda dan belum terkompaksi. Jika gelombang seismik melewati jenis tanah ini, gelombang tersebut akan mengalami amplifikasi yang cukup besar, sehingga bangunan yang berdiri di atasnya cenderung mengalami kerusakan yang lebih parah

dibandingkan jika bangunan tersebut didirikan di atas lapisan batuan keras. Secara umum untuk investigasi geoteknik seperti perancangan konstruksi bangunan diharapkan senantiasa mempertimkan karakteristik Vs30.

Kesimpulan Dan Saran

Beberapa hal yang dapat disimpulkan pada penelitian ini adalah:

1. Wilayah Panjang dan Kemiling dengan nilai kecepatan gelombang shear 150m/dtk dan 135m/dtk memiliki resiko bencana yang tinggi terhadap guncangan jika terjadi gempa bumi di sekitar Kota Bandar Lampung.
2. Wilayah Kedaton dengan nilai perioda gelombang 0.093dtk memiliki peluang terjadinya perulangan guncangan yang tinggi sehingga sangat beresiko terjadinya bencana,
3. Kecepatan gelombang shear sebesar 25m/dtk pada lapisan di bawah top-soil di wilayah Kedaton memungkinkan terjadinya liquefaction jika terjadi gempa bumi.
4. Parameter kecepatan gelombang shear dapat dimanfaatkan sebagai acuan dalam melakukan perencanaan konstruksi bangunan yang akan didirikan pada wilayah rawan bencana gempa bumi.
5. Penelitian ini akan dilanjutkan dengan melakukan penambahan lokasi pengukuran sehingga dapat dihasilkan peta zonasi rawan bencana gempa bumi. Selain itu akan dilakukan korelasi terhadap hasil pengukuran HVSR. Diharapkan juga diperoleh data STP (standart penetration test) sehingga dapat meningkatkan akurasi penelitian MASW ini.

Referensi

- Alberto, D., Cakir, R. and Walsh, T.J., 2011, Testing Joint Application of HVSR Ambient Vibration Measurements and MASW Seismic Survey in the Puget Lowland and Coastal Area Washington, Washington State Department of Natural Resources.
- Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung, 2016, <http://bandarlampungkota.bps.go.id/>, diakses pada tanggal 15 Mei 2016.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2010, http://geospasial.bnpb.go.id/wp-content/uploads/2010/04/2010-02-08_prone_index_Lampung.pdf, diakses pada tanggal 15 Mei 2016.
- Kansas Geological Survey (KGS), 2007, <http://www.kgs.ku.edu/software/surfseis/index.html>, diakses pada tanggal 15 Mei 2016.
- Lin, C.P., Chang, C.C. And Chang, T.S., 2003, The use of Masw Method in the Assessment of Soil Liquefaction Potential, Department of Civil Engineering National Chiao Tung University, Taiwan.
- Luo, Y.H., Xia, J.H., Miller, R.D., Xu, Y.X., Liu, J.P. and Liu, Q.S., 2008, Rayleigh-Wave Dispersive Energy Imaging Using a High-Resolution Linear Radon Transform: Pure and Applied Geophysics, 165, 903-922.
- Nolan, J.J., Miller, R.D., Ivanov, J., and Peterie, S., 2013, Near-Surface Salt Dissolution Void Identification Using Passive MASW, Seg Houston Annual Meeting, Kansas Geological Survey, Lawrence.
- Park, C. B. and Miller, R.D., 2008, Roadside Passive Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW): Journal of Environmental and Engineering Geophysics, 13, 1-11.
- Park, C.B., Miller, R.D., Xia, J. and Ivanov, J., 2007, Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) Active and Passive Methods, Kansas Geological Survey, Lawrence.

Tokeshi, K., Harutoonian, P., Leo, C.J. And Liyanapathirana, S., 2013, Use of Surface Waves for Geotechnical Engineering Applications in Western Sydney, Advances in Geosciences, European Geosciences Union.

USGS, 2011, Shallow Seismic Site Characterizations at 23 Strong Motion Station Sites in and Near Washington State, Washington State Department of Natural Resources.

Pengolahan Limbah Rumah Sakit Secara Electrokoagulan dan Electrodisinfektan Dengan Elektroda Aluminium Besi

Dewi Indira

Pendahuluan

Limbah rumah sakit adalah polutan toksin, pathogen, bersifat infeksius, jika masuk ke lingkungan, akan terbioakumulasi dalam rantai makanan, sehingga membahayakan lingkungan, kesehatan masyarakat, tumbuhan, dan hewan.

Pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu secara Fisika, Kimia dan Biologi. Masing-masing pengelolaan memiliki keunggulannya masing masing dan pengelolaan yang akan di lakukan pada tulisan ini adalah secara Kimia dan Biologi dengan menggunakan Metode Elektrocoagulan dan Elektrodisinfektan dengan elektroda alumunium besi.

Pengelolaan Limbah dengan Metode Elektrocoagulan dilakukan untuk penanganan Limbah Organik Rumah Sakit dan Elektrodisinfektan untuk limbah rumah sakit yang terinfeksi. Pengelolaan ini dilakukan dengan memanfaatkan potensi electron bebas yang dihasilkan dari proses yang terjadi.

Pada Metode Elektrocoagulan akan terjadi pengendapan pada limbah yang mengandung lemak dan zat organic, dengan membentuk flok-flok endapan. Sementara eletron bebas yang dihasilkan dari sisa proses metode tersebut akan dimanfaatkan secara elektrodialisis untuk mengelola limbah rumah sakit yang terinfeksi sehingga akan terikat oleh electron bebas tersebut dan dapat menghilangkan bakteri bakteri terinfeksi.

Proses tersebut dilakukan secara Simultan dan dapat menghilangkan limbah organic, lemak dan pencemar mikroorganisme yang terinfeksi. Setelah diolah, dianalisis dan dilihat perbandingan dengan standar yang berlaku dengan melihat Standar

Baku Mutu Limbah Cair yang dikeluarkan oleh Pemerintah, setelahnya limbah rumah sakit dapat dibuang ke lingkungan.

Perencanaan penelitian ini untuk mengetahui kualitas efisiensi penurunan limbah cair rumah sakit di bagian inlet dari Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Umum Daerah Dr A Dadi Tjokrodipo, setelah diolah dengan metode proses Elektrocoagulan dan Elektrodisinfektan dengan elektroda Aluminium Besi. Pengukuran dilakukan pada BOD, COD, pH, TSS, koliform, PO_4 , dan NH_3 serta mikroorganisme terinfeksi. Dan dapat dilihat juga kondisi perbedaan pH serta waktu kontak electrode dengan limbah saat dilakukan proses penghilangan bahan berbahaya tersebut dan dicari berapa kondisi optimum pH dan waktu kontak tersebut sehingga menjadi proses yang simultan dalam penghilangan komponen tidak baik dalam limbah rumah sakit.

Tujuan Penelitian dalam penelitian ini adalah Mengkaji Kemampuan Metode Elektrocoagulan dan Elektrodisinfektan dengan Menggunakan Elektroda Aluminium Besi dalam pengolahan limbah rumah sakit, Mencari kondisi Optimum Metode tersebut dengan adanya variasi pH dan Variasi waktu kontak. Mengukur kondisi optimum BOD, COD, *E. coli*, TSS, koliform, PO_4 , dan NH_3 serta mikroorganisme terinfeksi lainnya yang dapat dihilangkan dengan metode tersebut, dan Menyajikan alternatif teknologi elektrokimia untuk mengolah limbah organik dan anorganik dengan biaya operasi yang terjangkau.

Analisis Masalah

Air limbah rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan yang sangat potensial. Oleh karena itu air limbah tersebut perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran umum. Masalah yang sering muncul dalam hal pengelolaan limbah rumah sakit adalah terbatasnya dana yang ada untuk membangun fasilitas pengolahan limbah serta operasinya, khususnya untuk rumah sakit tipe kecil dan menengah. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu dikembangkan teknologi pengolahan air limbah rumah sakit yang murah, mudah operasinya

serta harganya terjangkau, khususnya untuk rumah sakit dengan kapasitas kecil sampai sedang. Selain itu perlu menyebarluaskan informasi teknologi khususnya untuk pengolahan air limbah rumah sakit, sehingga dalam memilih teknologi pihak pengelola rumah sakit mendapatkan hasil yang optimal.

Ada tiga cara pengolahan air limbah batik berdasarkan karakteristik, yaitu:

1. Pengolahan limbah cair secara fisik

Bertujuan untuk menyisahkan atau memisahkan bahan pencemar tersuspensi atau melayang yang berupa padatan dari dalam air limbah. Pengolahan limbah cair secara fisik pada industri batik misalnya penyaringan dan pengendapan. Aerasi adalah proses awal yang selalu dilakukan secara terbuka maupun dengan paksa (injeksi udara). Proses penyaringan dimaksudkan untuk memisahkan padatan tersuspensi atau padatan terapung yang relatif besar seperti lilin batik, zat-zat warna, zat-zat kimia yang tidak larut dan kotoran-kotoran pada limbah cair. Proses penyaringan ini dilakukan sebelum limbah tersebut mendapatkan pengolahan lebih lanjut. Sedangkan proses pengendapan ditujukan untuk memisahkan padatan yang dapat mengendap dengan gaya gravitasi.

2. Pengolahan limbah cair secara kimia

Bertujuan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (*koloid*), menetralkan limbah cair dengan cara menambahkan bahan kimia tertentu agar terjadi reaksi kimia untuk menyisahkan bahan polutan. Penambahan zat pengendap disertai dengan pengadukan cepat menyebabkan terjadinya penggumpalan, hasil akhir proses pengolahan biasanya merupakan endapan yang kemudian dipisahkan secara fisika. Zat-zat pengendap yang ditambahkan biasanya adalah Kapur, Fero Sulfat, Feri Sulfat, Aluminium Sulfat, Feri Khlorida dan sebagainya.

3. Pengolahan limbah cair secara biologi

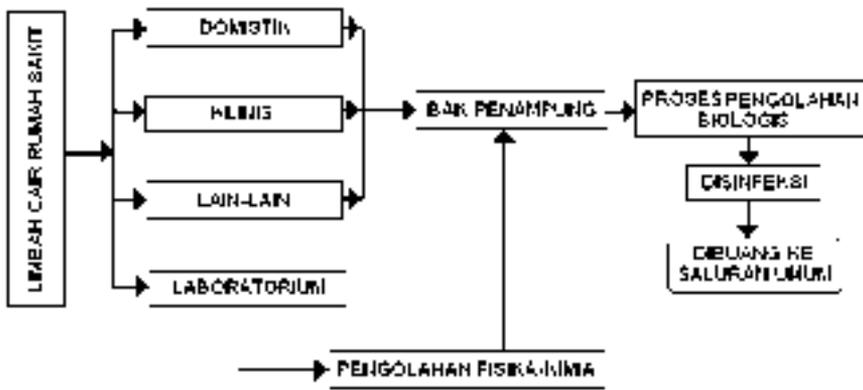
Pengolahan secara biologi ini memanfaatkan mikroorganisme yang berada di dalam air untuk menguraikan bahan-bahan polutan. Pengolahan limbah cair secara biologi ini dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Pengolahan ini digunakan untuk mengolah air limbah yang *biodegradable*.

Pembahasan tentang beberapa teknologi pengolahan air limbah secara kimia dan biologis yang sesuai untuk pengolahan air limbah rumah sakit. Di dalam pemilihan teknologi pengolahan air limbah tersebut beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain yakni jumlah air limbah yang akan diolah, kualitas air limbah dan kualitas air olahan yang diharapkan, kemudahan dalam hal pengelolaan dan perawatan, ketersediaan lahan dan sumber energi, serta ketersediaan dana yang ada. Salah satu cara pengolahan air limbah rumah sakit yang murah, sederhana dan hemat energi adalah proses pengolahan dengan Metode Elektrokoagulan dan Elektrodidinfeksi dengan menggunakan Elektroda Besi Aluminium.

Tujuan tulisan ini yakni mengkaji dan mengembangkan teknologi pengolahan air limbah rumah sakit, khususnya untuk rumah sakit tipe kecil yang sesuai dengan kondisi di Indonesia misalnya dengan proses Elektrokoagulan dan Elektrodidinfeksi. Unit alat pengolah air limbah tersebut dapat dibuat sendiri sehingga mudah dibuat, pengoperasian alat sederhana selain itu alat ini dirancang sedemikian rupa hingga hemat energi.

Air limbah rumah sakit adalah seluruh buangan cair yang berasal dari hasil proses seluruh kegiatan rumah sakit yang meliputi: limbah domestik cair yakni buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian; limbah cair klinis yakni air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit misalnya air bekas cucian luka, cucian darah dan lainnya, air limbah laboratorium; dan lainnya. Air limbah rumah sakit yang berasal dari buangan domestik maupun buangan limbah cair klinis umumnya mengandung senyawa polutan organik yang cukup tinggi, dan dapat diolah dengan proses pengolahan secara biologis, sedangkan untuk air limbah rumah sakit yang berasal dari laboratorium biasanya banyak mengandung logam berat yang mana bila air limbah tersebut dialirkan ke dalam proses

pengolahan secara biologis, logam berat tersebut dapat mengganggu proses pengolahannya. Oleh karena itu untuk pengelolaan air limbah rumah sakit, maka air limbah yang berasal dari laboratorium dipisahkan dan ditampung, kemudian diolah secara kimia-fisika, Selanjutnya air olahannya dialirkan bersama-sama dengan air limbah yang lain, dan selanjutnya diolah dengan proses pengolahan secara biologis. Diagram proses pengelolaan air limbah rumah sakit secara umum dapat dilihat seperti pada gambar 1.



Gambar 1: Diagram pengelolaan air limbah rumah sakit

Di dalam pengelolaan air limbah rumah sakit, maka yang perlu diperhatikan adalah sistem saluran pembuangan air. Saluran air limbah dan saluran air hujan harus dibuat secara terpisah. Air limbah rumah sakit baik yang berasal dari buangan kamar mandi, air bekas cucian, air buangan dapur serta air limbah klinis dikumpulkan ke bak kontrol dengan saluran atau pipa tertutup, selanjutnya dialirkan ke unit pengolahan air limbah. Setelah dilakukan pengolahan, air hasil olahannya dibuang ke saluran umum. Untuk air hujan dapat langsung dibuang ke saluran umum melalui saluran terbuka.

Rencana Penelitian yang akan dilakukan pada limbah Rumah Sakit Umum Daerah Kota Dr. Tjokro Dadi adalah :

1. Memisahkan sumber limbah dan mengambil limbah cair dari sumber (inlet)
2. Mengukur BOD, COD, pH, Suhu, warna, kekeruhan dan parameter polutan infeksi secara langsung

3. Memasukkan limbah cair tersebut dalam wadah yang telah berisi elektroda Alumunium besi dan mengukur parameter Suhu, Rasa dan Bau, Warna, Keekeruhan, Padatan, Konduktivitas, pH, ORP, Alkalinitas, Asiditas, kesadahan, oksigen terlarut, kebutuhan oksigen, parameter nitrogen, klorida, biologi.
4. Melihat efisiensi penurunan kandungan limbah yang dihasilkan dengan perlakuan variasi waktu kontak elektroda dan perbedaan Ph mencari kondisi optimumnya .
5. Hasil dianalisis di laboratorium dan diulang lagi setiap satu minggu sekali.
6. Menyimpulkan hasil analisis.

Pada tahapan awal yang dilakukan sebelum menganalisis secara laboratorium, terlebih dahulu dilakukan **Study Literatur** dengan mengambil dari beberapa literatur pendukung penelitian

1. KOAGULAN

Koagulan adalah zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam suspensi. Zat ini merupakan donor muatan positif yang digunakan untuk mendestabilisasi muatan negatif partikel. Dalam pengolahan air sering dipakai garam dari Aluminium, Al (III) atau garam besi (II) dan besi (III).

Koagulan yang umum dan sudah dikenal yang digunakan pada pengolahan air adalah seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Jenis Koagulan

NAMA	FORMULA	BENTUK	REAKSI DENGAN AIR	pH OPTIMUM
Aluminium sulfat, Alum sulfat, Alum, Salum	$Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$ $x = 14,16,18$	Bongkah, bubuk	Asam	6,0 – 7,8
Sodium aluminat	$NaAlO_2$ atau $Na_2Al_2O_4$	Bubuk	Basa	6,0 – 7,8
Polyaluminium Chloride, PAC	$Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$	Cairan, bubuk	Asam	6,0 – 7,8
Ferri sulfat	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	Kristal halus	Asam	4 – 9
Ferri klorida	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	Bongkah, cairan	Asam	4 – 9
Ferro sulfat	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	Kristal halus	Asam	> 8,5

Zat Koagulan terhidrolisa yang paling umum digunakan dalam proses pengolahan air minum adalah garam besi (ion Fe^{3+}) atau Aluminium (ion Al^{3+}) yang terdapat didalam bentuk yang berbeda-beda seperti tercantum di atas dan bentuk lainnya seperti:

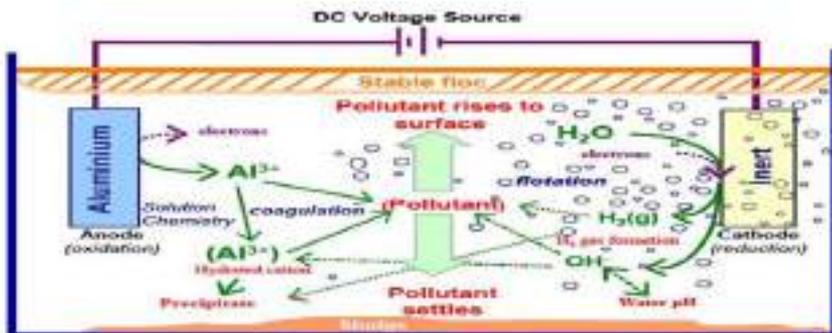
1. $AlCl_3$
2. Aluminium klorida dan sulfat yang bersifat basa/alkalis
3. Senyawa kompleks dari zat-zat tersebut diatas.

Elektrokoagulasi merupakan suatu proses koagulasi kontinyu dengan menggunakan arus listrik searah melalui peristiwa elektrokimia, yaitu gejala dekomposisi elektrolit, dimana salah satu elektrodanya adalah aluminium ataupun besi. Dalam proses ini akan terjadi proses reaksi reduksi dimana logam-logam akan direduksi dan diendapkan di kutub negatif, sedangkan elektroda positif (Fe) akan teroksidasi menjadi $[Fe(OH)_3]$ yang berfungsi sebagai koagulan.

Prinsip Kerja Electrocoagulan (EC) adalah proses destabilisasi kontaminan tersuspensi dan teremulsi didalam media larutan dengan menggunakan arus listrik.

Kelebihannya EC :

- Biaya proses lebih murah
- Lahan yang dibutuhkan relatif kecil
- Proses pengerjaan/pemakaian alat sangat sederhana
- Hampir sama sekali tidak membutuhkan Bahan Kimia
- Mampu mengolah berbagai macam jenis limbah cair
- Sludge yang dihasilkan lebih sedikit
- Resiko pengerjaan sangat kecil
- Waktu pengerjaan lebih cepat



Gambar 2. Proses yang terjadi dalam proses Elektrokoagulan

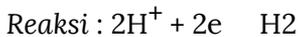
Reaksi kimia yang terjadi pada proses elektrokoagulasi yaitu reaksi reduksi oksidasi, sebagai akibat adanya arus listrik (DC). Pada reaksi ini terjadi pergerakan dari ion-ion yaitu ion positif (disebut kation) yang bergerak pada katoda yang bermuatan negatif. Sedangkan ion-ion negatif bergerak menuju anoda yang bermuatan positif yang kemudian ion-ion tersebut dinamakan sebagai anion (bermuatan negatif).

Elektroda dalam proses elektrokoagulasi merupakan salah satu alat untuk menghantarkan atau menyampaikan arus listrik ke dalam larutan agar larutan tersebut terjadi suatu reaksi (perubahan kimia). Elektroda tempat terjadi reaksi reduksi disebut katoda, sedangkan tempat terjadinya reaksi oksidasi disebut anoda. Menurut Johanes (1978) reaksi yang terjadi pada elektroda tersebut sebagai berikut:

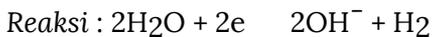
a) Reaksi pada Katoda

Pada katoda akan terjadi reaksi-reaksi reduksi terhadap kation, yang termasuk dalam kation ini adalah ion H^+ dan ion ion logam.

1. Ion H^+ dari suatu asam akan direduksi menjadi gas hidrogen yang akan bebas sebagai gelembung-gelembung gas.



2. Jika larutan mengandung ion-ion logam alkali, alkali tanah, maka ion-ion ini tidak dapat direduksi dari larutan yang mengalami reduksi adalah pelarut (air) dan terbentuk gas hidrogen (H_2) pada katoda.



Dari daftar E^0 (deret potensial logam/deret volta), maka akan diketahui bahwa reduksi terhadap air limbah lebih mudah berlangsung dari pada reduksi terhadap pelarutnya (air).

K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, Sb, Bi, Cu, Hg, Ag, Pt, Au.

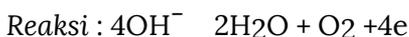
3. Jika larutan mengandung ion-ion logam lain, maka ion-ion logam akan direduksi menjadi logamnya dan terdapat pada batang katoda.

b) Reaksi pada Anoda

1. Anoda yang digunakan logam Aluminium akan teroksidasi:



2. Ion OH^- dari basa akan mengalami oksidasi membentuk gas oksigen (O_2):



3. Anion-anion lain (SO_4^- , SO_3^-) tidak dapat dioksidasi dari larutan, yang akan mengalami oksidasi adalah pelarutnya (H_2O) membentuk gas oksigen (O_2) pada anoda:



Dari reaksi-reaksi yang terjadi dalam proses elektrokoagulasi, maka pada katoda akan dihasilkan gas hidrogen dan reaksi ion logamnya. Sedang pada anoda akan dihasilkan gas halogen dan pengendapan flok-flok yang terbentuk.

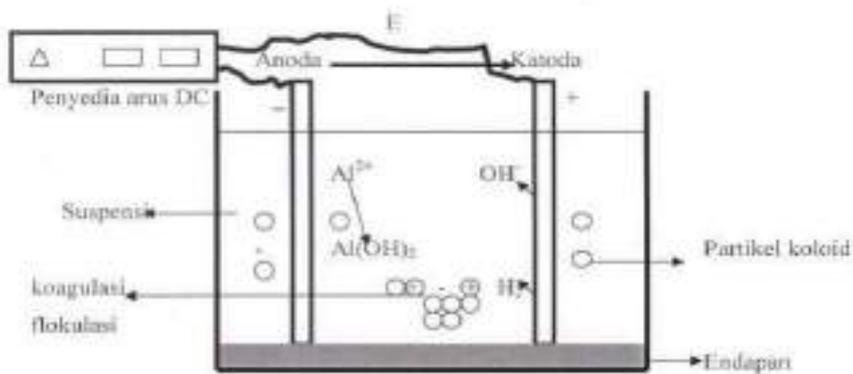
Proses elektrokoagulasi dilakukan pada bejana elektrolisis yang di dalamnya terdapat katoda dan anoda sebagai penghantar arus listrik searah yang disebut elektroda, yang tercelup dalam larutan limbah sebagai elektrolit.

Karena dalam proses elektrokoagulasi ini menghasilkan gas yang berupa gelembung-gelembung gas, maka kotoran-kotoran yang terbentuk yang ada dalam air akan terangkat ke atas permukaan air. Flok-flok terbentuk ternyata mempunyai ukuran yang relatif kecil, sehingga flok-flok yang terbentuk tadi lama-kelamaan akan bertambah besar ukurannya. Setelah air mengalami elektrokoagulasi, kemudian dilakukan proses pengendapan, yaitu berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel atau flok yang terbentuk tadi. Kemudian efluen yang dihasilkan akan dianalisis di laboratorium.

Tabel 2. Kontaminan yang dapat direduksi melalui proses elektrokoagulasi

Kontaminan yang Direduksi	Persentase yang direduksi
BOD	90 %
TSS (Clay, coal, silika, dll)	99 %
Lemak, minyak, gemuk	93-99 %
Air dari lumpur aktif	50-80 %
Logam-logam Berat	95-99 %
Fosfat	93 %
E-coli total	99 %

Sumber : GlobalSep Corporation



Gambar 3. Prinsip Proses Koagulasi

2. ALUM/TAWAS

Tawas/Alum adalah sejenis koagulan dengan rumus kimia $\text{Al}_2\text{SO}_4 \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$ atau $14 \text{H}_2\text{O}$ atau $18 \text{H}_2\text{O}$ umumnya yang digunakan adalah $18 \text{H}_2\text{O}$. Semakin banyak ikatan molekul hidrat maka semakin banyak ion lawan yang nantinya akan ditangkap akan tetapi umumnya tidak stabil. Pada $\text{pH} < 7$ terbentuk $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$, $\text{Al}(\text{OH})_2^{4+}$, $\text{Al}_2(\text{OH})_2^{4+}$. Pada $\text{pH} > 7$ terbentuk $\text{Al}(\text{OH})^{-4}$. Flok-flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ mengendap berwarna putih.

Gugus utama dalam proses koagulasi adalah senyawa aluminat yang optimum pada pH netral. Apabila pH tinggi atau boleh dikatakan kekurangan dosis maka air akan nampak seperti air baku karena gugus aluminat tidak terbentuk secara sempurna. Akan tetapi apabila pH rendah atau boleh dikata kelebihan dosis maka air akan tampak keputih-putihan karena terlalu banyak konsentrasi alum yang cenderung berwarna putih. Dalam cartesian terbentuk hubungan parabola terbuka, sehingga memerlukan dosis yang tepat dalam proses penjernihan air. Reaksi alum dalam larutan dapat dituliskan.:



Reaksi ini menyebabkan pembebasan ion H^+ dengan kadar yang tinggi ditambah oleh adanya ion alumunium. Ion Alumunium bersifat amfoter sehingga bergantung pada suasana lingkungan yang mempengaruhinya. Karena suasananya asam maka alumunium akan juga bersifat asam sehingga pH larutan menjadi turun.

Jika zat-zat ini dilarutkan dalam air, akan terjadi disosiasi garam menjadi kation logam dan anion. Ion logam akan menjadi lapisan dalam larutan dengan konsentrasi lebih rendah dari pada molekul air, hal ini disebabkan oleh muatan positif yang kuat pada permukaan ion logam (hidratasi) dengan membentuk molekul heksaquo (yaitu 6 molekul air yang digabung berdekatan) atau disebut dengan logam $(H_2O)_6^{3+}$, seperti $[Al.(H_2O)_6]^{3+}$.

Ion seperti ini hanya stabil pada media yang sedikit asam, untuk aluminium pada $pH < 4$, untuk Fe pada $pH < 2$.

Jika pH meningkat ada proton yang akan lepas dari ion logam yang terikat tadi dan bereaksi sebagai asam.

Sebelum digunakan satu hal yang harus disiapkan yaitu larutan koagulan. Di dalam larutan, koagulan harus lebih efektif, bila berada pada bentuk trivalen (valensi 3) seperti Fe^{3+} atau Al^{3+} , menghasilkan $pH < 1,5$. Bila larutan alum ditambahkan ke dalam air yang akan diolah terjadi reaksi sebagai berikut :

Reaksi hidrolisa : $Al^{3+} + 3H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + 3H^+ \dots 1)$

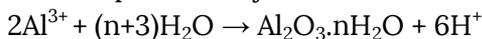
Jika alkalinitas dalam air cukup, maka terjadi reaksi :

Jika ada CO_3^{2-} : $CO_3^{2-} + H^+ \rightarrow HCO_3^- + H_2O \dots\dots\dots 2)$

Atau dengan HCO_3^- : $HCO_3^- + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O \dots\dots 3)$

Dari reaksi di atas menyebabkan pH air turun.

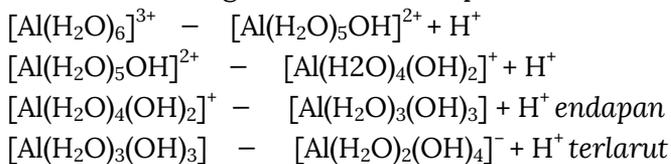
Kelarutan $Al(OH)_3$ sangat rendah, jadi pengendapan akan terjadi dalam bentuk flok. Bentuk endapan lainnya adalah $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ seperti ditunjukkan reaksi :



Ion H^+ bereaksi dengan alkalinitas.

Reaksi-reaksi hidrolisa yang tercantum di atas merupakan persamaan reaksi hidrolisa secara keseluruhan. Reaksi 1) biasanya digunakan untuk menghitung perubahan alkalinitas dan pH.

Pada kenyataannya ion Al^{3+} dalam larutan koagulan terhidrasi dan akan berlangsung dengan ketergantungan kepada pH hidrolisa. Senyawa yang terbentuk bermuatan positif dan dapat berinteraksi dengan zat kotoran seperti koloid.



Tahap pertama terbentuk senyawa dengan 5 molekul air dan 1 gugus hidroksil yang muatan total akan turun dari 3+ menjadi 2+ misalnya : $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^{2+}$.

Jika pH naik terus sampai mencapai ± 5 maka akan terjadi reaksi tahap kedua dengan senyawa yang mempunyai 4 molekul air dan 2 gugus hidroksil. Larutan dengan pH > 6 (dipengaruhi oleh Ca^{2+}) akan terbentuk senyawa logam netral $(\text{OH})_3$ yang tidak bisa larut dan mempunyai volume yang besar dan bisa diendapkan sebagai flok (di IPA).

Jika alkalinitas cukup ion H^+ yang terbentuk akan terlepas dan endapan $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})_3]$ atau hanya $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang terbentuk. Pada pH lebih besar dari 7,8 ion aluminat $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})_4]^-$ atau hanya $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ yang terbentuk yang bermuatan negatif dan larut dalam air. Untuk menghindari terbentuknya senyawa aluminium terlarut, maka jangan dilakukan koagulasi dengan senyawa aluminium pada nilai pH lebih besar dari 7,8.

Polimerisasi senyawa aluminium hidroksil berlangsung dengan menghasilkan kompleks yang mengandung ion Al yang berbeda berikatan dengan ion lainnya oleh grup OH^- . Contoh :



OH Polinuklir Al kompleks diajukan untuk diadakan, seperti :



Selama koagulasi pengaruh pH air terhadap ion H^+ dan OH^- adalah penting untuk menentukan muatan hasil hidrolisa. Komposisi kimia air juga penting, karena ion divalen seperti SO_4^{2-} dan HPO_4^{2-} dapat diganti dengan ion-ion OH^- dalam kompleks oleh karena itu dapat berpengaruh terhadap sifat-sifat endapan.

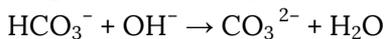
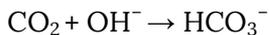
Presipitasi dari hidroksida menjamin adanya ion logam yang bisa dipisahkan dari air karena koefisien kelarutan hidroksida sangat kecil. Senyawa yang terbentuk pada pH antara 4–6 dan yang terhidrolisa, dapat dimanfaatkan untuk polimerisasi dan kondensasi (bersifat membentuk senyawa dengan atom logam lain) misalnya $\text{Al}_6(\text{OH})_{15}^{3+}$.

Aluminium sering membentuk kompleks 6 s/d 8 dibandingkan dengan ion Fe (III) yang membentuk suatu rantai polimer yang panjang. Senyawa itu disebut dengan *cationic polynuclear metal hydroxo complex* dan sangat bersifat mengadsorpsi dipermukaan zat-zat padat. Bentuk hidrolisa yang akan terbentuk didalam air, sebagian besar tergantung pada pH awal, kapasitas dapar (buffer), suhu, maupun konsentrasi koagulan dan kondisi ionik (Ca^{2+} dan SO_4^{2-}) maupun juga dari kondisi pencampuran dan kondisi reaksi.

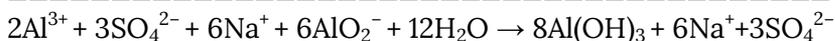
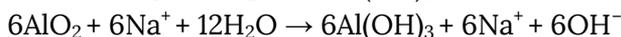
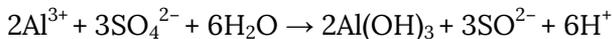
Senyawa Al yang lainnya adalah sodium aluminat, NaAlO_2 atau $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$. Kelebihan NaOH yang ditambahkan (rasio $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dalam $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$ adalah : 1,2 - 1,3/1) untuk menaikkan stabilitas sodium aluminat. Penambahan zat ini dalam bentuk larutan akan menghasilkan reaksi berikut :



Reaksi kedua hanya mungkin bila asiditas dalam air cukup untuk menghilangkan ion OH^- yang terbentuk sehingga menyebabkan kenaikan pH.



Kadang-kadang bila air tidak mengandung alkalinitas, perpaduan antara sodium aluminat dan alum digunakan untuk menghindari perubahan pH yang besar dan untuk membuat pH relatif konstan.



Pada prakteknya satu hal dipertimbangkan memberikan kelebihan asam dari larutan alum (pH 1,5) yang ditambahkan dan yang lainnya kelebihan NaOH di dalam sodium aluminat (untuk stabilitas).

Pada kekeruhan yang disebabkan tanah liat sangat baik dihilangkan dengan batas pH antara 6,0 sampai dengan 7,8; penghilangan warna umumnya dilakukan pada pH yang sedikit asam, lebih kecil dari 6, bahkan di beberapa daerah harus lebih kecil dari 5. Dari beberapa penelitian (untuk air gambut dari daerah Riau), efisiensi penghilangan warna akan baik bila pH lebih kecil dari 6 untuk setiap dosis koagulan alum sulfat yang digunakan. Walaupun demikian efisiensi penghilangan warna masih tetap tinggi dihasilkan pada koagulasi dengan pH sampai 7, tetapi dengan dosis alum sulfat yang lebih tinggi (sampai 100 mg/l), tetapi bila dosis alum sulfat lebih kecil (60 mg/l) pada pH yang sama (sampai dengan 7), terjadi penurunan efisiensi penghilangan warna secara drastis (sampai dengan 10 %).

Air setelah diolah dengan koagulasi-flokulasi untuk menghilangkan warna, pH harus ditetapkan diatas 6,5 (kurang dari 7,8) sebelum air disaring, karena pada pH tersebut bentuk aluminium tidak larut, jadi residu Al^{3+} terlarut didalam air dapat dihilangkan/dikurangi, pada pH > 7,8 bentuk Al adalah Al terlarut yaitu ion aluminat, $[Al(H_2O)_2(OH)_4]^-$ Untuk hal ini dilakukan penambahan kapur sebelum proses filtrasi, dan biarkan aluminium berubah bentuk menjadi bentuk tidak larut/endapan supaya dapat dihilangkan dengan penyaringan. Dengan cara ini residu Al^{3+} dapat ditekan sampai tingkat yang diijinkan. Setelah itu baru boleh dilakukan penambahan kembali kapur atau soda abu untuk proses Stabilisasi dengan harapan tidak akan terjadi perubahan alum terlarut menjadi alum endapan. Bila cara diatas tidak dilakukan, kemungkinan akan terjadi pengendapan alum di reservoir atau pada jaringan pipa distribusi, akibat penambahan kapur atau soda abu untuk proses stabilisasi dilakukan setelah air keluar dari filter, seperti halnya yang dilakukan pada pengolahan air yang biasa (tidak berwarna).

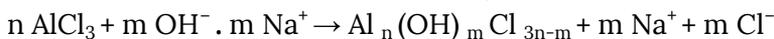
Proses koagulasi dengan koagulan lain seperti halnya garam Fe (III) yang mempunyai rentang pH lebih besar (4–9) dan penggunaan koagulan Polyaluminium chloride (PAC), tanpa penetapan pH pun proses koagulasi–flokulasi tetap dapat berlangsung, tetapi pembentukan flok tidak optimum, hanya flok-flok halus yang terbentuk, sehingga beban filter akan bertambah.

Jika kehadiran alkalinitas didalam air cukup, pada koagulasi dengan koagulan garam Al ion H^+ yang terbentuk akan diambil dan terbentuk endapan $[Al(H_2O)_3(OH)_3]$ atau hanya $Al(OH)_3$, dimana bentuk ini bermanfaat pada pertumbuhan flok (mekanisme adsorpsi). Adanya alkalinitas didalam air jika pH air > 4,5. Jadi jika pH air baku < 4,5 perlu penambahan bahan alkali (kapur atau soda abu).

3. PAC (Poly Aluminium Chloride)

Senyawa Al yang lain yang penting untuk koagulasi adalah Polyaluminium chloride (PAC), $Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$.

Ada beberapa cara yang sudah dipatenkan untuk membuat polyaluminium chloride yang dapat dihasilkan dari hidrolisa parsial dari aluminium klorida, seperti ditunjukkan reaksi berikut :



Senyawa ini dibuat dengan berbagai cara menghasilkan larutan PAC yang agak stabil.

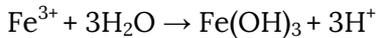
PAC adalah suatu persenyawaan anorganik kompleks, ion hidroksil serta ion alumunium bertarap klorinasi yang berlainan sebagai pembentuk *polynuclear* mempunyai rumus umum $Al_m(OH)_nCl_{(3m-n)}$. Beberapa keunggulan yang dimiliki PAC dibanding koagulan lainnya adalah :

1. PAC dapat bekerja di tingkat pH yang lebih luas, dengan demikian tidak diperlukan pengoreksian terhadap pH, terkecuali bagi air tertentu.
2. Kandungan belerang dengan dosis cukup akan mengoksidasi senyawa karboksilat rantai siklik membentuk alifatik dan gugusan rantai hidrokarbon yang lebih pendek dan sederhana sehingga mudah untuk diikat membentuk flok.

3. Kadar klorida yang optimal dalam fasa cair yang bermuatan negatif akan cepat bereaksi dan merusak ikatan zat organik terutama ikatan karbon nitrogen yang umumnya dalam truktur ekuatik membentuk suatu makromolekul terutama gugusan protein, amina, amida dan penyusun minyak dan lipida.
4. PAC tidak menjadi keruh bila pemakaiannya berlebihan, sedangkan koagulan yang lain (seperti alumunium sulfat, besi klorida dan fero sulfat) bila dosis berlebihan bagi air yang mempunyai kekeruhan yang rendah akan bertambah keruh. Jika digambarkan dengan suatu grafik untuk PAC adalah membentuk garis linier artinya jika dosis berlebih maka akan didapatkan hasil kekeruhan yang relatif sama dengan dosis optimum sehingga penghematan bahan kimia dapat dilakukan. Sedangkan untuk koagulan selain PAC memberikan grafik parabola terbuka artinya jika kelebihan atau kekurangan dosis akan menaikkan kekeruhan hasil akhir, hal ini perlu ketepatan dosis.
5. PAC mengandung suatu polimer khusus dengan struktur polielektrolite yang dapat mengurangi atau tidak perlu sama sekali dalam pemakaian bahan pembantu, ini berarti disamping penyederhanaan juga penghematan untuk penjernihan air.
6. Kandungan basa yang cukup akan menambah gugus hidroksil dalam air sehingga penurunan pH tidak terlalu ekstrim sehingga penghematan dalam penggunaan bahan untuk netralisasi dapat dilakukan.
7. PAC lebih cepat membentuk flok daripada koagulan biasa ini diakibatkan dari gugus aktif aluminat yang bekerja efektif dalam mengikat koloid yang ikatan ini diperkuat dengan rantai polimer dari gugus polielektrolite sehingga gumpalan floknya menjadi lebih padat, penambahan gugus hidroksil kedalam rantai koloid yang hidrofobik akan menambah berat molekul, dengan demikian walaupun ukuran kolam pengendapan lebih kecil atau terjadi *over-load* bagi instalasi yang ada, kapasitas produksi relatif tidak terpengaruh.

2.4 Senyawa Besi

Untuk senyawa besi, tipe hidrolisa yang sama dapat berlangsung seperti :



Reaksi di atas dilanjutkan dengan reaksi H^+ dengan alkalinitas seperti ditunjukkan oleh reaksi 2) dan 3). Terdapat pula ion ferri hidrat seperti : $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ dengan persamaan reaksi yang sama dengan hidrolisa $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$.

Pembentukan $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})_4]^-$ atau $\text{Fe}(\text{OH})_4^-$ hanya terjadi pada pH tinggi, tetapi tidak biasa ditemui pada pengolahan secara konvensional, jadi batas pH untuk koagulasi dengan Fe^{3+} lebih besar dari pada untuk Al^{3+} , sebagai contoh pH 9 untuk koagulasi dengan Fe^{3+} dan 7,8 untuk Al^{3+} .

Senyawa besi mempunyai tendensi membentuk jenis polinuklir yang lebih kecil dibandingkan dengan aluminium.

Dosis kagulan yang diperlukan tergantung pada :

1. Konsentrasi warna.
2. Zeta potential (pengukuran mobilitas elektroforesis) juga merupakan faktor penting untuk menghilangkan warna secara efektif. Hal ini erat hubungannya dengan sisa konsentrasi warna. Pada pH yang optimum, sisa warna berkurang secara proporsional dengan penambahan dosis koagulan.
3. Jenis koagulan → koagulan yang dapat digunakan untuk menghilangkan warna adalah :
 - Garam aluminium : Alum sulfat/tawas, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, Polyaluminium chloride, PAC (PACl), $\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}$
 - Garam besi (III) : Ferri sulfat, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, Ferri klorida, FeCl_3 .

Semakin tinggi dosis koagulan yang digunakan akan menghasilkan efisiensi penghilangan warna yang lebih besar pula, akan tetapi residu koagulan akan semakin besar.

Pada kasus pembentukan flok yang lemah dengan menggunakan dosis tawas optimum untuk menghilangkan warna, polialuminium klorida (PAC) dapat digunakan sebagai koagulan pilihan selain tawas. Koagulasi dengan poli aluminium klorida dapat dengan mudah memproduksi flok yang kuat dalam air dengan

jangkauan dosis yang lebih kecil dan rentang pH yang lebih besar, tanpa mempertimbangkan kehadiran alkalinitas yang cukup.

Kesimpulan

1. Pada Pengolahan Limbah Rumah Sakit Secara Electrokoagulan dan Electrodisinfektan Dengan Elektroda Aluminium Besi harus diperhatikan diantaranya pH, waktu lama kontrak elektroda dan jenis elektroda yang digunakan dalam proses pengolahan limbah ini.
2. Pengolahan limbah ini dapat menurunkan konsentrasi limbah seperti BOD, COD, E. coli, TSS, koliform, PO₄, dan NH₃ serta mikroorganisme terinfeksi lainnya.
3. Pengelolaan Limbah Rumah Sakit dengan menggunakan metode ini sangat mudah, energy yang digunakan sedikit, dan jika dilakukan secara simultan dapat berfungsi untuk pengolahan limbah secara kimia dengan pengendapan dan electron bebas dapat dimanfaatkan untuk menghilangkan mikroorganisme terinfeksi.

Referensi

- WHO. (2005) Pengelolaan Aman Limbah Layanan Kesehatan, EGC, Jakarta.
- Depkes. (2004) Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, Dirjen P2M & PL.
- Soeparman, H.M, dan Suparmin. 2002. Pembuangan Tinja dan Limbah Cair : Suatu Pengantar . Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran (EGC)
- KLH RI. 1995. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 58 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Rumah Sakit. Jakarta : Kementrian Lingkungan Hidup RI
- Depkes RI. 2004. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1204 Tahun 2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit. Jakarta: Ditjen PPM dan PLP.

- Djaja dan Dwi. 2006. Gambaran Pengelolaan Limbah Cair di Rumah Sakit X. Jakarta Februari 2006. [Serial online] <http://www.journal.ui.ac.id/health/article/download//78/174>.
- Notoatmodjo. 2005. Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Siregar A., 2005. Instalasi Pengolahan Air Limbah. Yogyakarta : Kanisius
- Budiono, Pengantar Ilmu Kesehatan Masyarakat, Badan Penerbit Universitas Diponegoro Tahun 2006 Juli Soemirat Slamet, Kesehatan Lingkungan, Gadjah Mada University Press
- Kusnoputranto H. Kualitas Limbah Rumah Sakit dan Dampaknya Terhadap Lingkungan Kesehatan. Makalah Seminar Limbah Rumah Sakit (1993).
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. Kep 58/MenLH/12/1995. Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit (1995).
- Chay Asdak, M.Sc, Ph.D, Kajian Lingkungan Hidup Strategis Jalan Menuju Pembangunan Berkelanjutan, Gadjah Mada University Press, 2014
- Jolibois B, Guerbet M. Hospital Wastewater Genotoxicity. Ann Occup Hyg 2006; 50: 189 – 196
- Pauwels B, Vertraete W. The treatment of Hospital wastewater: an appraisal. J Water Health 2006; 4:405 – 16.
- APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17 th ed. Washinton, DC, USA: American Public Health Association; 2015
- Rahmana A. A study of the performance of electrochemical methods for removal of COD from wastewater. J Water Wastewater 2007; 64: 9 – 14.
- Rahmana A. A study of the performance of electrochemical methods for removal of dye from Eriochrome Black T wasrewater. J Water Wastewater 2009; 1: 52 – 8. (In Persian).
- Onder E, Koparal AS, Ogutveren UB. An alternative method for the removal of surfactants from water: Electrochemical coagulation. Sep Purif Technol 2007; 52: 527-32

- Bellebia S. Experimental investigation of chemical oxygen demand and turbidity removal from carboard paper mill effluence using combined electrocoagulation and adsorption process. *Environ Prog Sustain Energy* 2011; 31(3): 361 – 70.
- Sri Subekti, Pengaruh Dan Dampak Limbah Cair Rumah Sakit Terhadap Kesehatan Serta Lingkungan, Fakultas Teknik, Teknik Lingkungan Universitas Pandanaran Semarang, 2007
- Mansoor Dehghani, Someih Shiebani, Hassan Hashem, *Treatment of Hospital wastewater by electrocoagulation using aluminium and iron electrodes*, University of Medical Science, Shiraz, Iran, 2018

Pengelolaan Perikanan Rajungan Berkelanjutan di Pesisir Timur Propinsi Lampung dan Tinjauan Filsafat Ilmu

Hamartoni Ahadis

Pendahuluan

Ketersediaan sumberdaya alam yang ada sekarang ini dapat dikatakan belum dimanfaatkan secara bijak serta kurang memperhatikan kelestariannya alam disekitarnya. Masyarakat disepulatan pesisir dapat memanfaatkan sumberdaya tersebut sebagai tempat pencarian usaha untuk kebutuhan hidupnya. Namun demikian kegiatan-kegiatan usaha tersebut terutama diperairan pesisir harus dapat diimbangi dengan usaha usaha yang sifatnya konservatif agar pemanfaatan sumberdaya yang ada akan tetap lestari. Selain mempunyai hak untuk mengelola atau menggunakan sumberdaya diwajibkan untuk menjaga sumberdaya agar dapat terus termanfaatkan dalam waktu yang sangat lama atau secara berkelanjutan sehingga bisa dimanfaatkan untuk generasi berikutnya. Oleh karena itu diperlukan pembinaan secara berkelanjutan terhadap partisipasi masyarakat agar dapat membantu pemerintah dalam mendukung terpeliharanya konsevasi sumberdaya alam.

Pengelolaan sumberdaya di daerah pesisir harus dirancang secara konseptual terukur dan terarah yang harus dilakukan baik pemerintah maupun lembaga lainnya agar mampu mempertahankan keberhasilan dalam pengelolaan sumberdaya perairan itu sendiri.. Perikanan merupakan salah satu bidang yang diharapkan mampu menjadi penopang kesejahteraan rakyat Indonesia. Sub sektor perikanan dapat berperan dalam pemulihan dan pertumbuhan perekonomian bangsa Indonesia karena potensi sumberdaya ikan yang besar dalam jumlah dan keragamannya. Selain itu, sumberdaya ikan termasuk sumberdaya yang dapat diperbaharui (renewable

resources) sehingga dengan pengelolaan yang bijaksana, dapat terus dinikmati manfaatnya.

Salah satu komoditas perikanan yang saat ini menjadi andalan ekspor Indonesia adalah rajungan (**Portunus pelagicus**). Rajungan merupakan hasil perikanan yang sangat potensial. Selain memiliki rasa daging yang lezat, nilai gizinya pun cukup tinggi sehingga permintaan akan komoditas ini baik dari pasar lokal maupun pasar ekspor semakin meningkat. Di Indonesia, rajungan merupakan komoditas perikanan yang diekspor terutama ke Negara Amerika Serikat, yaitu mencapai 60% dari total hasil tangkapan rajungan. Sampai saat ini komoditas rajungan berada pada peringkat ketiga atau keempat dari total nilai ekspor produk perikanan Indonesia setelah udang, tuna dan rumput laut. Pemenuhan akan bahan baku rajungan masih bergantung pada hasil tangkapan di alam (BPBAP, 2013).

Tingginya nilai ekonomis rajungan dalam perekonomian akan mendorong meningkatnya penangkapan terhadap rajungan di alam sehingga memicu terjadinya overfishing. Perlu adanya upaya, kajian dan metode untuk mempertahankan stok rajungan di alam. Pengkajian stok rajungan diperlukan sebagai informasi dasar dalam pengelolaan perikanan rajungan yang berkelanjutan. Secara umum permasalahan dalam budidaya rajungan ini adalah merupakan usaha yang relatif baru, masih adanya ketidakpastian dalam model bisnis, terdapat kompetisi penggunaan ruang dengan budidaya udang, cost production tidak menentu, penanganan yang dirasakan lebih sulit sehingga membutuhkan tenaga kerja yang tinggi, ketersediaan benih di alam yang tidak pasti (untuk pembesaran), ketersediaan pakan pembesaran yang murah dan kelangsungan hidup yang rendah akibat kanibalisme.

Dasar hukum pengelolaan perikanan rajungan di Pesisir timur Provinsi Lampung adalah sebagai berikut:

- a. Undang-Undang RI Nomor 31 Tahun 2004 tentang perikanan sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang RI Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 31 tahun 2004 tentang Perikanan;

- b. Undang-Undang RI Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau kecil sebagaimana telah dirubah dengan Undang-Undang RI No. 1 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil
- c. Undang-Undang RI Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah;
- d. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan RI Nomor 56 tahun 2016 tentang Larangan Penangkapan dan/atau Pengeluaran Lobster (*paruilirus spp*) Kepiting (*scylla spp.*), dan Rajungan (*portunus spp*) dari wilayah Negara Republik Indonesia
- e. Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan RI Nomor 70 Tahun 2016 tentang Rencana pengelolaan perikanan Rajungan (RPP Rajungan)
- f. Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan RI Nomor 79 Tahun 2016 tentang Rencana Pengelolaan Perikanan Wilayah Pengelolaan perikanan 712 (WPP 71.2).

Wilayah pengelolaan perikanan rajungan pesisir tirnur provinsi Lampung, meliputi perairan sepanjang Pesisir Timur Provinsi Lampung hingga batas 12 mil laut sesuai dengan kewenangan pemerintah provinsi Lampung yang meliputi tiga kabupaten yaitu Kabupaten Lampung Timur, Kabupaten Lampung Tengah dan Kabupaten Tulang Bawang. Peraturan Daerah provinsi Lampung Nomor 1 tahun 2018 tentang Rencana Zonasi Wilayah pesisir dan Pulau-pulau Kecil Provinsi Lampung tahun 2017-2036 menetapkan zona perikanan tangkap. Salah satu arahan pengembangan zona perikanan tangkap tersebut adalah penguatan penetapan lokasi pengelolaan perikanan rajungan berkelanjutan di perairan Timur Lampung

A. Sumber Daya Ikan dan Lingkungan:

1. Degradasi stok sumber daya rajungan di aiam.
2. Masih banyaknya penangkapan rajungan bertelur dan Rajungan di bawah ukuran minimum yang boleh ditangkap.
3. Terjadinya degradasi habitat penting rajungan.

4. Masih banyaknya hasil tangkapan rajungan yang tidak dilaporkan dan terdata dalam statistik perikanan tangkap.
5. Kurangnya program penelitian/kajian ilmiah terutama tentang status stok, sebaran, dan siklus hidup rajungan secara spasial dan temporal.

B. Sosial Ekonomi

1. Meningkatnya tuntutan pasar akan mensyaratkan ukuran minimal yang boleh ditangkap dan pelarangan penangkapan rajungan bertelur
2. Kurangnya akses fasilitasi pembiayaan kepada nelayan penangkap rajungan
3. Masih digunakannya alat penangkapan ikan yang tidak selektif dan merusak

C. Tata Kelola

1. Rendahnya tingkat pengetahuan dan kesadaran nelayan pengepul, pengusaha mini plant dan stakeholder tentang pentingnya kelestarian rajungan bagi keberlanjutan usaha
2. Kurangnya penegakan hukum terhadap pelaksanaan perundang-undangan terkait perikanan rajungan termasuk salah satunya belum diimplementasikannya harvest control role
3. Kurangnya keterlibatan penangkap keputusan pengelolaan rajungan dalam pengambilan keputusan

Secara umum nelayan yang melakukan penangkapan rajungan di pesisir Timur Provinsi Lampung beroperasi di perairan sekitar Kecamatan Labuhan Maringgai, perairan di sekitar Tarnan- Nasional Way Kambas Kabupaten Lampung Timur dan di perairan sekitar pesisir Kabupaten Tulang Bawang. Umumnya nelayan melakukan penangkapan ikan di perairan pesisir dengan jarak kurang dari 12 mil dari pantai.

Berdasarkan hasil karakterisasi perikanan rajungan Lampung, wilayah penangkapan rajungan nelayan terbagi menjadi:

1. Wilayah sekitar penambangan lepas pantai intan dengan jarak lebih dari 12 mil dari pantai (di luar perairan provinsi Lampung)

2. Wilayah sekitar perairan di depan Kuala Teladas terdiri dari beberapa lokasi seperti selat 1, selat 2, serat 3, Gosong Panggan, Abadi, Sere, Cetek dan Wako jarak mencapai 12 mil dari pantai
3. Wilayah sekitar muara Kuala Seputih atau lokasi Selat 1 dengan jarak mencapai 10 mil dari pantai.
4. wilayah sekitar perairan Way Kambas yang terdiri dari beberapa lokasi diantaranya adalah selat 5, Sikapuk, -Sekopong, Kampas, padamaran, dan Pulau Segama dengan jarak mencapai 10-mil dari pantai '
5. Wilayah sekitar perairan Kuala Penet yang terdiri dari lokasi penet, tanjungan, dan muara praja dengan jarak 4mil dari pantai

Manfaat Pengelolaan Rajungan Berkelanjutan

- a) Peningkatan kesehatan stok, kualitas rajungan lebih tinggi dan ukuran lebih besar
- b) Manfaat untuk masyarakat: peningkatan nilai tambah pendapatan
- c) Peningkatan kesadaran dalam pembangunan perikanan
- d) Model pengelolaan perikanan yang dapat direplika dan diadopsi perikanan lain

Perikanan rajungan di Indonesia menyumbangkan nilai ekspor terbesar ketiga setelah komoditas udang dan tuna dengan nilai lebih dari \$ 300 juta dolar Amerika setiap tahun (Tabel 1). Perikanan rajungan menghidupi lebih dari 65.000 nelayan dan lebih dari 100 ribu orang lainnya sepanjang rantai nilai termasuk pembina, mini plant dan unit pengolahan ikan (upi) rajungan.

Tabel 1. Nilai Ekspor Rajungan (2016)

Komoditas	Volume (Ton)	Nilai (dalam US\$ 1000)
Udang	193.276	1.627.473
Tuna/cakalang	72.293	583.588
Rajungan/kepiting	23.746	309.735
Rumput laut	271,972	205.320
Mutiara	539	33.543
Ikan lainnya	160.071	346.188
Lainnya	307.049	838.089

Sumber: Rencana Pengelolaan perikanan (2016)

Provinsi Lampung merupakan penghasil rajungan terpenting di Indonesia dengan kontribusi 10-15% produksi perikanan rajungan nasional. Kegiatan perikanan rajungan di Lampung terdistribusikan pada tiga kabupaten yaitu Lampung Timur, Lampung Tengah dan Tulang Bawang dengan nelayan lebih dari 4000 orang, 1000 pekerja mini plant, dan lebih dari 1000 pekerja di UPI rajungan.

Keberlanjutan perikanan rajungan sangat penting bagi ekonomi dan kehidupan masyarakat di Lampung. Namun demikian keberlanjutan ini terancam dengan adanya tanda-tanda penangkapan ikan berlebihan (over fishing)

Kajian Teori

2.1. Morfologi Rajungan

Secara umum morfologi rajungan berbeda dengan kepiting bakau, di mana rajungan (*Portunus pelagicus*) memiliki bentuk tubuh yang lebih ramping dengan capit yang lebih panjang dan memiliki berbagai warna yang menarik pada karapasnya. Duri akhir pada kedua sisi karapas relatif lebih panjang dan lebih runcing. Rajungan hanya hidup pada lingkungan air laut dan tidak dapat hidup pada kondisi tanpa air. Bila kepiting hidup di perairan payau, seperti di hutan bakau atau di pematang tambak, rajungan hidup di dalam laut. Rajungan memang tergolong hewan yang bermukim di dasar laut, tapi malam hari suka naik ke permukaan untuk cari makan. Makanya rajungan disebut juga “swimming crab” alias kepiting yang bisa berenang.

Dengan melihat warna dari karapas dan jumlah duri pada karapasnya, maka dengan mudah dapat dibedakan dengan kepiting bakau. Rajungan (*P. pelagicus*) memiliki karapas berbentuk bulat pipih, sebelah kiri-kanan mata terdapat duri sembilan buah, di mana duri yang terakhir berukuran lebih panjang. Rajungan mempunyai 5 pasang kaki, yang terdiri atas 1 pasang kaki (capit) berfungsi sebagai pemegang dan memasukkan makanan ke dalam mulutnya, 3 pasang kaki sebagai kaki jalan dan sepasang kaki terakhir mengalami modifikasi menjadi alat renang yang ujungnya menjadi pipih dan membundar seperti dayung. Oleh sebab itu rajungan digolongkan

kedalam kepiting berenang (swimming crab). Kaki jalan pertama tersusun atas daktilus yang berfungsi sebagai capit, propodos, karpus, dan merus.

Rajungan (*Portunus pelagicus*) merupakan kepiting laut yang banyak terdapat di Perairan Indonesia yang biasa ditangkap di daerah Gilimanuk (pantai utara Bali), Pengambengan (pantai selatan Bali), Muncar (pantai selatan Jawa Timur), Pasuruan (pantai utara Jawa Timur), daerah Lampung, daerah Medan dan daerah Kalimantan Barat. Rajungan telah lama diminati oleh masyarakat baik di dalam negeri maupun luar negeri, oleh karena itu harganya relatif mahal. Rajungan (*Portunus pelagicus*) banyak ditemukan pada daerah dengan geografi yang sama seperti kepiting bakau (*Scylla serrata*). *P. pelagicus* dikenal dengan blue swimming crab atau kepiting pasir dan merupakan hasil samping dari tambak tradisional pasang-surut di Asia. Sejak tahun 1973 di negara tetangga, rajungan (*Portunus pelagicus*) merupakan hasil laut yang penting dalam sektor perikanan.

Rajungan di Indonesia sampai sekarang masih merupakan komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomis tinggi yang diekspor terutama ke negara Amerika, yaitu mencapai 60% dari total hasil tangkapan rajungan. Rajungan juga diekspor ke berbagai negara dalam bentuk segar yaitu ke Singapura dan Jepang, sedangkan yang dalam bentuk olahan (dalam kaleng) diekspor ke Belanda. Komoditas ini merupakan komoditas ekspor urutan ketiga dalam arti jumlah setelah udang dan ikan. Sampai saat ini seluruh kebutuhan ekspor rajungan masih mengandalkan dari hasil tangkapan di laut, sehingga dikhawatirkan akan mempengaruhi populasi di alam. Alternatif yang sangat bijaksana untuk menghindari kepunahan jenis kepiting ini melalui pengembangan budi daya. Beberapa spesies rajungan yang memiliki nilai ekonomis adalah *Portunus trituberculatus*, *P. gladiator*, *P. sanguinus*, *P. hastatoides* dan *P. pelagicus*, sementara yang banyak diteliti saat ini adalah *P. pelagicus* dan *P. trituberculatus*.

Rajungan memiliki perbedaan dalam hal warna, bentuk abdomen dan lebar karapas di masing-masing daerah. Kelompok kepiting ini berasal dari famili Portunidae yang merupakan salah

satu anggota sub-filum Crustacea (Suryakomara 2013) dari kelas Malacostraca dan ordo Decapoda. Ordo Decapoda telah banyak menjadi obyek penelitian karena mempunyai nilai ekonomis yang sangat tinggi dan memiliki keanekaragaman jenis yang cukup besar (Ernawati et al. 2014). Rajungan jantan memiliki warna dasar biru dengan bercak putih dengan abdomen bagian bawah berbentuk segitiga meruncing. Rajungan betina memiliki warna dasar hijau kotor dengan bercak putih kotor dengan bentuk abdomen yang melebar (Suryakomara 2013) dan bobot mencapai ± 400 g/ekor (Prihatiningsih & Wagiyo 2017).

Pada dasarnya, Rajungan hidup di berbagai habitat seperti pantai dengan dasar pasir, pasir lumpur, perairan dangkal dengan kedalaman antara 1 sampai 4 meter dan tersebar hingga kedalaman mencapai 50 meter serta sesekali ia berdiam diri pada kedalaman 65 m (Prasetyo et al. 2014), kemudian berenang ke permukaan laut, daerah berpasir (Azizah 2013) untuk bernafas dan melihat organisme lain atau mangsanya dengan mata yang tajam dan menjulurkan antenanya (Lakudo et al. 2017).

Permintaan pasar yang meningkat hampir menjadikan rajungan sebagai biota ekspor dengan nilai yang tinggi (Yusfianda dan Sobari 2011). Pasar yang luas dan harga yang tinggi menjadi pemicu berkembangnya perikanan rajungan (Santoso & Raksun 2016). Tingginya nilai jual rajungan mendorong peningkatan upaya penangkapan (Ernawati et al. 2014). Tekanan upaya penangkapan yang terus meningkat menyebabkan hasil tangkapan per upaya yang diperoleh semakin sedikit (Ernawati et al. 2014). Hingga saat ini besarnya tingkat pemanfaatan dan perdagangan rajungan tidak diimbangi dengan pengetahuan tentang cara melestarikan sumberdaya tersebut. Hal ini dapat berakibat pada penurunan stok sumberdaya rajungan (Santoso & Raksun 2016). Pada pengelolaan perikanan rajungan yang berkelanjutan diperlukan informasi biologis maupun data hasil tangkapan. Informasi yang diperoleh diolah ke dalam bentuk informasi yang berguna untuk membuat kebijakan pengelolaan, penetapan serta memantau pelaksanaan kebijakan pengelolaan tersebut (Ningrum et al. 2015). Sedangkan rajungan hasil tangkapan para nelayan dijual pada para pengumpul

(bakul). Para pengumpul ini menjual rajungannya kepada para bandar besar yang merupakan agen pembelian dari perusahaan-perusahaan besar (eksportir) rajungan. Oleh karena itu produksi rajungan sering tidak tercatat oleh petugas dari Dinas Perikanan setempat. Tidak adanya data produksi ini mengakibatkan sulitnya mengetahui besar produksi yang dihasilkan (Santoso & Raksun 2016).

2.2. Habitat Rajungan

Habitat rajungan adalah pada pantai bersubstrat pasir, pasir berlumpur dan di pulau berkarang, juga berenang dari dekat permukaan laut (sekitar 1 m) sampai kedalaman 65 meter. Rajungan hidup di daerah estuaria kemudian bermigrasi ke perairan yang bersalinitas lebih tinggi untuk menetas telurnya, dan setelah mencapai rajungan muda akan kembali ke estuaria. Rajungan banyak menghabiskan hidupnya dengan membenamkan tubuhnya di permukaan pasir dan hanya menonjolkan matanya untuk menunggu ikan dan jenis invertebrata lainnya yang mencoba mendekati untuk diserang atau dimangsa. Perkawinan rajungan terjadi pada musim panas, dan terlihat yang jantan melekatkan diri pada betina kemudian menghabiskan beberapa waktu perkawinan dengan berenang. Sebagaimana halnya dengan kerabatnya, yaitu kepiting bakau, di alam makanan rajungan juga berupa ikan kecil, udang-udang kecil, binatang invertebrata, detritus dan merupakan binatang karnivora. Rajungan juga cukup tanggap terhadap pembeian pakan formula/pellet. Sewaktu masih stadia larva, hewan ini merupakan pemakan plankton, baik phyto maupun zooplakton.

2.3. Pengelolaan Rajungan Berkelanjutan dan Tinjauan Filsafat Ilmu

Tema potensi Rajungan ditinjau dalam filsafat dalam penulisan artikel ini dikaji selalu dengan sistematis dalam kajian ontologi, epistemologi dan aksiologi. Ontologi membicarakan hakikat, objek dan struktur filsafat. Epistemologi membahas cara memperoleh dan ukuran kebenaran pengetahuan filsafat. Aksiologi mendiskusikan masalah kegunaan filsafat dan cara filsafat menyelesaikan masalah yang dihadapi (Tafsir, 2004).

Tujuan dari tinjauan penulisan ini adalah mengkaji potensi Rajungan dalam tinjauan filsafat ilmu dalam rangka memahami pengetahuan potensi rajungan baik tentang hakekat rajungan, cara mendapatkan dan budidaya rajungan dan potensi yang dapat dikembangkan terkait rajungan.

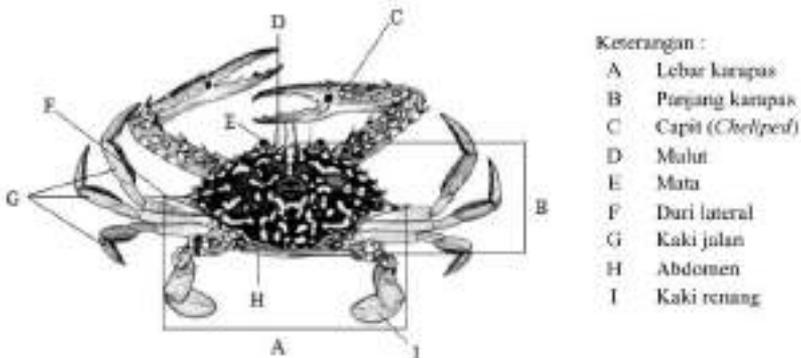
Analisa Masalah

Secara ontology, bahwa Rajungan termasuk dalam kelompok kepiting perenang (Portunidae) yang merupakan bagian Krustasedari kelas Malacostraca dan ordoDecapoda. Decapoda pada umumnya telah banyak menjadi kajian karena mempunyai nilai ekonomis tinggi dan keragaman jenis yang cukup banyak (Kembaren & Surahman, 2018). Rajungan (*Portunus pelagicus*) banyak ditemukan pada daerah dengan geografi yang sama seperti kepiting bakau (*Scylla serrata*). *P. pelagicus* dikenal dengan blue swimming crab atau kepiting pasir dan merupakan hasil samping dari tambak tradisional pasang-surut di Asia. Sejak tahun 1973 di negara tetangga, rajungan (*Portunus pelagicus*) merupakan hasil laut yang penting dalam sektor perikanan (Sambas, 2010).

Klasifikasi rajungan adalah sebagai berikut : Filum Arthropoda, Kelas Crustacea, Sub Kelas Malacostraca, Ordo Eucaridae, Sub Ordo Decapoda, Famili Portunidae, Genus *Portunus*, Spesies *Portunus pelagicus*. ciri morfologi rajungan mempunyai karapas berbentuk bulat pipih dengan warna yang sangat menarik kiri dan kanan dari karapas terdiri atas duri besar, jumlah duri-duri sisi belakang matanya 9 buah. Rajungan dapat dibedakan dengan adanya beberapa tanda-tanda khusus, diantaranya adalah pinggiran depan di belakang mata, rajungan mempunyai 5 pasang kaki, yang terdiri atas 1 pasang kaki (*capit*) berfungsi sebagai pemegang dan memasukkan makanan kedalam mulutnya, 3 pasang kaki sebagai kaki jalan dan sepasang kaki terakhir mengalami modifikasi menjadi alat renang yang ujungnya menjadi pipih dan membulat seperti dayung. Oleh sebab itu, rajungan dimasukkan kedalam golongan kepiting renang (*swimming crab*) (SIDAURUK, 2018).

Rajungan umumnya hanya hidup di laut dengan salinitas sekitar 32-34 ppt. Salinitas berperan sangat penting dalam pemeliharaan larva krustasea seperti zoea rajungan yang dapat hidup pada salinitas 32,1 ppt. Perubahan salinitas akan mempengaruhi sifat fungsional dan struktur tubuh organisma. Hal yang sama juga akan terjadi pada rajungan yang akan mengubah konsentrasi cairan tubuhnya sesuai dengan lingkungannya dengan kombinasi proses osmosis dan difusi, sehingga akan mempengaruhi proses molting. Perubahan faktor lingkungan seperti salinitas, suhu, oksigen dan mutu lingkungan air lainnya akan mempengaruhi frekuensi pergantian kulit dan peningkatan ukuran pada krustase (Susanto, 2007).

Secara umum morfologi rajungan berbeda dengan kepiting bakau. Rajungan (*Portunus pelagicus*) memiliki bentuk tubuh yang lebih ramping dengan capit yang lebih panjang dan memiliki berbagai warna yang menarik pada karapasnya. Rajungan hanya dapat hidup di air laut dan tidak dapat hidup pada kondisi tanpa air (Apriliyanto, Pramonowibowo, & Yulianto, 2014).



Gambar 1 : Morfologi Rajungan

(Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), 2017)

Pengamatan jenis kelamin rajungan dapat dilakukan secara visual dengan mengamati warna karapas. Rajungan jantan memiliki karapas kebiruan dengan bercak putih, sedangkan rajungan betina memiliki karapas kehijauan dengan bercak putih. Penentuan jenis kelamin rajungan juga dapat dilakukan dengan melihat bentuk

abdomennya (Gambar 2). Abdomen rajungan jantan berbentuk meruncing ke depan, sedangkan abdomen rajungan betina berbentuk lebih melengkung dan melebar. Abdomen rajungan betina berbentuk melengkung berfungsi untuk menyimpan dan mengerami telur (SIMANJUNTAK, 2017). Ada perbedaan antara jantan dan betina. Duri di kiri-kanan matanya berjumlah sembilan buah. Warna jantan adalah dasar biru dengan bercak-bercak putih sedangkan jenis betina dasar hijau kotor dengan bercak-bercak putih kotor. Rajungan sering tertangkap dalam jaring tangsi dan jaring kejer yang dibentangkan pada malam hari di tempat yang banyak rajungan. Musim pemijahan rajungan lebih mudah diamati dari pada ikan, hal ini dapat ditandai dengan terdapatnya telur-telur yang sudah dibuahi yang masih terbawa induknya yang melekat pada lipatan abdomen bersama pleopodanya. Musim pemijahan rajungan terjadi sepanjang tahun dengan puncaknya terjadi pada musim barat di bulan Desember musim peralihan pertama di bulan Maret, musim Timur di bulan Juli, dan musim peralihan kedua di bulan September (Setiyowati, 2016).



Gambar 2 : Penentuan jenis kelamin rajungan berdasarkan bentuk abdomen

(Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), 2017)



Gambar 3 : Rajungan Betina

Cangkang rajungan memiliki duri sebanyak sembilan buah terdapat pada sebelah mata kanan-kiri. Pada duri yang terakhir berukuran lebih panjang dari duri-duri lainnya dan merupakan titik ukuran lebar cangkang. Perut atau biasa disebut abdomen terlipat ke depan di bawah cangkang. Abdomen jantan sempit dan meruncing ke depan. Abdomen betina melebar dan membulat, gunanya untuk menyimpan telur. Rajungan yang ditangkap di perairan pantai pada umumnya mempunyai kisaran lebar cangkang 8–13 cm dengan berat rata-rata 100 gram, sedangkan rajungan yang berasal dari perairan lebih dalam mempunyai kisaran lebar cangkang 12–15 cm dengan berat rata-rata 200 gram. Selain itu pernah juga ditemukan rajungan dengan lebar cangkang 20 cm dan beratnya mencapai 400 gram (Setiyowati, 2016).

Potensi rajungan dalam tinjauan **epistmologi** bahwa aspek biologi reproduksi (rasio kelamin, musim pemijahandan fekunditas) rajungan sangat berpotensi mendukung keberlanjutan pemanfaatan rajungan untuk budidaya (Hamid, Wardiatno, Lumban, & Riani, 2017). Potensi keberlanjutan populasi rajungan salah contohnya di Teluk Lasongko tergolong tinggi dilihat dari aspek bioekologinya. Permasalahan yang menjadi ancaman keberlanjutan pemanfaatan rajungan di Teluk Lasongko, adalah overfishing dan stok kritis, serta belum dilakukan pengelolaan rajungan dengan baik. Strategi pengelolaan rajungan di Teluk Lasongko yang mendesak dilakukan adalah menetapkan ukuran lebar karapas rajungan jantan terkecil yang boleh ditangkap sebesar $>109,8\text{mm}$ dan betina $>115,7\text{mm}$ serta

tidak berulang. Pengurangan penangkapan rajungan yang mengalami pemijahan, penangkapan rajungan sebaiknya mempunyai ukuran di atas 3.34 cm (setelah memijah), penggunaan alat tangkap yang lebih selektif (Hamid et al., 2017; Muhsoni & Abida, 2009).

Kemudian potensi ranjungan dalam tinjauan **aksiologi** bahwa rajungan saat ini dapat berpengaruh terhadap pendapatan yang diterima oleh nelayan dan akhirnya mempengaruhi pula pada tingkat kesejahteraan para nelayan (Arios et al., 2013). Pendapatan pada usaha penangkapan rajungan dengan alat tangkap Pejer (Bottom set gill net) dan jaring Gondrong (Trammel net) diperoleh jumlah produksi rajungan (Mentari Romadhani, Ismail, & Boesono, 2016). Restocking rajungan merupakan salah satu strategi pengelolaan rajungan yang bertujuan untuk memperbaiki stok alami dan meningkatkan hasil tangkapan rajungan (Hamid et al., 2017). Pemanfaatan daging rajungan sebagai sumber nutrisi dengan kandungan asam amino esensial dan asam lemak yang ditubuhkan oleh tubuh. Protein daging rajungan terdiri dari 15 asam amino, 9 asam amino esensial dan 6 asam amino non esensial. Daging rajungan mengandung asam lemak tak jenuh berupa EPA dan DHA yang berfungsi sebagai pertumbuhan dan kecerdasan otak bagi anak-anak. Serta tingginya kandungan asam lemak tak jenuh yang dapat meningkatkan produksi HDL. Rajungan memiliki cukup besar limbah yang belum dimanfaatkan yaitu berupa cangkang. Pemanfaatan cangkang rajungan ini menjadi bahan baku kitosan akan menerapkan proses produksi tanpa limbah (zero waste). Kitosan mengandung glukosamin yang dapat berfungsi sebagai anti osteoarthritis (SIDAURUK, 2018).

Pemanfaatan yang tidak berkelanjutan, seperti penggunaan alat tangkap yang tidak selektif, adalah bukti tidak efektifnya pendekatan manajemen yang diterapkan. Akibatnya terjadi kerusakan sumberdaya hayati perikanan yang diindikasikan dengan menurunnya potensi dan keragaman jenis ikan dan non ikan, oleh karena itu upaya pemanfaatan sumberdaya hayati rajungan harus diperbaiki, perlu adanya perbaikan sistem manajemen pemanfaatan, salah satu diantaranya pemanfaatan siklus hidup rajungan dengan pendekatan zonasi (Ihsan, 2015).

Kesimpulan

Secara ontology, Rajungan merupakan kelompok kepiting perenang (Portunidae) yang merupakan bagian Krustasedari kelas Malacostraca dan ordoDecapoda. Klasifikasi rajungan adalah Filum Arthropoda, Kelas Crustacea, Sub Kelas Malacostraca, Ordo Eucaridae, Sub Ordo Decapoda, Famili Portunidae, Genus Portunus, Spesies Portunus pelagicus. ciri morfologi rajungan mempunyai karapas berbentuk bulat pipih dengan warna yang sangat menarik kiri dan kanan dari karapas terdiri atas duri besar, jumlah duri-duri sisi belakang matanya 9 buah. Rajungan hidup di berbagai habitat seperti pantai dengan dasar pasir, pasir lumpur, perairan dangkal dengan kedalaman antara 1 sampai 4 meter dan tersebar hingga kedalaman mencapai 50 meter serta sesekali berdiam diri pada kedalaman 65 m, kemudian berenang ke permukaan laut, daerah berpasir untuk bernafas dan melihat organisme lain atau mangsanya dengan mata yang tajam dan menjulurkan antenanya.

Dalam tinjauan epistmologi bahwa aspek biologi reproduksi rajungan (rasio kelamin, musim pemijahandan fekunditas) sangat berpotensi mendukung keberlanjutan pemanfaatan rajungan untuk budidaya. Potensi keberlanjutan populasi rajungan salah contohnya di Teluk Lasongko tergolong tinggi dilihat dari aspek bioekologinya. Sistem penangkapan rajungan dengan bubu yang digunakan oleh nelayan yaitu pengoperasian bubu pada sistem rawai yaitu bubu dipasang dalam jumlah banyak dan dirangkai menggunakan tali antara bubu satu dengan bubu lainnya. Biasanya bubu yang dipasang dengan sistem rawai biasanya dihubungkan dengan pengait (snap) antara tali cabang dan tali utama.

Tinjauan aksiologi, rajungan saat ini dapat berpengaruh terhadap pendapatan yang diterima oleh nelayan dan akhirnya mempengaruhi pula pada tingkat kesejahteraan para nelayan. Pendapatan pada usaha penangkapan rajungan dengan alat tangkap Pejer (Bottom set gill net) dan jaring Gondrong (Trammel net) diperoleh jumlah produksi rajungan. Restoking rajungan merupakan salah satu strategi pengelolaan rajungan yang bertujuan untuk memperbaiki stok alami dan meningkatkan hasil tangkapan

rajungan. Pemanfaatan daging rajungan sebagai sumber nutrisi dan cangkang sebagaibahan baku kitosan. Kitosan mengandung glukosamin yang dapat berfungsi sebagai anti osteoarthritis.

Referensi

- Apriliyanto, H., Pramonowibowo, & Yulianto, T. (2014). Analisis Daerah Penangkapan Rajungan Dengan Jaring Insang Dasar (Bottom Gillnet) Di Perairan Betahwalang, Demak. *Journal Of Fisheries Resources Utilization Management And Technolog*, 3(3), 71–79. Retrieved From [Http://Www.Ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jfrumt%0aanalisis](http://Www.Ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jfrumt%0aanalisis)
- Fauzi, M., Gaffar, A., Erdyanto, B., Dhewang, I., Arafat, M., Akmalia, D., ... Adilwiweko, D. (2018). Pendugaan Growth Overfishing Rajungan (*Portunus Pelagicus*) Di Teluk Banten. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 8(1), 96–103.
- Hamid, A., Wardiatno, Y., Lumban, D. T. F., & Riani, E. (2017). Berdasarkan Aspek Bioekologi Di Teluk Lasongko, Sulawesi Tenggara Sustainable Management Of Blue Swimming Crab (*Portunus Pelagicus*) Based Of Bioecology Aspects In Lasongko Bay, Southeast Sulawesi Biologi Rekrutmen Kematian Penangkapan Kematian Alami
- Kembaren, D. D., & Surahman, A. (2018). Struktur Ukuran Dan Biologi Populasi Rajungan (*Portunus Pelagicus* Size Structure And Population Biology Of Blue Swimming Crabs (*Portunus Pelagicus* Linnaeus, 1758). *Jurnalpenelitianperikananindonesia*, 24(1), 51–60. [Https://Doi.Org/10.15578/Jppi.1.1.2018.51-60](https://doi.org/10.15578/jppi.1.1.2018.51-60)
- Sambas, Z. (2010). Klasifikasi Rajungan. Retrieved From [Https://Zaldibiaksambas.Wordpress.Com/2010/06/21/Klasi fikasi-Rajungan/](https://zaldibiaksambas.wordpress.com/2010/06/21/klasi-fikasi-rajungan/)
- Setiyowati, D. (2016). Kajian Stok Rajungan (*Portunus Pelagicus*) Di Perairan Laut Jawa, Kabupaten Jepara. *Disprotek*, 7(1), 84–97.
- Sidauruk, S. W. (2018). *Karakteristik Rajungan (Portunus Pelagicus) Dan Potensinya Di Bidang Pangan Dan Kesehatan*. Bogor. Retrieved From [Https://Www.Researchgate.Net/Publication/322616882](https://www.researchgate.net/publication/322616882)

- Simanjuntak, A. T. (2017). *Analisis Sebaran Lebar Karapas Dan Proporsi Bef (Berried Egg Female) Rajungan, Portunus Pelagicus (Linn, 1758) Yang Tertangkap Di Pantai Timur Lampung*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Suharto, S., Romadhon, & Redjeki, S. (2016). Rajungan Berukuran Berbeda Dan Rajungan Bertelur Analysis Of Weight Lost Due To Streaming And Skinning Of Crabs With Different Size And Eggs Laying. *Saintek Perikanan*, 12(1), 47–51. Retrieved From [Http://Ejournal.Undip.Ac.Id/Index.Php/Saintek](http://ejournal.undip.ac.id/index.php/saintek)
- Susanto, B. (2007). Rajungan (*Portunus Pelagicus*) Melalui Penurunan Salinitas Growth, Survival Rate And Performance Of Zoea-Megalopa Of Blue. *Jurnal Perikanan*, 9(1), 154–160.
- Tafsir, A. (2004). *Filsafat Ilmu : Mengurai Ontologi, Epistemologi Dan Aksiologi Pengetahuan*. Bandung: Pt Remaja Bosdakarya.

Kajian Implementasi Mekanisme Insentif-Disinsentif (Chost Sharing) Terhadap Perbaikan Fungsi Daerah Aliran Sungai (Das) Sekampung Di Provinsi Lampung

Edison

Pendahuluan

Sampai saat ini masih sedikit wilayah di Indonesia baik di tingkat Provinsi dan/atau Kabupaten, dimana terdapat sungai besar yang melewati lintas Kabupaten/Provinsi dapat menerapkan mekanisme insentif-disinsentif dalam pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) nya. Mekanisme insentif-disinsentif bisa dikatakan adalah sebuah proses dimana Kabupaten yang berada di wilayah hulu sebagai Kabupaten yang mempunyai sumber air mendapatkan dukungan dalam bentuk dana ataupun program dari Kabupaten di wilayah hilir sebagai pengguna air untuk mempertahankan fungsinya. Kabupaten yang berada di atas (hulu) mempunyai beban menjaga wilayah DAS di hulu yang berfungsi sebagai daerah tangkapan air (*catchment area*) untuk menjaga ketersediaan air yang sangat berperan penting untuk kehidupan masyarakat. Selain ada kendala legalitas dalam pengelolaan DAS terkait dengan payung hukum serta peraturan yang selalu berubah, sebab lainnya adalah belum adanya pemahaman yang sama dari para pemangku kepentingan yang berada di wilayah hulu dan hilir akan kerjasama/sinergisitas pengelolaan DAS hulu-hilir, baik di lingkungan Pemerintah Daerah maupun di lingkungan stakeholders lainnya. Faktor lain yang tidak kalah pentingnya adalah *political will* dari kepala daerah baik Bupati/Walikota atau Gubernur untuk mendorong mekanisme tersebut dapat diterapkan. Oleh karena itu faktor-faktor penghambat tersebut harus diatasi agar mekanisme tersebut dapat diterapkan dalam pengelolaan DAS.

Di Provinsi Lampung sendiri, mekanisme insentif-disinsentif dalam pengelolaan DAS sudah lama menjadi bahan pembicaraan dan diperdebatkan, karena di Provinsi Lampung terdapat sungai-sungai besar yang DAS-nya melewati beberapa Kabupaten/Kota. Topografi Provinsi Lampung yang mempunyai daerah dataran tinggi (gunung) dan dataran rendah (pantai), dimana sungai-sungai besar mengalir melintasi Kabupaten/Kota, dan menjadi sumber penghidupan masyarakat Lampung. Tercatat ada beberapa DAS besar di Provinsi Lampung dimana ada 3 Kabupaten sebagai wilayah hulu dari 15 Kabupaten/Kota di Provinsi Lampung, yaitu Kabupaten Lampung Barat, Tanggamus, dan sebagian Lampung Utara. Terdapat 5 sungai besar dan sekitar 33 sungai kecil, yang membentuk 5 Daerah Aliran Sungai (DAS) utama, yaitu: DAS Sekampung, DAS Mesuji, DAS Semangka, DAS Seputih dan DAS Tulangbawang. Lima sungai besar tersebut ditetapkan menjadi 3(tiga) Satuan Wilayah Sungai (SWS) oleh Departemen Pekerjaan Umum (PU), yaitu: SWS Mesuji-Tulang Bawang, SWS Seputih-Sekampung, dan SWS Semangka. Ketiga SWS tersebut kemudian menjadi 8 DAS sebagai berikut (gambar 1)



Gambar 1. Satuan Wilayah Pengelolaan (SWP) 8 DAS yang ada di Provinsi Lampung

Sumber : BP DAS HL Way Seputih-Sekampung, Provinsi Lampung. 2017.

Pada umumnya DAS di Provinsi Lampung telah mengalami kerusakan seperti DAS Sekampung, Seputih, Tulang Bawang, Mesuji, Abar Kambas, dan Semaka, baik ditinjau dari aspek ekologi maupun hidrologi, sehingga DAS tersebut dapat dikatakan tidak *sustainable*. Data menunjukkan bahwa sebagian besar DAS di Provinsi Lampung telah mengalami kerusakan akibat perambahan hutan, ilegal *logging*, dan usaha tani yang tanpa mengindahkan kaidah-kaidah konservasi tanah dan termasuk industri yang tidak berwawasan lingkungan.

Analisa Masalah

Untuk membahas mekanisme insentif-disinsentif dalam pengelolaan DAS Sekampung dilakukan dengan pendekatan filsafat ilmu yaitu melalui kajian ontologi, epistemologi, dan aksiologi. Ontologi membahas apa itu mekanisme insentif-disinsentif, epistemologi membicarakan bagaimana caranya agar mekanisme insentif-disinsentif ini dapat diimplementasikan. Sedangkan secara aksiologi bagaimana intervensi para pemangku kepentingan untuk dapat mendorong implementasi mekanisme insentif-disinsentif ini. Oleh karena itu, penting untuk dipahami apakah yang dimaksud Daerah Aliran Sungai (DAS) sehingga semua pihak mendapatkan pemahaman dan cara memandang yang sama bila membicarakan DAS. Didalam Undang Undang Nomor 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, yang dimaksud dengan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografi dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Dengan demikian dari pengertian diatas, DAS sangat penting dalam menunjang kehidupan, menopang perekonomian rakyat pada sepanjang aliran sungai yang dilaluinya. Namun demikian selama ini pengelolaan DAS belum berdasarkan pada pengelolaan yang berkelanjutan (*sustainable management*), DAS hanya dieksploitasi sesuai kebutuhan dan keinginan manusia. Pengelolaan DAS yang baik adalah bagaimana menggunakan sumberdaya alam di dalam DAS secara rasional untuk mendapatkan

produksi maksimum dalam waktu yang tidak terbatas dan menekan bahaya kerusakan (degradasi lahan) seminimal mungkin, serta ketersediaan air yang merata sepanjang tahun. Masyarakat harus mendapatkan manfaat secara berkelanjutan dari keberadaan DAS tersebut. Akan tetapi bagaimana hal ini dapat *sustainable* apabila DAS yang ada semakin hari semakin rusak. Oleh karena itu perlu dibuat payung hukum yang mengatur bagaimana mekanisme pengelolaan DAS antara kabupaten hulu dan kabupaten hilir.

Pemerintah Provinsi Lampung pada tahun 2014 telah mengeluarkan Peraturan Daerah (Perda) Nomor 22 tentang Pengelolaan DAS terpadu. Perda ini telah mengatur bagaimana mekanisme insentif-disinsentif antara Kabupaten/Kota yang berada di hulu dan Kabupaten/Kota yang berada di hilir, akan tetapi belum secara spesifik. Kemudian Perda tersebut direvisi pada tahun 2017 dengan judul yang sama tetapi telah lebih tegas dan spesifik mengatur bagaimana mekanisme insentif-disinsentif ini. Perda perubahan ini muncul disaat sedang menghangatnya kembali perdebatan tentang bagaimana mekanisme insentif-disinsentif dapat diterapkan. Mekanisme insentif-disinsentif dalam pengelolaan DAS Sekampung selama ini sulit dilaksanakan karena belum adanya payung hukum yang dapat memberikan legalitas Kabupaten/Kota untuk membantu dana dan menganggarkannya dalam APBD Kabupaten/Kota sehingga bertahun-tahun mekanisme ini sulit diwujudkan. Padahal sesungguhnya salah satu bentuk sistem manajemen adalah *Insentif/Disinsentif* (subsidi silang) dapat dijadikan sebagai alternatif dalam pengelolaan DAS dan upaya pelestarian sumber daya air secara terpadu (*Integrated Water Resources Management*) dengan tujuan kelestarian daerah tangkapan air dapat terjaga, serta mencegah kerusakan ekosistem dan bencana alam yang lebih besar (Polie, et al., 2014)

Sejak adanya Peraturan Daerah (Perda) Pemerintah Provinsi Lampung Nomor 22 tahun 2017 tentang Pengelolaan DAS Terpadu, maka memberikan harapan mekanisme insentif-disinsentif dalam pengelolaan DAS Sekampung dapat diimplementasikan. Akan tetapi legalitas saja masih belum cukup untuk mengimplemetasikan mekanisme ini, diperlukan juga komitmen dan kepedulian semua

pihak serta yang paling utama adalah *Political Will* dan *Leadership* kepala daerah yang kuat untuk mewujudkannya. Apalagi saat ini kerusakan DAS Sekampung sudah berada dalam taraf yang mengkhawatirkan. Kerusakan DAS sekampung sebagaimana DAS lainnya yang berada di Provinsi Lampung disebabkan oleh konversi lahan, *Illegal Logging*, pencemaran oleh industri, dan lainnya terutama kerusakan terjadi pada pada DAS Hulu Way Sekampung yang berada di Kabupaten Tanggamus. DAS Sekampung Hulu yang mempunyai luas 42.400 ha yang kondisinya saat ini sudah sangat mendesak untuk ditangani, karena sebagian besar DAS Sekampung Hulu telah mengalami alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian. Saat ini luas hutan primer tersisa seluas 5.626,78 ha (13,27 %), hutan sekunder seluas 2.071,75 ha (4,89 %), semak belukar 2.559,38 ha (6,04 %), dan pertanian lahan kering seluas 32.142,40 ha (75,80 %) yang didominasi oleh tanaman kopi dengan variasi tanaman keras lainnya..

Perbedaan antara perda Nomor 22 Provinsi Lampung tahun 2014 dan tahun 2017 disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Perbedaan Perda Nomor 22 Tentang Pengelolaan DAS Terpadu, 2014 dan 2017.

Diskripsi	Perda No. 22 tahun 2014	Perda No. 22 tahun 2017	Keterangan
Penetapan Perda	12 September 2014	27 Desember 2017	3 tahun vakum
Kaitan dengan UU No. 23 tahun 2014 Tentang Pemerintahan Daerah	Ditetapkan sebelum UU No. 23 tentang Pemerintahan Daerah ditetapkan	Ditetapkan sesudah UU No. 23 tentang Pemerintahan Daerah ditetapkan	Berpengaruh dalam kewenangan pengelolaan hutan, kewenangan pengelolaan hutan ditarik ke Provinsi
Usulan Perda	Inisiatif Eksekutif (Dinas kehutanan)	Inisiatif Legislatif (DPRD Provinsi Lampung)	Menunjukkan komitmen Pemerintah Daerah
Forum DAS	Belum dibentuk berdasarkan Perda ini	Belum dibentuk berdasarkan Perda ini	Forum yang DAS terbentuk, inisiasi dari BP DASHL Way Seputih-Way Sekampung
Mekanisme insentif dan disinsentif	Belum secara eksplisit disebutkan	Secara Eksplisit disebutkan dalam pasal 35	Inti dari Perda

Sumber : Data dieh dari Perda nomor 22 tahun 2014 dan 2017.

Pentingnya DAS Sekampung untuk Provinsi Lampung dapat dilihat dari besarnya kebutuhan air untuk usaha pertanian yang memproduksi padi sawah setiap tahunnya. DAS Sekampung memiliki nilai penting sebagai salah satu daerah sumber penghasil padi nasional. DAS Sekampung yang mempunyai 7 sub DAS, dengan luas 484.191,80Ha merupakan salah satu DAS penting dari 8 DAS yang ada di Provinsi Lampung (tabel 2.). DAS Sekampung juga merupakan salah satu dari 15 DAS prioritas nasional yang ada di Indonesia dari 108 DAS kritis nasional. Status DAS Sekampung saat

ini adalah DAS yang perlu "dipulihkan" keberadaannya. Kondisi DAS Sekampung saat ini kritis yang diakibatkan oleh beberapa faktor kerusakan DAS, terutama dibagian hulu yang terletak di Kabupaten Tanggamus. Isu pokok permasalahan DAS Sekampung adalah Banjir, kekeringan, kekritisn lahan, dan penurunan kualitas air (BP DAS HL Way Seputih-Way Sekampung, 2017).

Tabel 2. Sub DAS Way Sekampung

No.	Nama Sub DAS	Luas(Ha)	Persentase (%)
1	Way Sekampung Hulu	82.201,41	17,0
2	Way Bulok	87.670,00	18,1
3	Way Semah	25.134,94	5,2
4	Way Tugubalak	9.761,78	2,0
5	Way Kandis	43.450,68	9,0
6	Way Katibung	54.140,29	11,2
7	Way Sekampung Hilir	181.832,70	37,6
	Total	484.191,80	100,0

Sumber BP DAS HLWay Seputih-Way Sekampung Lampung,2017.

DAS Sekampung mempunyai fluktuasi debit air dalam satu tahun cukup besar (pada saat bulan-bulan basah) akan kelebihan air dan sebaliknya pada waktu debit kecil (pada saat bulan-bulan kering) terjadi kekurangan air, artinya makin besar fluktuasi debit rata-rata musim hujan dibandingkan dengan musim kemarau, hal ini mengindikasikan kondisi DAS kurang baik. Oleh karena itu, kondisi DAS yang kurang baik ini perlu segera dilakukan upaya-upaya nyata dalam memperbaiki kondis DAS tersebut, agar kondisinya dapat kembali baik dan dikelola secara berkelanjutan.

Gambar 2. Peta Batas DAS Sekampung (7 Sub DAS) Provinsi Lampung



Sumber: BP DAS HLWay Seputih-Way Sekampung Lampung. 2017.

Salah satu fungsi DAS Sekampung adalah memberikan pasokan air pada Waduk Batu Tegi di Kabupaten Tanggamus. Akan tetapi pelayanan air untuk irigasi teknis dilakukan melalui Waduk Argoguruh yang berada di hilirnya. Rencana pelayanan air irigasi mencapai 65.500 Ha, yang berarti debit layanan air mencapai 65 m³/dtk, tetapi pada kenyataannya rencana tersebut sulit dicapai, apalagi pada musim kemarau.

Data yang termonitor pada Waduk Argoguruh menunjukkan debit minimum pada musim hujan mencapai 26,10 m³/dt dan debit minimum pada musim kemarau hanya 2,60 m³/dt, sedangkan debit maksimum pada Waduk Argoguruh tercatat mencapai 501,35 m³/dt. Hal ini berarti potensi ketersediaan air di Way Sekampung dapat dikonservasi dengan adanya Bendungan Batutegi sebagai tempat penyimpanan air. Ketersediaan air di Waduk Batutegi dan Argoguruh ini merupakan sumber air untuk irigasi di Kabupaten hilir.

Data dari laporan sampai dengan April 2018 musim tanam I tahun 2017-2018 Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Mesuji

Sekampung, Daerah Irigasi (DI) yang berfungsi dengan baik dari Waduk Argoguruh adalah 55.373 Ha dari luas baku irigasi 76.006 Ha (tabel 3). Dengan membandingkan data total luas tanaman padi se Provinsi Lampung tahun 2017 seluas 400.868,5 Ha, dimana 194.973,5 Ha adalah luas areal padi sawah, maka berarti 28,4 % ($55.373/194973,5 \times 100 \% = 28,4 \%$) dari luas sawah irigasi Lampung, sumber airnya berasal dari DAS Sekampung (Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura, Provinsi Lampung. 2017).

Tabel 3: Luas Daerah Irigasi (DI) Wilayah II Seputih-Sekampung

No	Daerah Irigasi(UPTD/KD)	Luas Areal Baku (Ha)	Luas Areal Fungsi (Ha)
1	Sekampung Sistem		
	D.I Punggur Utara		
	Trimurjo	6.196,0	5.136,0
	Punggur	4.201,0	4.152,0
	Kota Gajah	4.021,0	2.687,0
	Seputih Raman	6.621,0	4.035,0
	Rukti Endah	2.589,0	1.877,0
	Rantau fajar	5.722,0	3.294,0
	Bekri	6.500,0	5.000,0
	Rumbia	6.075,0	5.106,0
	Sub Total	41.925,0	31.287,0
2	D.I Sekampung Bunut		
	Adipuro	2.450,0	2.230,0
	Metro	3.766,0	2.923,0
	Pekalongan	4.222,0	2.612,0
	Sub Total	10.438,0	7.765,0
3	D.I Sekampung Batanghari		
	Batanghari	4.143,0	3.920,0
	Sekampung	5.516,0	3.464,0
	Sub Total	9.659,0	7.384,0
4	D.I Raman Utara		
	Raman Utara	6.304,0	4.216,0
	Sub Total	6.304,0	4.216,0
5	D.I Batanghari Utara		
	Purbolinggo	7.680,0	4.721,0
	Sub Total	7.680,0	4.721,0
	Total Luas Sekampung Sistem	76.006,0	55.373,0

Sumber : Laporan Musim Tanam DI Sekampung Sistem dan Debit Air Argoguruh.

Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Mesuji Sekampung. Tahun 2018.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis masalah diatas, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Mekanisme insentif-disinsentif seharusnya dapat diimplementasikan karena tertuang dalam pasal dalam Perda Nomor 22 Provinsi Lampung tahun 2017 tentang Pengelolaan DAS terpadu. Akan tetapi perlu membuat Peraturan Gubernur (Pergub) lainnya untuk mengimplementasikan Perda tersebut. Pergub yang perlu dibuat adalah a) Tatacara Pelaksanaan Inventarisasi DAS, b) Penyusunan Rencana Pengelolaan DAS, c) Rencana Pengelolaan DAS, d) Tata Cara Penetapan Rencana Pengelolaan DAS, e) Pelaksanaan Pengelolaan DAS, f) Forum DAS, g) Besaran dan Tatacara Pembayaran Jasa Lingkungan (*benefitery pays principles*).
2. Implementasi mekanisme insentif-disinsentif dalam pengelolaan DAS Sekampung memerlukan komitmen semua pihak. Peran kepala daerah di Kabupaten/Kota dimana DAS sekampung berada menjadi faktor penentu. Diperlukan *political will* yang kuat dari kepala daerah tersebut.
3. Mekanisme insentif-disinsentif diharapkan berdampak terhadap perbaikan DAS Sekampung yang kini statusnya adalah “perlu dipulihkan”.
4. Dengan membandingkan data total luas tanaman padi se Provinsi Lampung tahun 2017 seluas 400.868,5 Ha, dimana 194.973,5 Ha adalah luas areal padi sawah, maka berarti 28,4 % ($55.373/194973,5 \times 100 \% = 28,4 \%$) dari luas sawah irigasi Lampung, sumber airnya berasal dari DAS Sekampung Untuk mencapai target dari produksi Gabah Kering Giling (GKG) padi di tahun 2018, maka sangat ditentukan oleh ketersediaan air untuk sawah irigasi dari waduk-waduk yang ada di Provinsi Lampung. oleh karena itu harus dipastikan bahwa untuk kedepannya jangan sampai terjadi air dari waduk tidak mencukupi karena kerusakan DAS di wilayah hulunya.

Referensi

- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. 2016. Produksi Tanaman Padi Lampung 2011-2015. Katalog No 5203005.18.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. 2018. Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Lampung. Nomor 15/02/18/th XIX, 5 Februari 2018.
- Bappeda Provinsi Lampung. Forum Gabungan Organisasi Perangkat Daerah. 2017. Laporan Hasil Rapat Koordinasi. Bandar Lampung. 24 Maret 2017.
- Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Mesuji Sekampung. 2018. Laporan Sampai Dengan Bulan April 2018 Musim Tanam I tahun 2017-2018. Daerah Irigasi (DI) Sekampung Sistem dan Debit Air Argoguruh. Lampung..
- BP DAS HLWay Seputih-Way Sekampung Lampung. 2017. Lokakarya Forum DAS Lampung. Fakultas Pertanian Unila. 14 Mei 2018. Lampung.
- Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura, Provinsi Lampung. 2018. Hasil Rapat Koordinasi Evaluasi Kinerja 2017 dan Pelaksanaan Program/Kegiatan Pembangunan Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Lampung. Hotel Horison. Lampung.
- Laporan Musim Tanam DI Sekampung. 2018. Sistem dan Debit Air Argoguruh.
- Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Mesuji Sekampung.
- Peraturan Daerah (Perda) Provinsi Lampung Nomor 22. 2017. Tentang Pengelolaan DAS terpadu di Provinsi Lampung.
- Profil Dinas Tanaman Pangan Dan Hortiultura. Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura. Provinsi Lampung. Tahun 2017
- Reynaldo Jeffry Polie, Rispiningtati, Very Dermawan. 2014. Jurnal Teknik Pengairan. Universitas Brawijaya. Malang
- Undang Undang Nomor 7. 2004. Tentang Sumber Daya Air.

Stunting dalam Tinjauan Filsafat Ilmu

Sutarto

Pendahuluan

Dalam 20 tahun terakhir, Indonesia telah mengalami transisi politik, ekonomi, dan demografi disertai dengan transisi epidemiologi. Penduduk Indonesia menghadapi masalah gizi, serta gaya hidup dan beberapa penyakit kronis sementara beban penyakit menular tetap tinggi (Shrimptom, 2012). Dengan mengetahui tren penyakit, kita dapat melihat permasalahan dan langkah inisiatif dalam upaya pencegahan. Penyebab langsung status gizi anak adalah makanan anak dan penyakit infeksi yang mungkin diderita anak. Penyebab gizi kurang tidak hanya disebabkan oleh makanan yang kurang tetapi mungkin juga karena penyakit. Anak yang mendapat makanan yang baik tetapi sering menderita penyakit infeksi dapat menderita kurang gizi. Demikian pula pada anak yang makanannya tidak cukup baik, maka daya tahan tubuh akan melemah dan mudah terserang penyakit (Hariyadi & Ekayanti, 2011). Indonesia mempunyai masalah gizi yang cukup berat yang ditandai dengan banyaknya kasus gizi kurang pada anak balita, usia masuk sekolah baik pada laki-laki dan perempuan. Masalah gizi pada usia sekolah dapat menyebabkan rendahnya kualitas tingkat pendidikan, tingginya angka absensi dan tingginya angka putus sekolah (Sulastri, 2012).

Stunting merupakan salah satu karakteristik yang menandakan terjadinya masalah gizi yang berulang dan dalam waktu yang lama, pada awal masa anak-anak diketahui memiliki tingkat kecerdasan, kemampuan motorik, dan integrasi neurosensori yang lebih rendah. Stunting atau anak pendek digambarkan sebagai seorang balita yang memiliki tinggi badan lebih rendah dari standar tinggi badan balita seumurnya (Dewi & Aminah, 2016). Stunting dipengaruhi oleh banyak hal salah satunya adalah riwayat berat lahir rendah. Bayi yang lahir dengan berat lahir rendah kebanyakan lahir dari ibu

dengan status nutrisi rendah selama kehamilan yang nantinya berisiko untuk menjadi stunting (Kusharisupeni, 2002).

Malnutrisi merupakan suatu dampak keadaan status gizi baik dalam jangka waktu pendek maupun jangka waktu lama. Stunting merupakan salah satu keadaan malnutrisi yang berhubungan dengan ketidakcukupan zat gizi masa lalu sehingga termasuk dalam masalah gizi yang bersifat kronis. Stunting merupakan ukuran status gizi balita dengan memperhatikan tinggi atau panjang badan menurut umur, dan jenis kelamin balita. Kebiasaan tidak mengukur tinggi atau panjang badan balita di masyarakat menyebabkan kejadian stunting sulit disadari. Hal tersebut membuat stunting menjadi salah satu fokus pada target perbaikan gizi di dunia sampai tahun 2025(Safitri & Nindya, 2017).

Masalah gizi utama di negara berkembang salah satunya adalah gizi kurang yang tercermin dari stunting, kurus, pertumbuhan terhambat, dan intrauterine growth retardation (IUGR) pada remaja puteri yang hamil (Rahmawati, Fauziyah, Tanziha, Hardinsyah, & Briawan, 2018). Masalah stunting merupakan salah satu permasalahan gizi yang dihadapi di dunia, khususnya di negara-negara miskin dan berkembang. Stunting menjadi permasalahan karena berhubungan dengan meningkatnya risiko terjadinya kesakitan dan kematian, perkembangan otak suboptimal sehingga perkembangan motorik terlambat dan terhambatnya pertumbuhan mental. Beberapa studi menunjukkan risiko yang diakibatkan stunting yaitu penurunan prestasi akademik, meningkatkan risiko obesitas lebih rentan terhadap penyakit tidak menular dan peningkatan risiko penyakit degeneratif (Mitra, 2015). Indonesia merupakan salah satu negara dengan prevalensi stunting yang cukup tinggi dibandingkan dengan negara-negara berpendapatan menengah lainnya. Situasi ini jika tidak diatasi dapat mempengaruhi kinerja pembangunan Indonesia baik yang menyangkut pertumbuhan ekonomi, kemiskinan dan ketimpangan (TNP2K, 2017).

Dalam meninjau sesuatu ke dalam filsafat ilmu selalu dengan kajian ontologi, epistemologi dan Aksiologi. Ontologi membicarakan hakikat, objek dan struktur filsafat. Epistemologi membahas cara

memperoleh dan ukuran kebenaran pengetahuan filsafat. Aksiologi mendiskusikan masalah kegunaan filsafat dan cara filsafat menyelesaikan masalah yang dihadapi (Tafsir, 2004).

Tujuan dari tinjauan penulisan ini adalah mengkaji stunting dalam tinjauan filsafat ilmu untuk memahami pengetahuan tentang hakekat dari stunting, cara mendapatkan kebenaran serta menyelesaikan masalah stunting yang sedang terjadi.

Analisa Masalah

Tinjauan ini menggunakan sistematika filsafat ilmu, yaitu melalui kajian ontologi, epistemologi, dan aksiologi. Ketiganya merupakan satu kesatuan. Ontologi, membicarakan hakikat dari stunting ini berupa suatu pengetahuan, epistemologi, cara memperoleh pengetahuan tersebut, dan aksiologi, membicarakan kegunaan pengetahuan stunting.

Secara ontology, bahwa stunting didefinisikan sebagai proporsi anak-anak yang memiliki tinggi badan menurut umur kurang dari 2 standar deviasi pertumbuhan anak. Stunting pada anak-anak merupakan hasil dari beberapa keadaan dan faktor penentu (Nasrul, Maudu, & Hafid, 2017), gangguan pertumbuhan linier yang disebabkan adanya malnutrisi asupan zat gizi kronis dan atau penyakit infeksi kronis berulang (Hairunis, Rohmawati, & Ratnawati, 2016). Stunting atau perawakan pendek (shortness) adalah suatu keadaan tinggi badan (TB) seseorang yang tidak sesuai dengan umur, yang penentuannya dilakukan dengan menghitung skor Z indeks Tinggi Badan menurut Umur (TB/U). Seseorang dikatakan stunting bila skor Z indeks TB/U-nya dibawah -2 standar deviasi (SD). Stunting merupakan dampak dari asupan gizi yang kurang, baik dari segi kualitas maupun kuantitas, tingginya kesakitan, atau merupakan kombinasi dari keduanya. Kondisi tersebut sering dijumpai di negara dengan kondisi ekonomi kurang (Apoina, Suhartono, Subagio, Budiyo, & Emman, 2016).

Stunting merupakan masalah gizi kronis yang disebabkan oleh multi-faktorial dan bersifat antar generasi. Di Indonesia masyarakat sering menganggap tumbuh pendek sebagai faktor keturunan (Aryastami & Tarigan, 2017).

Selama dekade terakhir, prevalensi nasional stunting menurun. Berdasarkan hasil Pantauan Status Gizi (PSG) 2017 prevalensi *stunting* bayi berusia di bawah lima tahun (Balita) di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) mencapai 40,3%, angka ini merupakan angka tertinggi dibanding provinsi lainnya dan juga di atas prevalensi stunting nasional (29,6%). Prevalensi stunting di Provinsi NTT tersebut terdiri dari bayi dengan kategori sangat pendek 18% dan pendek 22,3%. Sementara provinsi dengan prevalensi Balita stunting terendah adalah Provinsi Bali (19,1%). Angka ini terdiri dari balita dengan kategori sangat pendek 4,9% dan pendek 14,2%. Hasil Riskesdas 2013 menunjukkan prevalensi stunting remaja kelompok umur 13-15 tahun dan 16-18 tahun masing-masing 35,1% dan 31,4%. Hasil PSG tahun sebelumnya tercatat bahwa prevalensi balita yang mengalami stunting 29,6%, lebih tinggi dari tahun-tahun sebelumnya hanya 27,5%. Namun pada 2019, stunting ditargetkan turun menjadi 28% (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Depkes RI., 2013; Dkatadata, 2018).

Masalah stunting merupakan permasalahan gizi yang dihadapi dunia khususnya negara-negara miskin dan berkembang. Stunting merupakan kegagalan pertumbuhan akibat akumulasi ketidakcukupan nutrisi yang berlangsung lama mulai dari kehamilan sampai dengan usia 24 bulan. Banyak faktor yang menyebabkan tingginya kejadian stunting pada balita. Masyarakat belum menyadari stunting sebagai suatu masalah dibandingkan dengan permasalahan kurang gizi lainnya (Mitra, 2015).

Proporsi bayi berusia di bawah lima tahun (balita) yang mengalami stunting di Indonesia mencapai 37,2%. Kemudian, berdasarkan Pantauan Status Gizi (PSG) pada 2016 prevalensi bayi stunting turun menjadi 27,5%. Namun, prevalensi balita *stunting* kembali naik menjadi 29,6% dalam PSG 2017. Angka tersebut terdiri dari 9,8% balita dengan kategori sangat pendek dan 19,8% kategori pendek. Menurut standar WHO, suatu wilayah dikatakan mengalami

masalah gizi akut bila prevalensi bayi *stunting* sama/lebih dari 20% atau balita kurus di atas 5%. Sementara proporsi bayi pendek di Indonesia saat ini masih di atas 29% dan ditargetkan turun menjadi 28% pada 2019 (Databoks, 2018).

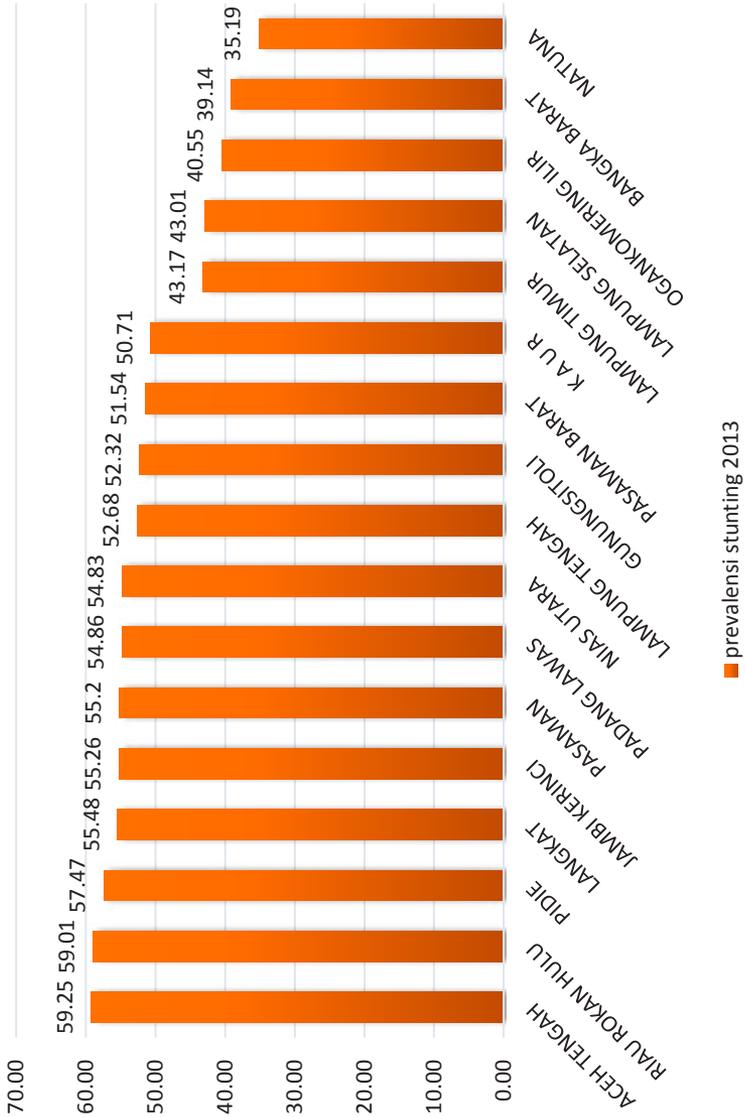
Tabel 1. Distribusi Stunting di Wilayah Sumatera tahun 2013

No.	Provinsi	Kabupaten	Jumlah Penduduk 2016	Prevalensi Stunting 2013	Jumlah Balita Stunting 2013
1	Aceh	Aceh Tengah	199	59,25	13.237
		Pidie	424	57,47	20.903
2	Sumatera Utara	Langkat	1019	55,48	54.961
		Padang Lawas	262	54,86	18.239
		Nias Utara	135	54,83	9.296
		Gunungsitoli	137	52,32	8.618
3	Sumatera Barat	Pasaman	272	55,2	15.025
		Pasaman Barat	416	51,54	23.435
4	Riau	Riau Rokan Hulu	610	59,01	42.142
5	Jambi	Jambi Kerinci	236	55,26	9.846
6	Sumatera Selatan	Ogan komering Ilir	796	40,55	35.160
7	Bengkulu	K A U R	117	50,71	5.845
8	Lampung	Lampung Selatan	980	43,01	42.971
		Lampung Timur	1016	43,17	40.790
		Lampung Tengah	1247	52,68	59.838
9	Kep. Bangka Belitung	Bangka Barat	199	39,14	8.902
10	Kepulauan Riau	Natuna	75	35,19	3.122

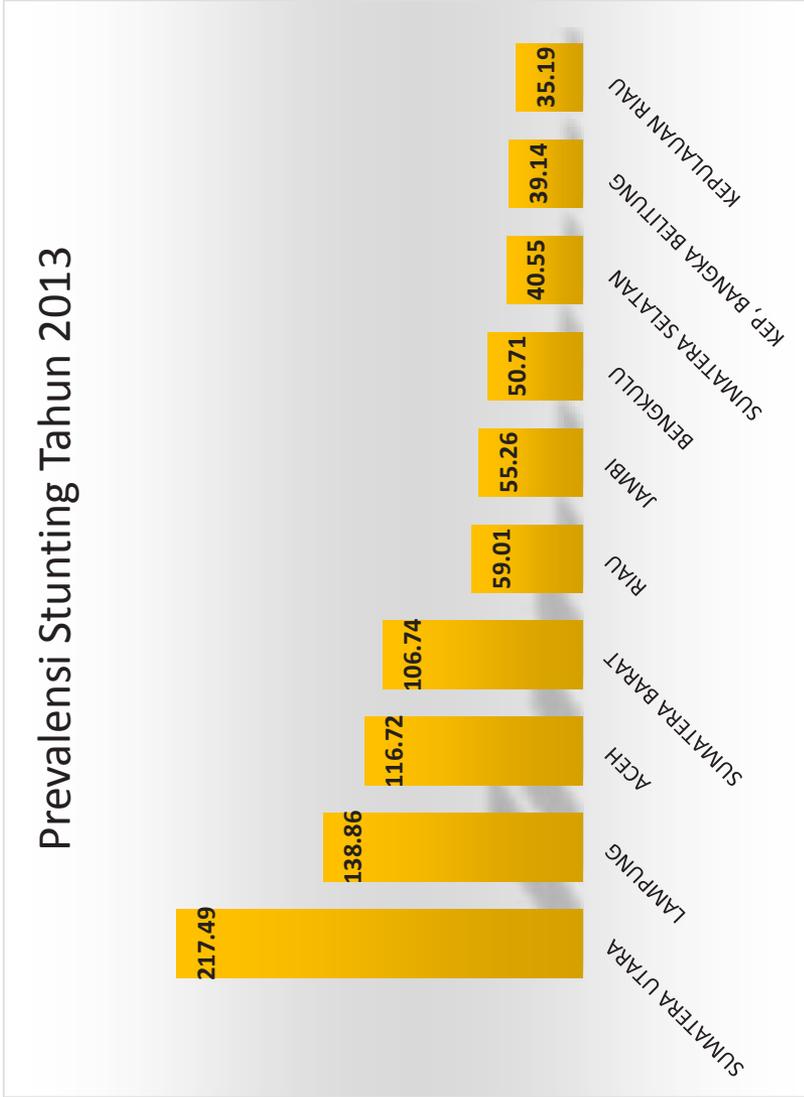
Sumber : (TNP2K, 2017)

Prevalensi stunting per 100 jiwa yang dilaporkan oleh Kementerian Kesehatan RI pada laporan 100 kabupaten intervensi stunting, di wilayah Pulau Sumatera terdapat di 17 kabupaten dan terbanyak di Provinsi Sumatera Utara (4 Kabupaten), sedangkan di Provinsi Lampung terdapat di 3 kabupaten. Prevalensi terbanyak di Provinsi Aceh (Kabupaten Aceh Tengah) dan terendah di Provinsi Bengkulu (Kabupaten Natuna) (TNP2K, 2017). Kabupaten Berdasarkan urutan kabupten di Pulau Sumatera yang ada dapat dilihat pada Grafik sbb :

Prevalensi Stunting Tahun 2013



Selanjutnya prevalensi stunting berdasarkan provinsi di Pulau Sumatera, Provinsi Sumatera Utara terbanyak dan berikutnya provinsi Lampung (TNP2K, 2017), grafik sbb:



Penelitian yang telah dilakukan oleh Torlesse, Survei itu termasuk sampel representatif dari 2023 anak usia 0-35 bulan, termasuk 1424 anak usia 0-23 bulan. Prevalensi stunting total (sedang dan berat) adalah 28,4% dan prevalensi stunting yang berat adalah 6,7% (Torlesse, Cronin, Sebayang, & Nandy, 2016).

Namun demikian, beberapa provinsi tidak demikian. Perbedaan usia dan kelompok etnis tetap ada. Tidak ada perbedaan jenis kelamin atau pedesaan/perkotaan yang ditemukan pada anak prasekolah. Namun, analisis tren jangka panjang dan identifikasi kelompok rentan, sulit untuk diintegrasikan. (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Depkes RI., 2013).

Stunting dalam tinjauan epistemologi bahwa persepsi yang salah di masyarakat membuat masalah stunting tidak mudah untuk diturunkan dan membutuhkan upaya besar dari pemerintah dan berbagai sektor terkait. Hasil studi membuktikan bahwa pengaruh faktor keturunan hanya berkontribusi sebesar 15%, sementara unsur terbesar adalah terkait masalah asupan zat gizi, hormon pertumbuhan dan terjadinya penyakit infeksi berulang (Aryastami & Tarigan, 2017).

Pengurangan stunting pada anak pada 6 tujuan dalam Target Gizi Global untuk tahun 2025 adalah adanya ancaman permasalahan gizi di dunia, pada 165 juta anak di bawah 5 tahun dalam kondisi pendek dan 90% lebih berada di Afrika dan Asia dan target global dengan menurunkan stunting sebanyak 40% pada tahun 2025 (Atmarita, 2012) dan indikator kunci dalam Sustainable Development Goals (SDGs) yang kedua adalah tidak ada lagi kemiskinan/kelaparan.

Stunting sering tidak dikenal di masyarakat, perawakan pendek sangat umum sehingga dianggap normal. Kesulitan dalam mengidentifikasi anak-anak kerdil visual dan kurangnya penilaian rutin pertumbuhan linier di layanan perawatan kesehatan primer dapat menjelaskan untuk mengenali besarnya bahaya tersembunyi ini. Stunting sekarang diidentifikasi sebagai prioritas kesehatan global utama dan fokus dari beberapa inisiatif profil tinggi seperti Scaling Up Nutrition, Zero Hunger Challenge dan Nutrition for Growth Summit. Stunting juga merupakan jantung dari enam target

gizi global untuk 2025 yang diadopsi oleh World Health Assembly pada tahun 2012 (WHO 2012), dan telah diusulkan sebagai indikator utama untuk agenda pembangunan pasca-2015 (Onis & Branca, 2016). Kemiskinan dan rendahnya pengetahuan orang tua terhadap kesehatan anak menjadi salah faktor penting terhadap tingginya prevalensi bayi stunting (tinggi anak di bawah standar menurut usianya/kredil) di Indonesia. Hal ini yang menyebabkan banyak anak Indonesia yang mengalami masalah asupan gizi sejak masih berupa janin hingga berusia 24 bulan (1.000 hari pertama).

Program pemerintah dalam penanggulangan masalah gizi pada balita sudah cukup banyak dan terstruktur. Namun, pada kenyataannya, kasus kejadian balita stunting masih banyak dijumpai pada masyarakat dengan karakteristik sosial budaya ekonomi di level manapun. Hal ini dapat dikaitkan pola masyarakat pada pemberian pemaknaan tentang sehat/sakit pada balita, gizi dan pola asuh balita. Pada komunitas budaya, makna terkonstruksi secara sosial. Pengetahuan dibangun dalam komunitas dan dimaknai oleh individu sehingga membentuk pemahaman yang diyakini sebagai nilai yang ada dalam sebuah komunitas. Hal tersebut bisa terjadi beda makna antara komunitas satu dengan yang lain. Ketika oleh masyarakat dipandang bukan sebagai masalah dalam perkembangan kesehatan balita, maka prioritas akan menjadi berbeda dalam pemenuhan kebutuhan gizi balita (Lestari & Kristiana, 2018). Anak pendek mempengaruhi jauh lebih banyak anak miskin. Proporsi anak pendek dalam kuintil penduduk termiskin hampir dua kali lipat proporsi anak dalam kuintil kekayaan tertinggi. Daerah perdesaan memiliki proporsi yang lebih besar untuk anak pendek (40 persen) dibandingkan dengan daerah perkotaan (33 persen). Prevalensi anak pendek yang tinggal di rumah tangga dengan kepala rumah tangga yang tidak berpendidikan adalah 1,7 kali lebih tinggi daripada prevalensi di antara anak-anak yang tinggal di rumah tangga dengan kepala rumah tangga yang berpendidikan tinggi (UNICEF, 2012).

Stunting disebabkan oleh kondisi sosial ekonomi keluarga, dan balita stunting banyak terjadi pada keluarga dengan tingkat sosial ekonomi rendah atau miskin (Lestari & Kristiana, 2018). Variabel lain

dalam pertumbuhan stunting yang belum banyak disebut adalah pengaruh paparan asap rokok maupun polusi asap juga berpengaruh terhadap pertumbuhan stunting (Aryastami & Tarigan, 2017). Ada tiga hambatan utama terhadap peningkatan gizi dan perkembangan anak di Indonesia, Pertama, masalah stunting (anak pendek) dan gizi ibu tidak mudah dilihat. Pada umumnya, orang tidak tahu bahwa masalah gizi merupakan sebuah masalah, kecuali gizi kurang tersebut berbentuk anak yang sangat kurus. Oleh karena itu, upaya-upaya diarahkan secara tidak tepat untuk menangani anak yang sangat kurus, bukan diarahkan pada sistem dan intervensi untuk menanggulangi gizi kurang pada ibu dan anak-anak. Kedua, banyak pihak menghubungkan gizi kurang dengan kurangnya pangan dan percaya bahwa penyediaan pangan merupakan jawabannya. Ketersediaan pangan bukan penyebab utama gizi kurang di Indonesia, meskipun kurangnya akses ke pangan karena kemiskinan merupakan salah satu penyebab. Bahkan anak-anak dari dua kuintil kekayaan tertinggi menunjukkan anak pendek dari menengah sampai tinggi, sehingga penyediaan pangan saja bukan merupakan solusi. Ketiga, pengetahuan yang tidak memadai dan praktek-praktek yang tidak tepat merupakan hambatan signifikan terhadap peningkatan gizi. Pada umumnya, orang tidak menyadari pentingnya gizi selama kehamilan dan dua tahun pertama kehidupan (UNICEF, 2012).

Kemudian stunting dalam tinjauan aksiologi bahwa intervensi stunting dengan edukasi gizi sebanyak tiga kali setiap minggu di posyandu dapat meningkatkan skor pengetahuan dan *feeding practice* ibu balita stunting. Kelompok yang mendapat intervensi dengan menggunakan media *food sample* memiliki peningkatan skor yang lebih tinggi pada pengetahuan dan *feeding practice* (Dewi & Aminah, 2016). Keragaman diet yang baik dapat dikaitkan dengan penurunan stunting anak, hal ini mengkonfirmasi hubungan perlindungan yang teramati secara luas antara keragaman diet dan anak stunting, sehingga intervensi pada sasaran harus fokus pada kegiatan promosi kesehatan terkait kelompok makanan kondisi saat ini, termasuk pada komunitas kaya nutrisi.

Intervensi gizi secara sepihak hampir pasti tidak cukup untuk mengatasi masalah stunting, maka perlu berbagai upaya dilakukan untuk program sensitive, termasuk program pertanian untuk meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga, pendidikan ibu dan perempuan, pemberdayaan dalam mendukung kesehatan dan kemampuan merawat anak, kebersihan, peningkatan sanitasi dan kualitas air untuk mengurangi penyakit infeksi, dan program perlindungan sosial untuk meningkatkan akses ke layanan dan fasilitas kesehatan (Nasrul et al., 2017). Prevalensi remaja (16-18 tahun) stunting yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati (2014) adalah 16,4%, lebih rendah jika dibandingkan data Riset Kesehatan Dasar 2013. Faktor resiko yang berpengaruh terhadap kejadian stunting ini adalah pendidikan ayah (OR=1,9). Faktor resiko stunting remaja akhir tersebut dapat mengalami penurunan stunting pada generasi berikutnya dengan meningkatkan pengetahuan pencegahan stunting (Rahmawati et al., 2018). Upaya penurunan masalah gizi (stunting) harus ditangani secara lintas sektoral di semua lini, ibu dan calon pengantin harus dibekali pengetahuan tentang gizi dan kehamilan, ASI Eksklusif (Aryastami & Tarigan, 2017).

Kesimpulan

Meskipun pertumbuhan ekonomi, transisi politik dan sosial, dan program gizi nasional, stunting tetap ada di Indonesia. Pendekatan pelayanan kesehatan multi sektoral diperlukan agar lebih mudah memantau stunting dari waktu ke waktu; menanggulangi kekurangan gizi pada 1.000 hari pertama.

Secara ontology, bahwa stunting didefinisikan sebagai proporsi anak-anak yang memiliki tinggi badan menurut umur kurang dari 2 standar deviasi pertumbuhan anak, keadaan merupakan hasil dari gangguan pertumbuhan linier yang disebabkan malnutrisi asupan zat gizi kronis dan atau penyakit infeksi kronis berulang pada masa lalunya. Kondisi ini sering dijumpai di negara dengan kondisi ekonomi kurang. Di Indonesia masyarakat sering menganggap tumbuh pendek sebagai faktor keturunan.

Stunting dalam tinjauan epistmologi bahwa persepsi yang salah di masyarakat membuat masalah stunting tidak mudah untuk diatasi dan membutuhkan upaya besar dari pemerintah dan berbagai sektor terkait. Hasil studi bahwa pengaruh faktor keturunan hanya berkontribusi sebesar 15%, sementara unsur terbesar adalah terkait masalah asupan zat gizi, hormon pertumbuhan dan terjadinya penyakit infeksi berulang. Stunting sering tidak dikenal di masyarakat, perawakan pendek sangat umum sehingga dianggap normal. Kesulitan dalam mengidentifikasi anak-anak kerdil visual dan kurangnya penilaian rutin pertumbuhan linier di layanan perawatan kesehatan primer, keadaan ini layanan kesehatan kurang sensitive terhadap besarnya bahaya yang tersembunyi.

Kemudian stunting dalam tinjauan aksiologi bahwa intervensi stunting dengan edukasi gizi sebanyak tiga kali setiap minggu di posyandu dapat meningkatkan skor pengetahuan dan feeding practice ibu balita stunting. Kelompok yang mendapat intervensi dengan menggunakan media food sample memiliki peningkatan skor yang lebih tinggi pada pengetahuan dan feeding practice. Keragaman diet lebih baik dapat dikaitkan dengan penurunan stunting anak, sehingga intervensi pada sasaran harus fokus pada kegiatan promosi kesehatan terkait kelompok makanan kondisi saat ini. Intervensi gizi secara sepihak hampir pasti tidak cukup untuk mengatasi masalah stunting, maka perlu berbagai upaya dilakukan untuk program sensitive, termasuk program pertanian untuk meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga, pendidikan ibu dan perempuan, pemberdayaan dalam mendukung kesehatan dan kemampuan merawat anak, kebersihan, peningkatan sanitasi dan kualitas air untuk mengurangi penyakit infeksi, dan program perlindungan sosial untuk meningkatkan akses ke layanan dan fasilitas kesehatan.

Referensi

- Aryastami, N. K., & Tarigan, I. (2017). Kajian Kebijakan dan Penanggulangan Masalah Gizi Stunting di Indonesia. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 45(4), 233-240. <https://doi.org/10.22435/bpk.v45i4.7465.233-240>
- Atmarita. (2012). Masalah anak pendek di Indonesia dan implikasinya terhadap kemajuan negara. *Jurnal Gizi Indonesia*, 35(2).
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Depkes RI. (2013). *Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas)*. Jakarta.
- Databoks. (2018). Berapa Prevalensi Bayi Stunting di Indonesia? Retrieved from <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2018/03/30/berapa-prevalensi-bayi-stunting-di-indonesia>
- Dewi, M., & Aminah, M. (2016). Pengaruh Edukasi Gizi terhadap Feeding Practice Ibu Balita Stunting Usia 6-24 Bulan (The Effect of Nutritional Knowledge on Feeding Practice of Mothers Having Stunting Toddler Aged 6-24 Months). *Indonesian Journal of Human Nutrition*, 3(1), 1-8.
- Dkatadata. (2018). Di Mana Provinsi dengan Stunting Tertinggi 2017? Retrieved from <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2018/04/08/di-mana-provinsi-dengan-stunting-tertinggi-2017>
- Hairunis, M. N., Rohmawati, N., & Ratnawati, L. Y. (2016). Determinan Kejadian Stunting pada Anak Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Soromandi Kabupaten Bima Nusa Tenggara Barat (Determinan Incidence of Stunting in Children Under Five Year at Puskesmas Soromandi Bima district of West Nusa Tenggara). *E J Pustaka Kesehatan*, 4(2), 323-329.
- Hariyadi, D., & Ekayanti, I. (2011). Analisis pengaruh perilaku keluarga sadar gizi terhadap stunting di propinsi kalimantan barat. *Teknologi Dan Kejuruan*, 34(1), 71-80.
- Kusharisupeni. (2002). Peran Status Kelahiran Terhadap Stunting Pada Bayi: Sebuah Studi Retrospektif". *Jurnal Kedokteran Trisakti*, 23, 73-80.

- Lestari, W., & Kristiana, L. (2018). Stunting : Studi Konstruksi Sosial Masyarakat Perdesaan Dan Perkotaan Terkait Gizi Dan Pola, 17–33.
- Mahmudiono, T., Sumarmi, S., & Rosenkranz, R. R. (2017). Household dietary diversity and child stunting in East Java, Indonesia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 26(2), 317–325. <https://doi.org/10.6133/apjcn.012016.01>
- Mitra. (2015). Permasalahan Anak Pendek (Stunting) dan Intervensi untuk Mencegah Terjadinya Stunting (Suatu Kajian Kepustakaan) Stunting Problems and Interventions to Prevent Stunting (A Literature Review). *Jurnal Kesehatan Komunitas*, 2(6), 254–261. Retrieved from <http://ejournal.htp.ac.id/stikes/pdf.php?id=JRL0000099>
- Nasrul, Maudu, R., & Hafid, F. (2017). Trend and Prevalence of Stunting in Children Under Two Years From 2007- 2016 In Central Sulawesi. *Preventif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(2), 73–78. <https://doi.org/10.21776/ub.ijhn.2016.003.Suplemen.5>
- Onis, M. de, & Branca, F. (2016). Childhood stunting: A global perspective. *Maternal and Child Nutrition*, 12(1), 12–26. <https://doi.org/10.1111/mcn.12231>
- Rahmawati, Fauziyah, A., Tanziha, I., Hardinsyah, & Briawan, D. (2018). Prevalensi dan Faktor Risiko Kejadian Stunting Remaja Akhir. *Window of Health Jurnal Kesehatan*, 1(2), 90–96. Retrieved from <http://jurnal.fkmumi.ac.id/index.php/woh/article/view/woh1205> Prevalensi
- Shrimptom, R. (2012). *Indonesia Health Sector Review. Dareen Dorkon Spesialis Operasi Senior Bank Dunia*. Jakarta. Retrieved from www.worldbank.org/.../Worldbank/.../Indonesia/HSR-Overview-.pdf
- Tafsir, A. (2004). *Filsafat Ilmu : Mengurai Ontologi, Epistemologi dan Aksiologi Pengetahuan*. Bandung: PT Remaja BosdaKarya.
- TNP2K. (2017). 100 Kabupaten/Kota Prioritas untuk Intervensi Anak Kerdil (Stunting). (Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan, Ed.), *Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan (Pertama)*. Jakarta: Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan.

- Torlesse, H., Cronin, A. A., Sebayang, S. K., & Nandy, R. (2016). Determinants of stunting in Indonesian children: Evidence from a cross-sectional survey indicate a prominent role for the water, sanitation and hygiene sector in stunting reduction. *BMC Public Health*, 16(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3339-8>
- UNICEF. (2012). *Gizi Ibu dan Anak*. UNICEF Indonesia.

Analisis Daya Dukung Lingkungan Melalui Pemanfaatan Isoflavon Terhadap Permasalahan Klimakterium Syndrom Pada Wanita Menopause

Ratna Dewi Puspita Sari

Pendahuluan

Pada dasarnya kehidupan merupakan proses perubahan yang terjadi terus-menerus mulai sejak lahir sampai seseorang meninggal. Setiap perkembangan mengandung pengertian adanya suatu proses menuju pada suatu kemasakan/kematangan yang meliputi aspek jasmaniah, rohaniah, dan sosialnya. Bila seorang individu telah mencapai periode kemasakan, baik aspek fisik, psikis maupun sosial, yang umumnya dapat dicapai pada usia remaja-dewasa, maka periode berikutnya adalah tahap kemantapan dan untuk selanjutnya adalah periode penurunan.

Menjadi tua merupakan proses bagian dari kehidupan, yang terjadi sejak masa konsepsi, berlangsung terus sepanjang kehidupan. Usia lanjut mengandung pengertian adanya perubahan yang progresif pada organisme yang telah mencapai kemasakan, perubahan ini bersifat umum dan *irreversible* (tidak dapat kembali).

Berdasarkan data dari *World Health Organization* (WHO), kemungkinan ledakan menopause pada tahun-tahun mendatang sulit sekali dibendung. WHO memperkirakan di tahun 2030 nanti ada sekitar \pm 1,2 miliar wanita yang berusia >50 tahun. Dimana, mayoritas diantaranya (sekitar 80%) tinggal di negara berkembang.

Terminologi menopause berasal dari bahasa Yunani, yaitu *menos* (*month*) dan *pauses* (*cessation*), tetapi terminologi tersebut telah digunakan untuk mendeskripsikan klimakterik, dimana juga berasal dari bahasa Yunani *klimakter* (*rung of ladder*).¹ Menurut WHO, menopause didefinisikan sebagai berhentinya siklus menstruasi secara permanen karena perubahan fisiologi sebagai akibat dari hilangnya aktivitas folikel ovarium.¹ Suatu kondisi

berhentinya menstruasi, dimana biasanya dikonfirmasi dengan seorang wanita yang tidak mengalami menstruasi selama 12 bulan berturut-turut tanpa penyebab biologi dan fisiologi lainnya.² Berhentinya fungsi ovarium permanen dapat juga ditimbulkan oleh pengangkatan secara bedah kedua ovarium (*surgical menopause*) atau akibat medis, seperti kemoterapi atau radioterapi.³

Menopause juga dapat didefinisikan sebagai berhentinya menstruasi, tetapi definisi tersebut termasuk pada fase tahun-tahun perimenopause dan fase tahun-tahun setelah fase berhentinya menstruasi. Periode ini lebih tepatnya disebut klimakterik.⁴ Menopause menandakan akhir kehidupan natural reproduksi dari seorang wanita. Rata-rata usia terjadinya menopause di negara-negara barat adalah 51 tahun, yang merupakan sebagai patokan untuk melakukan konseling pada wanita dengan perimenopause (biasa disebut juga sebagai transisi menopause atau klimakterik), yaitu diantara 39-59 tahun.^{5,6} Di Amerika, rata-rata usia menopause wanita Amerika diantara 50 dan 52 tahun (median 51,5), dengan 95% wanita yang mengalami menopause diantara 44 sampai 55 tahun.⁷ Ada pula yang menyebutkan bahwa insidensi usia kejadian menopause diantara 40 sampai dengan 58 tahun.⁸ Penelitian lain juga menyebutkan variasi usia menopause yaitu antara 46 sampai dengan 52 tahun.⁹ Jika angka harapan hidup wanita Indonesia adalah 71,06 \approx 71 tahun, maka dapat kita bayangkan bahwa hampir 50% usia dari hidup wanita Indonesia berada dalam fase menopause.¹⁰

Sebelum menopause, estradiol adalah estrogen dominan. Level serum estrogen bervariasi di seluruh siklus menstruasi tetapi rata-rata sekitar 367 pikomol/L (100 pikogram/L). Setelah menopause, estron yang merupakan derivat dari metabolisme estradiol di hati dan konversi perifer dari androstenedion pada jaringan adiposa menjadi estrogen dominan. Level serum estron rata-rata sekitar 110 sampai 184 pikomol/L (30-50 pikogram/mL). Timbulnya gejala-gejala menopause seperti muka memerah (*hot flushes*) and atrofi urogenital berhubungan dekat dengan penurunan level estradiol.¹¹ Pentingnya pencegahan terjadinya osteoporosis sedini mungkin dibuktikan oleh penelitian dari Cauley J.A. dkk yang menyimpulkan bahwa risiko dan terjadinya fraktur osteoporosis

dapat diturunkan dengan pemberian terapi hormon sejak dini yaitu saat transisi mulainya menopause, dan manfaatnya akan menurun apabila mulai pemberian lebih dari 5 tahun pasca menopause.¹

Pilihan yang terbaik dan merupakan pengobatan standar untuk keluhan klimakterik dan osteoporosis adalah terapi hormonal (Estrogen+Progesteron/ Estrogen) sesuai dengan penyebabnya akibat kekurangan hormon estrogen. WHI tahun 2004 berdasarkan penelitiannya menyatakan bahwa terapi hormon pada perempuan menopause meningkatkan risiko kanker payudara. Pernyataan ini membuat takut pengguna terapi hormonal, sehingga beralih ke penggunaan suplemen termasuk fitoestrogen untuk mengatasi keluhan klimakterik. Walaupun demikian saat ini IMS masih belum menerima Fitoestrogen untuk pengobatan keluhan klimakterik dan osteoporosis karena belum cukup bukti-bukti penelitian tentang manfaat dari Fitoestrogen. Disyaratkan untuk dilakukan penelitian-penelitian dengan metodologi mempergunakan penerapan baku emas.

Analisis Masalah

Seorang wanita mengalami ovulasi sekitar 400 oosit selama usia reproduksi. Proses seleksi oosit merupakan proses yang kompleks. Selama siklus reproduksi, sekelompok oosit terstimulasi untuk mulai maturasi, tetapi hanya satu atau dua folikel dominan yang menyempurnakan prosesnya dan pada akhirnya mengalami ovulasi.

Maturasi folikel diinduksi dan distimulasi oleh *follicle stimulating hormone* (FSH) dan *luteinizing hormone* (LH) dari hipofisis. FSH berikatan dengan reseptornya pada membran folikel oosit dan menstimulasi pematangan folikel, menghasilkan estradiol (E_2), yang merupakan estrogen utama pada usia reproduksi. LH menstimulasi sel-sel teka-luteal yang mengelilingi oosit untuk memproduksi androgen sebagaimana baiknya dengan estrogen dan menjadi pemicu mekanisme untuk menginduksi ovulasi. Pada usia reproduksi lanjut, sisa oosit mengalami resisten lebih lanjut

terhadap FSH. Demikian, konsentrasi plasma FSH menjadi meningkat pada beberapa tahun sebelum menopause sebenarnya.

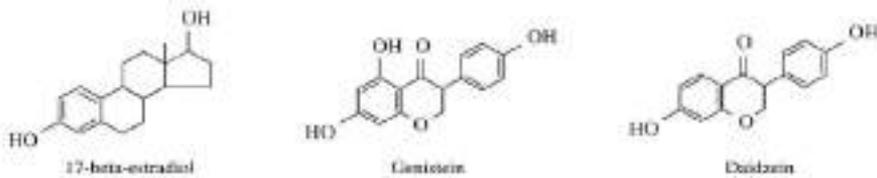
Bertentangan dengan teori yang ada, ovarium pada wanita postmenopause tidak bergerak. Dalam stimulasi LH, pulau-pulau sel teka pada stroma ovarium memproduksi hormon, utamanya androgen testosteron dan androstenedion. Konsentrasi testosteron menurun setelah menopause, tetapi tetap dua kali lipat lebih besar pada wanita menopause dengan ovarium yang utuh dibandingkan dengan mereka yang sudah pengangkatan ovarium. Estrone (E_1) merupakan estrogen endogen dominan pada wanita postmenopause. Nama lainnya adalah estrogen ekstragonad karena konsentrasinya berpengaruh langsung terhadap berat badan. Androstenedion dikonversi menjadi E_1 , sebanding dengan jumlah jaringan lemak. Karena estrogen membuat proliferasi endometrium, wanita menopause yang obesitas memiliki resiko yang tinggi terhadap hiperplasia endometrium dan karsinoma. Sebaliknya, wanita menopause yang kurus memiliki resiko yang tinggi terhadap gejala menopause.

Kondisi menopause memiliki sejumlah tanda dan gejala patognomonis yang berbeda, dimana masing-masing berkaitan dengan penurunan produksi hormon ovarium. Patofisiologi gejala vasomotor yang tepat masih belum diketahui sampai sekarang. Kombinasi perubahan biokimia pada level hormon, perubahan zona termoregulasi pusat, perubahan pada beberapa sistem neurotransmitter (serotonin, noradrenergik, opioid, adrenal, dan otonom), faktor predisposisi genetik, dan faktor sosial atau kebudayaan, semua berkontribusi pada persepsi individual dan keluhan muka merah.

Phytoestrogens adalah zat yang terdapat pada tumbuhan dan biji-bijian dengan struktur kimianya mirip estrogen, mempunyai efek estrogenik lemah dan bekerja pada reseptor estrogen. Fitoestrogen berasal dari kata “fito” yang berarti tanaman dan “estrogen” karena memiliki struktur dan aktifitas biologik menyerupai estrogen.^{2,3} Akhir-akhir ini, kebutuhan akan pengobatan alternatif semakin mencuat, namun yang sedang hangat dibicarakan akhir-akhir ini adalah isoflavon.¹² Masih terlalu dini untuk

mengatakan bahwa isoflavon memiliki potensi lebih rendah dibandingkan dengan hormon endogen ataupun sintetik, tetapi senyawa ini jelas memiliki efek samping yang lebih rendah. Data epidemiologi membuktikan bahwa baik pria maupun wanita Asia sedikit memiliki kejadian tumor berkaitan hormon. Fakta ini secara langsung berhubungan dengan kebudayaan diet kaya kedelai.^{13,14,15,16}

Isoflavones terdiri dari **Genistein** dan **Daidzein**.



Gambar 1. Struktur molekul 17- β -estradiol dan isoflavon genistein dan daidzein

Isoflavon adalah subgrup dari phytoestrogen, substansi tanaman alami dengan struktur yang mirip dengan 17- β -estradiol dan memiliki kemampuan berikatan dengan reseptor estrogen (RE). Isoflavon memiliki afinitas tinggi terhadap Re β dibandingkan dengan Era. Isoflavon juga berinteraksi dengan dengan metabolisme hormon steroid.¹⁷

Phytoestrogen merupakan kelompok heterogen dari substransi herbal, dimana strukturnya mirip dengan 17- β -estradiol. Phytoestrogen disebut juga sebagai molekul mirip estrogen atau non steroid estrogen. Meskipun strukturnya memiliki kemiripan, phytoestrogen merupakan kandungan diphenol bukan non steroid. Kelompok phytoestrogen sekarang terdiri atas lebih dari 100 molekul, dibagi berdasarkan struktur kimia menjadi:

1. Isoflavon (genistein, daidzein, biochanin A, formonetin);
2. Lignan (matairesinol, secoisolariciresinol-diglucoside);
3. Koumestans (koumestrol, 4-metoxicoumestrol), dan
4. Stilbens (resveratrol).

Sebagian dari struktur tersebut (resveratrol) berperan sebagai antioksidan alami dan memiliki efek pada organisme, terutama sistem kardiovaskuler.^{18,19,20,21}

3. Proses dan metabolisme isoflavon

Di alam, isoflavon terjadi di lebih dari 300 jenis tanaman, sebagian besar di akar dan biji.²² Kedelai adalah salah satu sumber isoflavon terkaya dalam makanan. Kedelai kering mengandung 1,2-4,2 mg/g isoflavon. Konsentrasinya tergantung pada banyak faktor, termasuk tanah dimana mereka tumbuh, iklim, kematangan atau cara pengolahan.

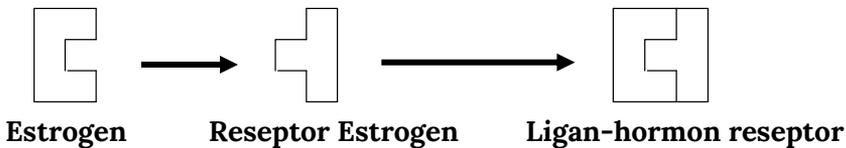
Pada tumbuhan, isoflavon ditemukan sebagai glukokonjugat, yang secara biologis tidak aktif. Mereka dihidrolisis menjadi bentuk aktif-aglikon-oleh bakteri usus. Pada manusia, daidzein dan genistein dianggap sebagai bentuk isoflavon biologis aktif yang paling penting. Zat-zat ini ada dengan cara hidrolisis bentuk-bentuk glukokonjugat yang tidak aktif secara biologis, seperti yang disebutkan di atas, dan oleh metabolisme dari biochanin A dan formononetin. Aglikone bentuk isoflavon diangkut dari usus ke darah dan selanjutnya dimetabolisme secara langsung di usus. Degradasi isoflavon terjadi di hati, dimana mereka terkonjugasi dengan asam glukuronat dan pada tingkat yang lebih rendah dengan sulfat. Mereka dieliminasi dari tubuh dalam urin atau empedu. Bagian utama daidzein dan genistein dieliminasi dari tubuh dalam 24 jam.²³

Dalam serum darah, tingkat tertinggi isoflavon tercapai dalam 2-8 jam setelah konsumsi. Setelah pemberian 125 g kedelai rebus, ditemukan tingkat total tertinggi daidzein sekitar 500 nmol/l. Dalam sampel serum darah pria Jepang, konsentrasi rata-rata sebesar 107 nmol/l daidzein dan 276 nmol/l genistein (nilai maksimum: 900 nmol/l untuk daidzein, 2.400 nmol/l untuk genistein). Nilai-nilai ini rata-rata 20 kali lipat (daidzein) dan 40 kali lipat (genistein) lebih tinggi daripada sampel laki-laki Finlandia. Penelitian epidemiologi ekstensif (Penelitian WHO-CARDIAC) telah menunjukkan bahwa mortalitas penyakit arteri koroner dan kanker lebih rendah pada populasi dengan konsumsi kedelai dan ikan yang tinggi. Asupan tinggi phytoestrogen dapat berkontribusi untuk umur panjang dan sehat.²⁴

4. Mekanisme Aksi Dari Isoflavon Terhadap Menopause

a. Interaksi dengan Reseptor Estrogen

Atas dasar kesamaan struktural dengan 17- β -estradiol, isoflavon mampu mengikat reseptor estrogen (RE).²⁵ Dalam organisme, RE ditemukan dalam dua bentuk, RE α dan RE β , dengan ekspresi yang berbeda. Data saat ini menunjukkan bahwa RE α memainkan peran utama dalam mediasi tindakan estrogen di uterus, hipotalamus/hipofisis, kerangka, dan jaringan target estrogen lainnya. RE β tampaknya memainkan peran dalam ovarium, sistem kardiovaskular, dan otak.²⁶ RE adalah anggota steroid/tiroid dari reseptor intraseluler, yang terletak terutama di membran inti. Interaksi isoflavon dengan RE mengarah pada aktivasi yang disebut elemen respon estrogen yang terletak di sisi dalam membran inti. Dengan cara ini mekanisme genomik, khususnya proses transkripsi, terpengaruh.²⁷



Gambar 2. Ikatan Estrogen dan Reseptor seperti kunci

Afinitas genistein terhadap RE β adalah sekitar 20-30 kali lebih tinggi daripada RE α dan sebanding dengan afinitas 17- β -estradiol. Afinitas isoflavon lain adalah sekitar 100-500 kali lebih rendah daripada 17- β -estradiol. Isoflavon bertindak sebagai agonis RE, tetapi aktivitasnya lebih rendah daripada 17- β -estradiol.

Efek isoflavon juga tergantung pada tingkat estradiol endogen, karena isoflavon dan estradiol bersaing untuk mengikat RE. Dalam keadaan estrogen endogen yang tinggi (misalnya wanita dalam fase folikular siklus menstruasi), isoflavon dapat menghalangi aktivitas penuh estrogen dengan menempati bagian dari RE. Sebaliknya, dalam keadaan rendahnya tingkat estrogen endogen (pria, wanita menopause, setelah ovariectomi, dll), aktivitas estrogen isoflavon dapat menjadi nyata.^{28,29} Dalam hal ini, isoflavon dapat digunakan

sebagai alternatif atau pelengkap terapi penggantian hormon pada wanita pascamenopause, terutama dalam kasus pemberian jangka panjang.

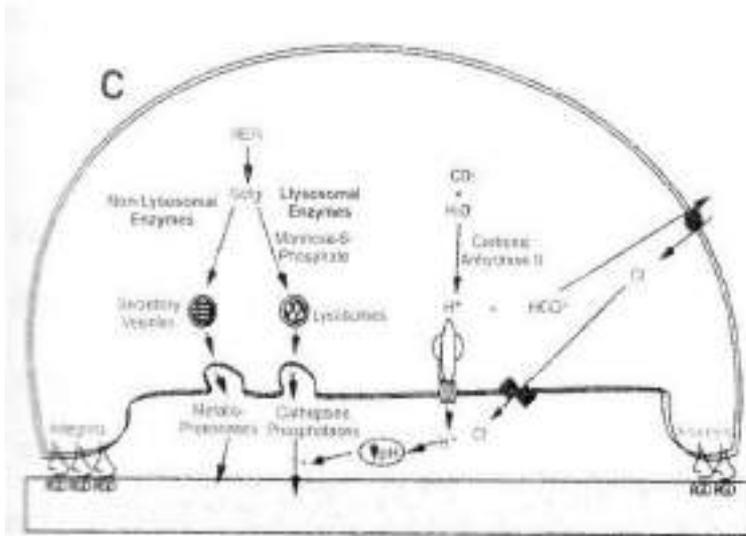
b. Interaksi dengan metabolisme hormon steroid

Isoflavon berinteraksi dengan steroid seks dengan berbagai cara. Pengaruh pada metabolisme hormon seks mungkin cukup kompleks dan mungkin tergantung pada beberapa faktor termasuk spesies, jenis kelamin, usia, status hormonal, dll. Selain itu, dosis dan durasi pemberian isoflavon mungkin tidak berhubungan linier dengan efek pengobatan. Isoflavon ditemukan menghambat aktivitas 5-reduktase, yang mengkatalisis konversi testosteron menjadi 5 α -dihidrotestosteron, dan aromatase P450, yang memediasi konversi testosteron menjadi estradiol.³⁰ Di sisi lain, telah dilaporkan bahwa aktivitas aromatase dihambat oleh konsentrasi rendah isoflavon saja, sedangkan tingkat isoflavon tinggi meningkatkan aktivitas enzim ini.

c. Isoflavon dan Jaringan Tulang

Kadar serum 17- β -estradiol yang rendah berhubungan dengan ketersediaan kalsium yang lebih rendah dan aktivasi penyerapan tulang-mempercepat sitokin (IL-1, IL-6, IL-11 dan TNF), menjadikan lebih dominasinya proses resorpsi tulang dibandingkan sintesisnya, dimana proses selanjutnya adalah dekalsifikasi tulang. Oleh karena itu, osteoporosis merupakan komplikasi yang cukup sering terjadi pada wanita pascamenopause. Pemberian estrogen jangka pendek dapat meningkatkan kepadatan tulang. Namun demikian, komplikasi vaskular relatif sering terjadi dan peningkatan risiko kanker yang tergantung estrogen. Oleh karena itu, terapi pengganti hormon tidak direkomendasikan dalam jangka waktu panjang. Pemberian isoflavon jangka panjang ditemukan dapat mempengaruhi metabolisme tulang secara positif. Pemberian genistein selama enam bulan untuk wanita pascamenopause menyebabkan peningkatan kepadatan tulang yang signifikan.³¹ Setelah pemberian genistein selama 1 tahun, peningkatan kepadatan tulang sebanding dengan efek terapi penggantian hormon estrogen.³² Suatu penelitian mengemukakan bahwa efek positif isoflavon pada metabolisme

tulang dapat terjadi setidaknya melalui dua mekanisme. Pertama adalah aktivasi apoptosis osteoklas. Kedua adalah penghambatan aktivitas tirosin-kinase melalui modulasi membran RE dengan perubahan berturut-turut aktivitas alkalin fosfatase.³³



Gambar 3. Skema Proses Resorpsi Tulang oleh Osteoklas³⁴

Efek klinis fitoestrogen: menurunkan keluhan klimakterium, mencegah osteoporosis, efek perlindungan terhadap kardiovaskuler, pencegahan keganasan pada payudara dan prostat. Fitoestrogen diindikasikan sebagai terapi alternative bagi mereka yang memiliki kontraindikasi terapi sulih hormon seperti intoleransi estrogen yang disertai risiko penyakit jantung koroner dan osteoporosis, atau mereka yang mempunyai risiko kanker payudara yang tinggi.

Kesimpulan

Perlu adanya penelitian pengaruh lingkungan dalam hal ini melalui isoflavon yang didapatkan dari lingkungan sekitar.

Referensi

- Utian WH. The International Menopause Society menopause-related terminology definition. *Climacteric*. 1999;2(4): 284-6.
- The North American Menopause Society. Consensus opinion: clinical challenges of perimenopause. *Menopause: The Journal of The North American Menopause Society*. 2000;7(1): 5-13.
- National Institute for Health and Care Excellence. Menopause: diagnosis and management. 2015. <https://www.nice.org.uk/>. Diakses pada tanggal 17 Desember 2018.
- Oats J, Abraham S. *Llewellyn-Jones Fundamentals of Obstetrics and Gynaecology Tenth Edition*. 2017. Halaman: 341.
- Grady D. Clinical practice. Management of menopausal symptoms. *N Engl J Med*. 2006;355:2338-2347.
- Royal College of Nursing. *Menopausal RCN guidance for nurses, midwives and health visitors*. 2017.
- Casanova R, Chuang A, Goepfert AR, Hueppchen NA, Weiss PM, dkk. *Beckmann and Ling's Obstetrics and Gynecology Eight Edition*. Wolters Kluwer. 2019.
- Centers for Disease Control and Prevention. *Menopause: Women's Reproductive Health*.
- Schoenaker DA, Jackson CA, Rowlands JV, Mishra GD. Socioeconomic position, lifestyle factors and age at natural menopause: a systematic review and meta-analyses of studies across six continents. *Int J Epidemiol*. 2014;43:1542-1562.
- Badan Pusat Statistik. *Angka Harapan Hidup Saat Lahir Menurut Provinsi 2010-2017*.
- Dennerstein L, Dudley EC, Hopper JL dkk. A prospective population-based study of menopausal symptoms. *Obstet Gynecol*. 2000;96:351-358.
- Compos MdGR, Matos MP. Bioactivity of isoflavones: Assessment through a Theoretical Model as a Way to Obtain a "Theoretical Efficacy Related to Estradiol (TERE)". *Int J Mol Sci*. 2010;11:480-491.
- Newman L. Phytoestrogen get more attention at menopause meeting. *Lancet*. 1999;354:1184

- Ginsburg J, Prelevic GM. Lack of significant hormonal effects and controlled trials of phytoestrogens. *Lancet*. 2000;355:163-164
- Fizpatrick LA. Soy isoflavones: hope or hype. *Maturitas*. 2003;44:21-29.
- Kris-Etherton PM, West SG. Soy protein with or without isoflavones: in search of a cardioprotective mechanism of action. *Am J Clin Nutr*. 2005;81:5-6
- Pilsakova L, Riecanaky I, Jagla F. The physiological actions of isoflavone phytoestrogen. *Physiol Res*. 2010;59:651-664.
- Rezzani R, Tengattini S, Bonomini F, Filippini F, Pechanova O, Bianchi R, Andriantsitohaina R. Red wine polyphenol prevent cyclosporine-induced nephrotoxicity at the level of the intrinsic apoptotic pathway. *Physiol Res*. 2008;58:511-519.
- Carusio N, Wangensteen R, Filippellia A, Andriantsitohaina R. Oral administration of polyphenolic compounds from cognac decrease ADP-induced platelet aggregation and reduces chronotropic effect of isoprenaline in rats. *Physiol Res*. 2008;57:517-524.
- Ciz M, Pavelkova M, Gallová L, Králová J, Kubala L, Lojek A. The influence of wine polyphenols on reactive oxygen and nitrogen species production by murine macrophages. *Physiol Res*. 2008;57: 393-402.
- Puzserová A, Csizmádiová Z, Andriantsitohaina R, Bernátová I. Vascular effects of red wine polyphenols in chronic stress-exposed Wistar-Kyoto rats. *Physiol Res*. 2006;55(1):39-47.
- Klejdus B, Mikelova R, Petrlova J, Potesil D, Adam V, Stiborova M, dkk. Evaluation of isoflavone aglycon and glycoside distribution in soy plants and soybeans by fast column high-performance liquid chromatography coupled with a diode-array detector. *J Agric Food Chem*. 2005;53:5848-5852.
- Setchell KD, Brown NM, Desai P, Zimmer-Nechemias L, Wolfe BE, Brashear WT, dkk. Bioavailability of pure isoflavones in healthy humans and analysis of commercial soy isoflavone supplements. *J Nutr*. 2001;**131**: 1362-1375.

- Yamori Y. Food factors for atherosclerosis prevention: Asian perspective derived from analyses of worldwide dietary biomarkers. *Exp Clin Cardiol.* 2006;11:94-98.
- Barnes S, Kim H, Darley-Usmar V, Patel R, Xu J, Boersma B, dkk. Beyond ER α and ER β : estrogen receptor binding is only part of the isoflavone story. *J Nutr.* 2000;130:656-657.
- Harris HA. Estrogen receptor- β : recent lessons from in vivo studies. *Mol Endocrinol.* 2007;21:1-13.
- Belcher SM, Zsarnovszky A. Estrogenic actions in the brain: estrogen, phytoestrogens and the rapid intracellular signaling mechanisms. *J Pharmacol Exp Ther.* 2001;299:408-414.
- Lephart ED, West TW, Weber KS, Rhees RW, Setchell KD, Adlercreutz H, Lund TD. Neurobehavioral effects of dietary soy phytoestrogens. *Neurotoxicol Teratol.* 2002;24:5-16.
- Lephart ED, Setchell KD, Lund TD. Phytoestrogens: hormonal action and brain plasticity. *Brain Res Bull.* 2005;65:193-198.
- Brooks JD, Thompson LU. Mammalian lignans and genistein decrease the activities of aromatase and 17 β -hydroxysteroid dehydrogenase in MCF-7 cells. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2005;94:461-467.
- Turhan NO, Bolkan F, Iltemir D, Ardicoglu Y. The effect of isoflavones on bone mass and bone remodeling markers in postmenopausal women. *Turk J Med Sci.* 2008;38:145-152.
- Morabito N, Crisafulli A, Vergara C, Gaudio A, Lasco A, Frisina N, dkk. Effects of genistein and hormone-replacement therapy on bone loss in early postmenopausal women: a randomized double-blind placebo-controlled study. *J Bone Miner Res.* 2002;17:1904-1912.
- Polkowski K, Mazurek AP. Biological properties of genistein. A review of in vitro and in vivo data. *Acta Pol Pharm.* 2000;57:135-155.
- Rachman IA, Berbagai Ragam Pengobatan dan Diagnosis Osteoporosis, Permi. 2002: 20-24.

Tata Kelola Pemanfaatan Air Tanah Di Bandar Lampung Dan Upaya Konservasi Untuk Menjaga Ketersediaannya

Rustadi

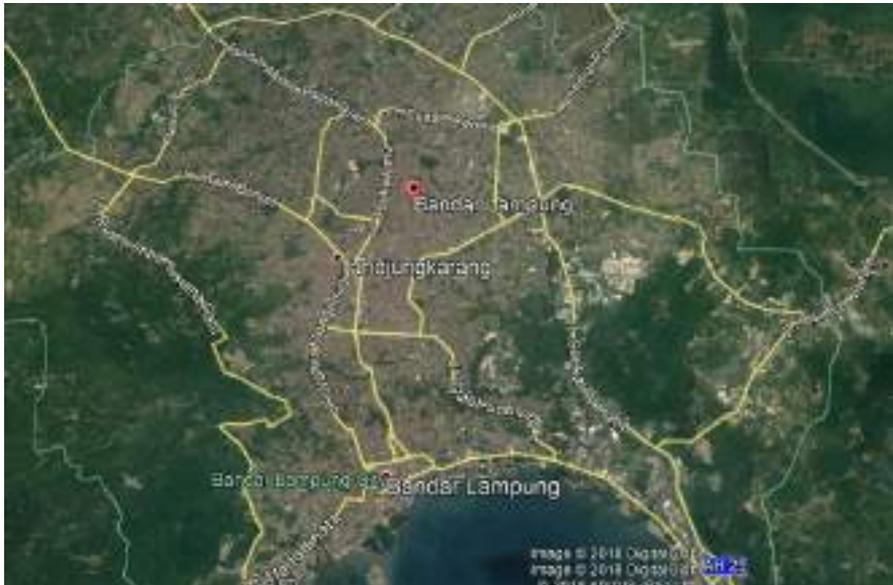
Pendahuluan

Kota Bandar Lampung mengalami perkembangan yang pesat sebagai kota urban. Jumlah penduduk tahun 2018 berdasar data BPS, mencapai 1,05 juta jiwa. Jumlah tersebut terus berkembang dengan rata-rata laju pertumbuhan penduduk 1,77%/tahun. Jika diasumsikan kebutuhan air bersih adalah 137 liter/jiwa/hari, maka kebutuhan air bersih di Bandar Lampung mencapai 143,8 juta liter/hari. Sebagian besar kebutuhan air bersih tersebut memanfaatkan ketersediaan air tanah.

Air tanah menjadi andalan untuk pemenuhan air baku, bukan hanya di Bandar Lampung. Mengapa air tanah sangat penting? Sebagian besar air baku yang memenuhi kualitas fisik dan kimia bersumber dari bawah tanah yang tidak tembus pandang oleh indera penglihatan. Air yang mengisi bagian ruang pori dan rekahan pada batuan, secara alami lebih terproteksi dari berbagai bahan pencemar dibandingkan air permukaan. Dengan menjaga lingkungan geologi terkait proses pembentukannya, air tanah relatif dapat diperoleh sepanjang tahun, baik dimusim hujan maupun musim kemarau. Air tanah menyumbang sekitar 95 persen air tawar dan kebutuhan air bersih di bumi (dengan mengabaikan keberadaan es di kutub). Berbagai kelebihan tersebut, menjadikan air tanah sebagai sumber utama air minum bagi dua miliar jiwa.

Pesatnya transformasi pembangunan di Bandar Lampung, berdampak pada penggunaan lahan untuk perumahan, industry dan kepentingan public lainnya. Lahan yang dulunya merupakan daerah terbuka maupun daerah resapan air (*pervious area*), berubah menjadi lahan tertutup kedap air. Penampakan tutupan lahan di Bandar Lampung diperlihatkan pada Gambar 1. Padatnya kawasan

permukiman dan peruntukan lahan untuk berbagai kepentingan, diproyeksikan hanya menyisakan kurang dari sepertiga luasan wilayah Bandar Lampung yang mencapai 169,21 km².



Gambar 1. Citra di wilayah Bandar Lampung menyisakan sedikit ruang terbuka hijau

Kemampuan untuk menghasilkan resapan dari air hujan berkorelasi dengan luasan terbuka hijau. Laju infiltrasi dan tangkapan air hujan dapat terbantu oleh keberadaan akar-akar vegetasi yang membantu menghasilkan rongga-rongga untuk air meresap. Jika meneliti lebih detail, maka dari sisa kawasan terbuka dan keberadaan berbagai tanaman keras di atasnya semakin terbatas (Gambar 2).



Gambar 2. Penampakan tutupan lahan yang didominasi oleh bangunan dan lapisan konkret menutupi permukaan tanah di sebagian besar wilayah Bandar Lampung.

Daya dukung resapan yang kian menyusut, disisi lain eksploitasi air tanah senantiasa meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Satu dasawarsa yang lalu, air tanah dengan mudah diperoleh melalui sumur-sumur gali di kedalaman kurang dari 10 m. Namun kini, untuk memperolehnya harus membuat sumur bor di kedalaman 30–60 m.

Tingginya laju eksploitasi, sudah menyebabkan krisis air tanah di beberapa kecamatan setiap memasuki musim kemarau (Anonim, 2011). Ketidak seimbangan antara kemampuan *recharge* terhadap eksploitasi, akan menyebabkan krisis air tanah sebagian besar wilayah Bandar Lampung pada tahun 2020. Program konservasi yang telah dirintis sejak tahun 2012, berupa resapan biopori berdiameter 10 cm dan kedalaman 100 cm, belum memberikan hasil maksimal. Secara geologi, resapan biopori tersebut masih kurang maksimal untuk merembeskan air dengan cepat disebabkan porositas dan permeabilitas yang tidak besar. Hal tersebut dikuatkan data terkini, dimana krisis air bersih di Bandar Lampung semakin meluas setiap musim kemarau.

Permasalahan ketimpangan antara kemampuan *supply* dan *demand* dari air tanah menimbulkan permasalahan krisis air bersih di kota-kota besar di Indonesia. Permasalahan ini bermula pada

ketidak arifan tata kelola eksploitasi air tanah yang tidak memperhatikan kemampuan proses pengisian kembali (*recharge*). Penyusutan air tanah pada lapisan akuifer, menghasilkan dampak ikutan lainnya berupa sisipan air laut di bagian pesisir. Pengisian ruang pori di akuifer oleh air laut terus beranjak menuju pusat kota, yang telah dialami di DKI Jakarta. Keadaan yang sama, secara berangsur-angsur dialami di beberapa kecamatan di Bandar Lampung.

Tidak dapat dipungkiri, air bersih merupakan kebutuhan dasar yang tak tergantikan. Ketika supply dari kebutuhan ini terganggu, dapat menimbulkan berbagai permasalahan lainnya. Adapun tujuan penelitian yang akan dilaksanakan adalah;

1. Memetakan topografi dan model aliran *run off*
2. Memetakan lapisan permukaan dan kemampuan untuk membantu infiltrasi
3. Memetakan keberadaan lapisan akuifer
4. Memetakan kedalaman basement yang akan mempengaruhi ketebalan akuifer
5. Memetakan jalur-jalur patahan yang akan berkorelasi terhadap perpindahan air tanah dan pengisian air laut dari satu formasi ke formasi lainnya.
6. Memetakan area yang telah terpapar oleh intrusi laut.

Perumusan kebijakan tata kelola dan usaha konservasi air tanah memiliki beberapa urgensi, diantaranya;

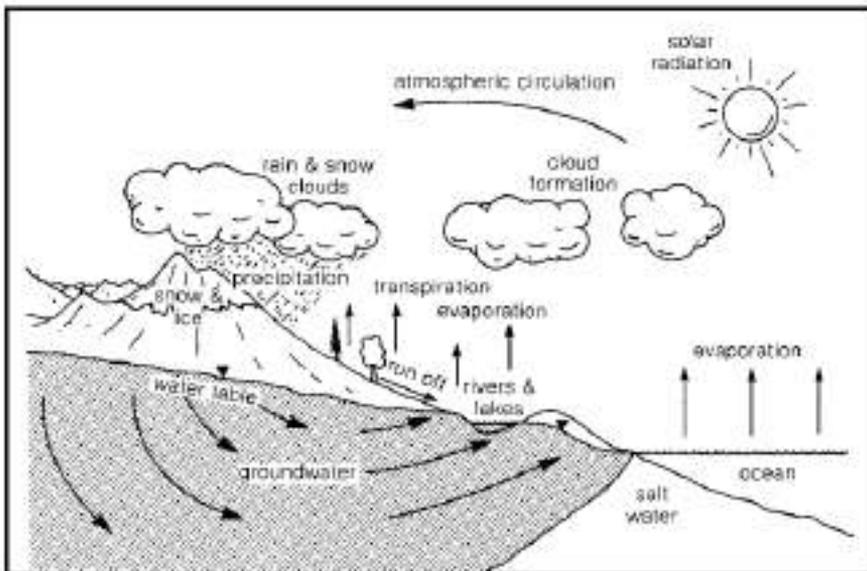
1. Apabila air bersih harus dibeli oleh masyarakat ibarat menyisihkan dana guna mendapatkan sumber energy. Dapat dibayangkan, masyarakat dengan ekonomi lemah akan memikul beban berat yang berdampak pada menurunnya kualitas dan harapan hidup. Adapun segmen lainnya berupa pusat layanan public, fasilitas kesehatan dan sarana lainnya akan mengalami peningkatan beban pengeluaran disebabkan bertambahnya belanja untuk memenuhi kebutuhan air bersih.
2. Eksploitasi air tanah menjadi salah satu penyebab penurunan tanah. Bahaya geologi ini, kini menjadi perhatian serius Provinsi DKI Jakarta, dimana akibat tingginya laju penurunan tanah, dikawatirkan suatu ketika dataran di DKI Jakarta lebih rendah

dari ketinggian air laut. Dampak utama yang dirasakan adalah selalu terjadi banjir besar setiap tahun, karena sulitnya mengalirkan air. Selain hal tersebut terbentuknya banjir rob pada wilayah pesisir, akibat gelombang laut. Keadaan serupa, akan dapat terjadi di wilayah pesisir Teluk Lampung.

Kajian Teori

1. Siklus Hidrologi

Litosfer, lautan, dan atmosfer merupakan reservoir terbesar di bumi. Keberadaan air pada reservoir melingkupi lautan, danau, sungai, bongkahan es di bagian kutub dan lainnya menjadi kunci pada siklus hidrologi (Gambar 3), yang menghasilkan air bersih bagi manusia. Pengendali siklus hidrologi adalah radiasi matahari. Energi termal yang terbentuk rata-rata 1.024 Joule/tahun, mampu menjadikan air menguap melalui proses evaporasi dan transpirasi.



Gambar 3. Proses siklus hidrologi (Brasington, 1965)

Evaporasi dan transpirasi menghasilkan akumulasi air di atmosfer membentuk kondensasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk air, es, atau kabut. Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, air mengalir di permukaan sebagai *runoff* dan terdapat yang meresap ke bawah permukaan mengisi ruang pori tanah dan batuan membentuk air tanah.

Pemahaman ilmu hidrologi akan membantu dalam menyelesaikan problem berupa kekeringan, banjir, dan perencanaan sumberdaya air untuk pemenuhan kebutuhan rumah tangga, industri, pertanian serta berbagai sektor lainnya. Kajian utama penelitian adalah perencanaan, pengelolaan dan pemanfaatan air tanah untuk kebutuhan air baku di Bandar Lampung.

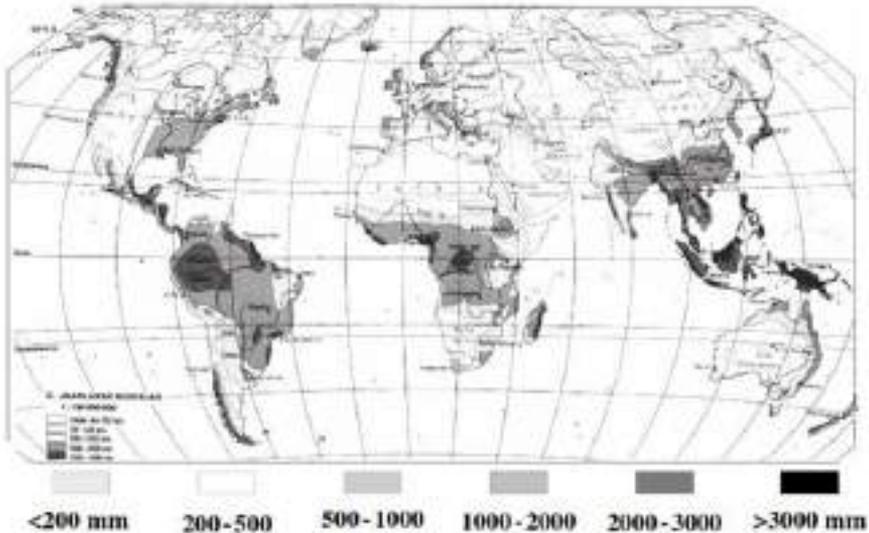
2. Data Curah Hujan

Salah satu komponen siklus hidrologi yang sangat penting dan selalu diukur adalah hujan. Presipitasi atau hujan adalah peristiwa jatuhnya air/es dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut dalam bentuk yang berbeda. Hujan di daerah tropis (termasuk Indonesia) umumnya dalam bentuk air dan sesekali dalam bentuk es untuk kondisi-kondisi tertentu. Sedangkan di daerah subtropis dan kutub dapat berupa air, salju dan es.

Kejadian hujan menunjukkan suatu variabilitas yang berkaitan dengan posisi geografis, ruang dan waktu. Konsekuensi dari perbedaan posisi geografis adalah terjadinya fluktuasi curah hujan di setiap wilayah yang dapat menimbulkan kondisi ekstrim berupa banjir dan kekeringan yang terjadi dengan skala dan periode keberulangan berbeda-beda.

Data curah hujan sangat tidak merata di semua permukaan bumi. Wilayah yang terletak di garis katulistiwa menerima radiasi sinar matahari lebih besar dibandingkan yang berada di sub tropis dan bagian kutub. Sinar matahari berlimpah sepanjang tahun, rata – rata mencapai 11 jam/hari. Intensitas dan durasi pemanasan oleh sinar matahari di wilayah tropis, berpengaruh pada jumlah air yang

naik ke atmosfer melalui evaporasi dan transpirasi. Walaupun musim hujan tidak terjadi sepanjang tahun, namun wilayah tropis rata-rata memiliki data curah hujan lebih tinggi dibandingkan wilayah sub tropis dan bagian kutub (Gambar 4).



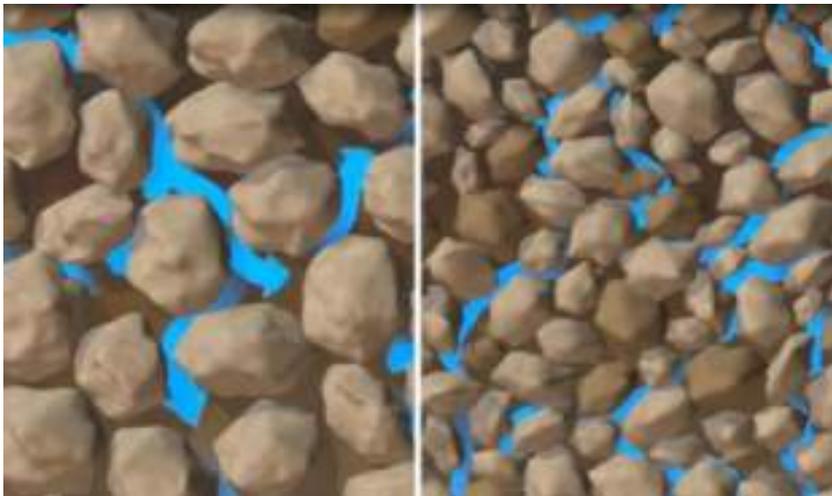
Gambar 4. Data curah hujan global (Seiler and Gat, 2007)

Indonesia yang terletak di garis katulistiwa memiliki anugerah curah hujan tinggi dan sangat tinggi (Gambar 4). Besarnya curah hujan adalah volume air yang jatuh pada suatu areal tertentu dan diklasifikasikan tinggi jika melebihi 2000 mm/tahun serta sangat tinggi jika melebihi 3000 mm/tahun. Berdasar pemetaan curah hujan global, Provinsi Lampung memiliki curah hujan tinggi disebagian besar wilayah, dan sangat tinggi pada wilayah dekat pesisir bagian barat. Khusus untuk wilayah Bandar Lampung, rata-rata curah hujan adalah tinggi. Melimpahnya curah hujan tahunan di Bandar Lampung, menjadikan potensi besar yang dapat dipanen untuk menghasilkan tabungan air baku baik sebagai air permukaan maupun air tanah.

3. Pengertian Air Tanah

Proses pembentukan air tanah merupakan hasil resapan (*infiltrasi*) aliran air saat turun hujan, genangan air terbentuk di permukaan tanah secara perlahan meresap ke bawah permukaan mengisi ruang pori tanah dan batuan sedangkan bagian besar lainnya mengalir di permukaan sebagai run off bermuara kembali ke lautan (Gambar 3).

Pola dan laju aliran air ke bawah permukaan sangat dipengaruhi oleh jenis tanah dan batuan, khususnya keberadaan ruang pori dan hubungan antar pori (*permeabilitas*). Ruang pori dan *permeabilitas* berkorelasi dengan ukuran butir pembentuk tanah dan batuan. Semakin besar ukuran butir material penyusun tanah dan batuan, semakin baik untuk dapat mengalirkan air melalui proses infiltrasi. Gambar 5 memperlihatkan beberapa model aliran air mengisi lapisan tanah dan batuan. Hubungan antar butir menyisakan ruang pori yang cukup luas, sehingga memudahkan proses aliran pada pori dan hubungan antar pori (*permeabilitas*).



Gambar 5. Aliran air (warna biru) pada ruang pori yang terbentuk pada butiran-butiran pasir (Kirsch R., 2006)

Namun aliran air akan tertahan dan tidak mampu menembus lapisan tanah yang lebih dalam, apabila pada bagian atas tersusun oleh batuan yang bersifat kedap air (Gambar 6). Batuan kedap air dapat berupa batuan beku ataupun metamorf, dimana di beberapa tempat di Bandar Lampung ditemukan dekat permukaan.



Gambar 6. Laju infiltrasi akan tertahan oleh keberadaan batuan bersifat kedap air (Kirsch R., 2006)

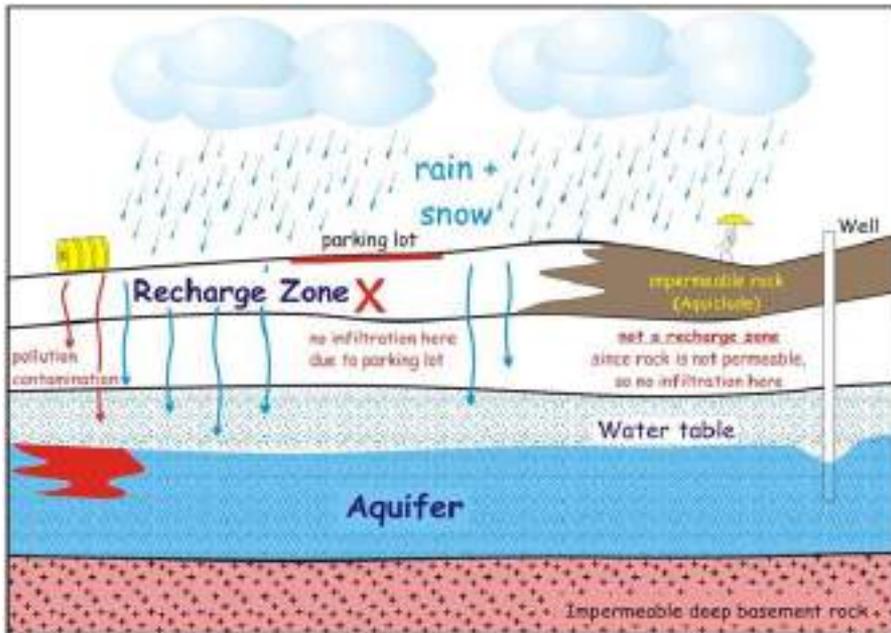
Faktor ruang pori dan hubungan antar pori sangat membantu terjadinya infiltrasi (aliran air ke bawah permukaan). Gambar 7 memperlihatkan genangan air di permukaan, yang dapat bertahan lama karena ketidakmampuan tanah atau batuan mengalirkan ke bawah permukaan. Dampak hambatan tersebut, proses infiltrasi hanya mampu menangkap air dalam jumlah kecil dari potensi curah hujan yang tinggi. Kemampuan air mengalir ke bawah permukaan sangat lambat tidak seperti aliran air permukaan yang memiliki beda ketinggian. Rendahnya laju infiltrasi menyebabkan proses *recovery* air tanah memerlukan waktu yang lama. Ketimpangan antara kemampuan *recharge* yang rendah dan laju eksploitasi air tanah yang tinggi, telah menghasilkan penurunan muka air tanah secara cepat di Bandar Lampung.



Gambar 7. Laju infiltrasi yang rendah menghasilkan genangan air. Genangan pada ruang terbuka hijau memerlukan waktu beberapa jam agar air menjadi meresap (Ari,2015).

Akuifer adalah formasi geologi atau grup formasi yang mengandung air dan secara signifikan mampu mengalirkan air melalui kondisi alaminya. Akuifer mempunyai dua fungsi penting, yaitu sebagai penyimpan laksana sebuah waduk dan sebagai penyalur air seperti jaringan pipa. Kedua fungsi itu diemban oleh pori-pori atau rongga di dalam batuan akuifer.

Mekanisme *recovery* air tanah melalui proses infiltrasi diperlihatkan pada Gambar 8. Laju infiltrasi yang rendah tidak sebanding dengan laju eksploitasi (pemompaan) yang menyebabkan cepat habisnya air tanah dangkal dan air tanah dalam.



Gambar 8. Infiltrasi dan pembentukan air tanah pada akuifer.

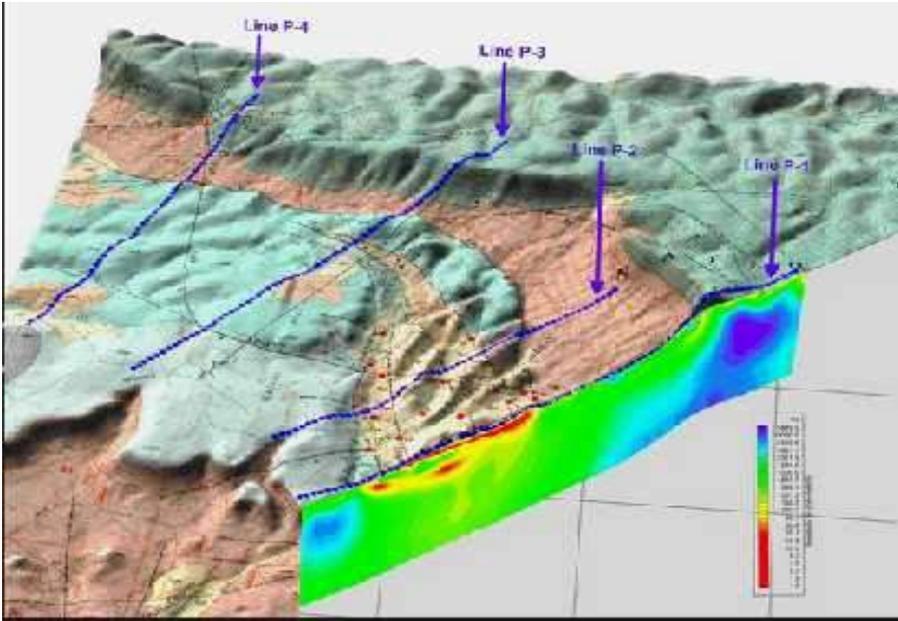
Akuifer berperan penting dalam membentuk air tanah. Tidak semua soil dan batuan dapat berfungsi sebagai akuifer. Geologi bawah permukaan antara satu daerah dengan daerah lainnya tidak sama. Sejarah geologi di masa lalu dan jenis formasi batuan menjadi factor penting terbentuknya lapisan yang dapat berfungsi sebagai cebakan air (akuifer). Suatu yang wajar, jika tidak seluruh daerah memiliki potensi air tanah alami yang baik. Untuk mendapatkan informasi daya dukung air bawah permukaan di suatu wilayah, maka cukup penting dilakukan penelitian lingkungan geologi dan tipikal akuifer yang akan terbentuk.

Pembahasan

Bandar Lampung tersusun oleh Formasi Aluvial dibagian pesisir dibagian utara, Formasi Gunungapi Muda di bagian barat sekitar Gunung Betung, bagian besar wilayah tersusun oleh Formasi Lampung, Formasi Campang dan Formasi Tarahan. Keaneka ragaman batuan penyusun, menghasilkan perbedaan akuifer antar wilayah di Bandar Lampung. Tataan geologi kompleks (Manga dkk, 1994), dipengaruhi oleh tektonik dan batuan-batuan intrusi, menambah kekomplekan pola akuifer di Bandar Lampung. Faktor geologi tersebut menghasilkan potensi air tanah yang berbeda-beda di 20 kecamatan di Bandar Lampung. Setiap memasuki musim kemarau beberapa kecamatan mengalami krisis air tanah, menjadi indikasi ketidak samaan potensi air tanah antar wilayah.

Tanah dan batuan penyusun lapisan bawah permukaan bumi disusun oleh ragam mineral, ruang pori, derajat fluida pada ruang pori, dan umur pengendapan yang berbeda-beda. Faktor keragaman variabel tersebut, menjadikan tanah dan batuan memiliki nilai sifat kelistrikan resistivitas yang khas. Keragaman penyusun batuan menghasilkan kontras sifat fisis, yang dapat dimanfaatkan untuk penelitian citra bawah permukaan (Kirsch R., 2006).

Pemodelan bawah permukaan untuk mendapatkan tatanan geologi bawah permukaan dapat dilakukan melalui proses pemboran maupun pencitraan menggunakan berbagai metode geofisika. Sebagai alternative yang banyak digunakan, dilakukan melalui pemetaan geolistrik (Gambar 9). Penggunaan metode ini mampu mencitrakan lapisan-lapisan konduktif yang diasumsikan berkorelasi dengan keberaaan air tanah

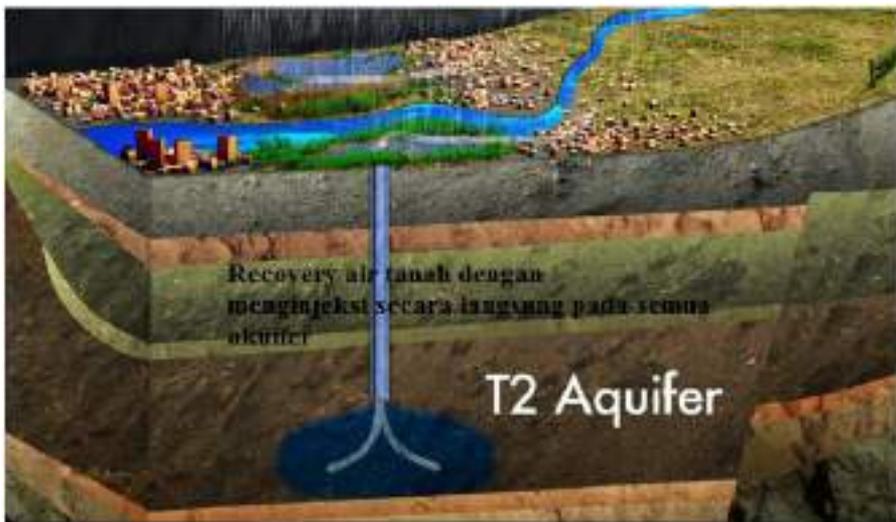


Gambar 9. Hasil penafsiran hidrogeologi berdasar konsep Hukum Ohm.

Akurasi penafsiran materi geologi bawah permukaan berbasis Hukum Ohm telah banyak dibuktikan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Johnson (2003) merintis untuk menelaah zona-zona *fault* sebagai bagian material rawan longsor pada tambang *underground*.

Keunikan pengaruh keberadaan air pada rongga/pori batuan terhadap sifat hantaran listrik, menurut Dahab (Dahab et al, 2012) menjadikan metode resistivitas cukup efektif untuk pencarian lapisan akuifer. Keunggulan dari pendekatan ini terkait pencarian akuifer, telah dibuktikan oleh banyak peneliti (Mohamaden et al, 2009; Omosuyi, 2010; Aweto and Akpoborie, 2011; Okiongbo and Ogobiri, 2011; Eke and Igboekwe, 2011; Lopez et al, 2011; Adeoti et al, 2012; Ibrahim et al, 2012; Dahab et al, 2012; Lopez et al, 2012; Sunmonu et al, 2015). Menurut Schon (1997) terdapat keunikan respon batuan yang tersaturasi oleh air. Fluida bersifat konduktif yang mengisi rongga - rongga ini menyebabkan cebakan air tanah memiliki respon nilai resistivitas kurang dari 60 ohm meter. Sedangkan batuan yang tidak memiliki kandungan air akan memiliki nilai resistivitas lebih besar dari 60 ohm meter.

Penyediaan model geologi bawah permukaan dan keberadaan akuifer, menjadi data penting untuk konservasi air tanah melalui rekayasa infiltrasi. Teknologi *aquifer storage recovery* (ASR) menjadi alternative dalam pemanenan air hujan untuk menghasilkan pembentukan air tanah secara cepat (Gambar 10). Namun sebelum diinjeksikan, air telah terbebas dari berbagai bahan pencemar (polutan), bakteri dan virus. Melalui injeksi langsung ke posisi akuifer, laju infiltrasi akan berlangsung cepat. Defisit pembentukan air tanah akibat besarnya eksploitasi, secara cepat dapat digantikan melalui injeksi air yang ditangkap saat musim hujan. Melalui upaya ini, maka konservasi air tanah dapat dilakukan secara maksimal.



Gambar 9. Konsep ASR sebagai upaya konservasi air tanah.

Kesimpulan

Bandar Lampung telah mengalami penyusutan ruang terbuka hijau yang mengurangi kemampuan untuk menghasilkan tangkapan air tanah alami. Disisi lain, perkembangan pesat kota disertai laju pertumbuhan penduduk, menyebabkan peningkatan eksploitasi air tanah. Ketidak seimbangan antara kemampuan *recharge* dan eksploitasi, telah menghasilkan penurunan muka air tanah dengan cepat. Beberapa wilayah kecamatan, mengalami krisis air tanah setiap musim kemarau. Dibagian pesisir, telah menghasilkan infiltrasi air laut menuju daratan

Konservasi air tanah menjadi krusial, menimbang air tanah menjadi andalan air baku sebagian besar masyarakat di Bandar Lampung. Tantangan konservasi berupa semakin terbatasnya zona serapan dan rendahnya laju infiltrasi alami. Diperlukan rekayasa infiltrasi dengan berbagai keterbatasan yang ada.

Teknik ASR menjadi alternatif untuk membantu percepatan infiltrasi dan tangkapan/pemanenan air hujan untuk disimpan menjadi air tanah. Untuk pengembangan ASR, diperlukan informasi detil geologi bawah permukaan. Penyediaan data geologi dan potensi air tanah di Bandar Lampung, dapat menjadi landasan kebijakan tata kelola pemanfaatan dan rekayasa konservasi.

Referensi

- Adeoti L., Alile O.M., Uchegbulam O., and Adegbola R.B., 2012, Geoelectric investigation of groundwater potential in Mowe, Ogun State, Nigeria, *British journal of applied science and technology*, 2, 1, 58-71.
- Anonim, 2011, *Krisis Air Bersih Melanda Lampung*, Suara Pembaruan, Senin, 12 September 2011.
- Brassington R., 2007, *Field hydrogeology*, Third edition, John Willey and Sons Ari, 2015, *Dewan desak dinas ambil sikap soal genangan air*, (Maduracorner.com, 2 Pebruari 2015).
- Mangga A., Sidarto, Santoso S., Gunawan W., 1994, *Geologi Lembar Tanjung Karang, Sumatera*, PPPG, Departemen Pertambangan dan Energi.
- Aweto K., and Akpoborie I.A., 2011, Geoelectric and hydrochemical mapping of quarternary deposits at Orerokpe in the Western Niger Delta, *Journal applied science environment manage*, 15,2, 351-359.
- Eke K.T., and Igboekwe, 2011, Geoelectric investigation of groundwater in some villages in Ohafia laocality, Abia State, Nigeria, *British journal of applied science and technology*, 1, 4, 190-203.
- Dahab M.A.H., Yagoub A.M., and Abdelhakam E., 2012, Geoelectrical investigation of groundwater potential in Khor Abu Habil drainage basin, *Journal of science and technology*, 13, -.

- Ibrahim K.O., Olasehinde P.I., Akinrinmade A.O., and Isa A., 2012, Geoelectrical soundings to investigate groundwater potential of Orisunmibare Village in Ilorin south area of Kwara State, Nigeria, *Journal of environment*, 1, 21-25.
- Johnson, W.J., 2003, *Case histories of DC resistivity measurements to map shallow coal mine workings*, The Leading Edge, 22, 6, 571 – 573.
- Kirsch R., 2006, *Groundwater geophysics a tool for hydrogeology*, Springer.
- Lopez L., Echeveste H., Tessone M., Alperin M., and Etcheverry R., 2012, Geoelectric exploration of the Purisma-Rumircruz district Jujuy Province, Argentina, *International journal of geophysics*
- Lopez J.M., Rey J., Duenas J., Hidalgo J., and Benavente J., 2011, Electrical tomography applied to the detection of subsurface cavities, *Journal of cave and karst studies*, 75, 1, 28 – 37.
- Mohamaden M.I.I., Abuo S.S., and Gamal A.A., 2009, Geoelectrical survey for groundwater exploration at the Asyuit Governorate, Nile Valley, Egypt, *Journal King Abdul Aziz*, 20, 91-108.
- Okiongbo K.S., and Ogobiri G., 2011, Geoelectric investigation of groundwater resources in parts of Bayelsa State, Nigeria, *Research journal of environmental and earth science*, 3, 6, 620-624
- Omosuyi G.O., 2010, *Geoelectrical assessment of groundwater prospect and vulnerability of overburden aquifers at Idanre, southwestern Nigeria*, *Ocean journal of applied sciences*.
- Schon, 1996, *Physical properties of rock: Fundamental and principle petrophysics*, 2nd, Elsevier.
- Seiler K.P., and Gat J.R., 2007, *Groundwater recharge from run off, infiltration and percolation*, Springer.
- Sunmonu L.A., Adagunodo T.A., Adeniji A.A., Oladejo O.P., and Alagbe O.A., 2015, Geoelectrical delineation of aquifer pattern in crystalline bedrock, *Open transactions on geosciences*, 2, 1.

Pengembangan Aplikasi Mobile Learning Untuk Mitigasi Bencana Tanah Longsor Berbasis Multimedia

Irma Lusi Nugraheni

Pendahuluan

Bencana alam merupakan sebuah peristiwa yang dapat mengancam setiap saat dan menimbulkan kerusakan terhadap lingkungan. Bencana alam dapat terjadi di seluruh belahan dunia, akan tetapi dampak yang ditimbulkan akan sangat terasa apabila terjadi di sebuah negara berkembang seperti di Indonesia, dimana bencana alam gempa bumi cukup sering terjadi. Indonesia merupakan negara yang rentan mengalami bencana alam gempa bumi hal ini disebabkan karena Indonesia berada di dalam zona tumbukkan tiga lempeng tektonik yaitu Eurasia, India-Australia dan lempeng Pasifik.

Tanah longsor adalah sebuah peristiwa geologi yang terjadi karena adanya pergerakan massa batuan atau tanah yang pergerakannya jatuh ke bawah. Pada umumnya tanah longsor disebabkan oleh 2 faktor yaitu faktor pendorong dan faktor pemicu. Faktor pendorong adalah faktor yang mempengaruhi kondisi material sedangkan faktor pemicu adalah faktor yang menyebabkan bergerak material tersebut. Bencana tanah longsor, sering melanda Kabupaten Tanggamus Lampung. Kabupaten Tanggamus terletak di bagian Selatan Propinsi Lampung yang berbatasan dengan Selat Sunda. Wilayah ini pada tahun 1883 pernah terkena dampak tsunami akibat letusan Gunung Krakatau. Di wilayah ini terdapat kawasan yang mempunyai potensi terkena bencana. Secara geografis wilayah Kabupaten Tanggamus terletak pada posisi 104° 18" – 105° 12" Bujur Timur dan antara 5° 05' – 5° 56' Lintang Selatan. Wilayahnya sebagian besar terdapat pada kawasan Bukit Barisan bagian selatan. Kabupaten Tanggamus mempunyai luas wilayah 3.356,61 Km² dengan morfologi wilayah bervariasi antara dataran

rendah hingga dataran tinggi. Sekitar 40 % dari seluruh wilayah dengan ketinggian dari permukaan laut antara 0 sampai 2115 m (Bappeda, 2005). Kabupaten Tanggamus berdasarkan data tahun 2013, termasuk dalam Indeks resiko bencana multi ancaman per kabupaten di wilayah Indonesia masuk kategori kelas resiko tinggi dengan skor 201 (BNPB, 2013). Ini menunjukkan bahwa wilayah Kabupaten Tanggamus memang beresiko ancaman bencana alam, baik itu banjir, tsunami, longsor, cuaca ekstrem, kebakaran lahan dan hutan, gunung api dan lain-lain. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Prawiradisastra, 2013), jika melihat luasan daerah rawan longsor yang ada di Provinsi Lampung, Kabupaten Tanggamus berada pada urutan ketiga yang memiliki luasan daerah rawan longsor tinggi yaitu dengan luasan sebesar 168,07 km persegi atau 0,47% dari luasan provinsi Lampung. Longsor yang terjadi disebabkan karena curah hujan yang tinggi (3000-3500 mm/th) dengan kemiringan lereng lebih dari 45% yang curam sampai terjal dan terdapat zona sesar aktif Sumatera.

Pada bulan oktober 2018, telah terjadi bencana longsor di tiga kecamatan yaitu Kecamatan Limau, Cukuhbalak dan Kota Agung Timur. Titik longsor tersebar merata, mulai dari Pekon Sukabanjar di Kecamatan Kota Agung Timur; Pekon Ketapang, Tegineneng, Tanjung Jaya di Kecamatan Limau; sampai Pekon Putih Doh di Kecamatan Cukuh Balak. Akibatnya, material yang menimbun badan jalan membuat kendaraan tidak dapat melintas dalam beberapa jam, hal ini dapat terlihat pada gambar 1 dan 2



Gambar 1. Kejadian Longsor di Ruas Jalan Provinsi di Kecamatan Limau
Sumber: Tribun Lampung.co.id (14/10/2018)



Gambar 2. Setelah tiga hari tertutup material longsor,
akses jalan lintas kecamatan di wilayah
Kecamatan Cukuh Balak sudah dapat dilintasi.
Sumber: Tribun Lampung.co.id (1/11/2018)

Dalam kurun waktu tiga tahun terakhir beberapa daerah yang tergolong rawan antara lain, Pematang Sawah, Semaka, Wonosobo, Ulu Belu, Kelumbayan sering terjadi tanah longsor. satu di antaranya, yang cukup besar adalah bencana tanah longsor di Sedayu Semaka, yang sempat memutuskan jalan lintas barat pada tahun 2009. Kejadian tersebut sempat memutus jalan lintas barat (jalinbar) Sumatera, khususnya yang ada di tanjakan Sedayu. Longsor yang terjadi di Kabupaten Tanggamus juga disebabkan karena penanaman jenis tanaman yang tidak sesuai dengan kondisi lahannya. Dari kajian penelitian yang dilakukan Nur (2007) tentang evaluasi kesesuaian lahan untuk komoditas tanaman unggulan perkebunan di Kabupaten Tanggamus, ternyata baik tanaman kopi, kakao, lada, kelapa, kelapa sawit, karet masuk pada jenis tanaman yang tidak sesuai untuk ditanam di Kabupaten Tanggamus, padahal tanaman-tanaman ini menjadi tanaman andalan. Ketidaksesuaian ini disebabkan karena tanaman-tanaman tersebut ditanam di seluruh wilayah Kabupaten Tanggamus, tanpa memperhatikan aspek fisik, seperti aspek kemiringan lereng dan jenis tanahnya, sehingga jenis penanaman tanaman inilah yang juga dapat menyebabkan munculnya kejadian tanah longsor. Kejadian tanah longsor ini tentunya sangat merugikan baik dari sisi ekonomi, sosial maupun bagi lingkungan. Oleh karena itu, identifikasi daerah rawan longsor secara lengkap di Kabupaten Tanggamus sangat diperlukan dalam upaya pengelolaan pembangunan yang berkelanjutan serta upaya mitigasi bencana tanah longsor tepat sasaran.

Dampak dari tanah longsor membawa kerugian yang besar bagi masyarakat oleh karena itu perlu adanya upaya untuk memberikan pengetahuan mengenai mitigasi bencana alam khususnya tanah longsor pada masyarakat umum, dan menumbuhkan “Budaya Keselamatan”, sehingga masyarakat umum sadar akan bahaya yang akan dihadapi dan memiliki pengetahuan untuk dapat melindungi diri mereka sendiri.

Pencegahan terhadap terjadinya korban dan kerugian akibat bencana gempa bumi dapat dilakukan lebih awal melalui penggunaan media informasi yang saat ini sedang populer dan banyak digunakan oleh masyarakat, seperti komunikasi mobile dan

ponsel, Oleh karena ada penelitian ini dikembangkan sebuah aplikasi berbasis mobile yang dapat membantu masyarakat dalam memperoleh pengetahuan mengenai mitigasi gempa bumi. Aplikasi ini dapat dijalankan pada perangkat telepon seluler berbasis symbian atau android, dan dapat diakses setiap saat.

Tujuan penelitian: merancang dan mengimplementasikan sebuah produk berupa web mobile learning untuk mitigasi bencana tanah longsor, dan masyarakat dapat menggunakan dimana dan kapan saja dengan menggunakan perangkat komunikasi bergerak

Kajian Teori

Haifani (2008) merumuskan beberapa hal mengenai manajemen resiko bencana tanah longsor salah satunya adalah pendidikan dan pelatihan kebencanaan perlu segera diimplementasikan dan secara periodik dilakukan penyegaran, disampaikan pula mengenai pemahaman akan sumber bahaya dan potensinya kepada masyarakat. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menyelenggarakan diklat, penyebaran brosur, dan pamflet. Dengan maksud untuk menumbuhkan dan meningkatkan pemahaman, kesadaran dan kesiapsiagaan masyarakat akan bahaya gempa bumi, sehingga kerugian dan korban dapat dikurangi pada saat kejadian. Menurut Nur (2010), pencegahan dan mitigasi adalah langkah-langkah yang diperlukan untuk mencapai pembangunan yang berkelanjutan. Oleh karena itu hal ini perlu dikembangkan mulai dari tingkat sekolah, rumah dan masyarakat secara umum. Kesiapan perencanaan gempa juga harus bertujuan untuk mengembangkan "Budaya Keselamatan" di masyarakat umum, sehingga masyarakat sadar akan bahaya yang mereka hadapi dan dengan pengetahuan mereka masyarakat dapat melindungi diri mereka sendiri, (Hosseini, 2006). Seiring dengan itu perkembangan teknologi telah banyak menciptakan terobosan baru di dalam hal penyampaian informasi kepada masyarakat, dan saat ini media edukasi akan bersinggungan dengan perangkat-perangkat teknologi komunikasi mobile dan teknologi internet. Sehingga telah menjadi kecenderungan baru yang memungkinkan terjadinya kegiatan pembelajaran secara

mobile atau dikenal sebagai mobile learning (m-learning), yang merupakan kombinasi antara teknologi telekomunikasi dan internet, (Riyanto dkk, 2010).

Pengembangan aplikasi mobile learning sendiri tidak lepas dari suksesnya implementasi teknologi General Packet Radio Service (GPRS) dan 3G sebagai layanan komunikasi data berkecepatan tinggi pada telepon selular, dan pada akhirnya mengubah paradigma pada masyarakat pengguna telepon selular yang sebelumnya hanya berorientasi pada komunikasi berbasis suara dan pesan pendek atau short message service (SMS) menjadi kearah komunikasi berbasis data multimedia dan web content. Semakin banyaknya jenis mobile communication device seperti misalnya PDA phone dan smartphone berteknologi GPRS dan 3G juga mendukung pergeseran paradigma tersebut, (Munif, 2007). Berkaitan dengan teknologi ini sebelumnya pernah dikembangkan aplikasi m-learning untuk organizer mahasiswa yang dapat dimanfaatkan untuk mengatur segala kegiatan yang direncanakan dengan memberikan fitur-fitur seperti time manager, course manager, dan communication center, (Sarwosri, 2010). Layanan di bidang kesehatan juga telah memanfaatkan dan mengembangkan aplikasi mobile, salah satunya adalah mobile-doctor (m-doctor). M-doctor sendiri merupakan pengembangan dari e-doctor dan mengacu pada penggunaan perangkat telekomunikasi genggam dan bergerak seperti PDA, telepon seluler, laptop, dan tablet PC, (Memon dkk, 2007). Dengan aplikasi m-doctor ini memungkinkan bagi dokter untuk memantau keadaan seorang korban dari jauh dalam kondisi bencana, dan untuk situasi darurat m-doctor dapat memberikan informasi layanan medis secara efektif dan efisien kepada pasien, (Santoso dkk, 2011). Untuk menambah daya tarik pada aplikasi Mobile tersebut, dapat dilakukan dengan mengintegrasikan beberapa elemen multimedia seperti gambar, teks, dan suara, seperti yang ditunjukkan oleh Mulyadi dkk (2011). Penambahan elemen multimedia tersebut juga diterapkan pada aplikasi pembelajaran melafalkan Bahasa Inggris dimana aplikasi tersebut dapat melakukan pencocokan data dengan cara melakukan streaming pada server google, (Pratama, unpublished). Perancangan konten m-learning dengan sistem live

multimedia berbasis mobile dapat membuat konten materi pembelajaran tampil cukup interaktif dengan memadukan sistem website dan WAP-site, sehingga dapat terjadi umpan balik pembelajaran yang baik, (Pratama, unpublished juga menambahkan komponen multimedia pada pengembangan aplikasi telemedicine, sehingga dokter, perawat, atau pasien dapat menampilkan informasi dalam bentuk gambar, suara, atau video mengenai penyakit yang diderita. Selain itu aplikasi mobile juga dapat dikembangkan sebagai alat peringatan dini terhadap kemungkinan terjadinya bencana (Utami dkk, 2008).

Multimedia adalah pemanfaatan komputer untuk membuat dan menggabungkan teks, grafik, audio, gambar bergerak (video dan animasi) dengan menggabungkan link dan tool yang memungkinkan user melakukan navigasi, berinteraksi, berkreasi, dan berkomunikasi. Multimedia menjadikan kegiatan itu dinamis dengan memberi dimensi baru pada kata-kata, kata-kata dalam aplikasi multimedia bisa menjadi pemicu yang dapat digunakan memperluas cakupan teks untuk memeriksa suatu topik tertentu secara lebih luas. Multimedia juga menghidupkan teks dengan menyertakan bunyi, gambar, musik, animasi, dan video (Suyanto, 2005). Multimedia on Mobile adalah teknologi data yang berupa file multimedia, dimana file tersebut dapat dijalankan pada sebuah perangkat mobile, baik berupa video, audio, dan animation. Data file bisa dijalankan langsung dengan menunggu proses akses download selesai terlebih dulu (Santoso, 2011).

Metode Penelitian

Penelitian ini adalah merupakan penelitian pengembangan Research and Development yang akan menghasilkan suatu produk. Produk yang akan dihasilkan adalah media pembelajaran untuk mitigasi bencana tanah longsor. Pengembangan adalah mengembangkan suatu produk tertentu, rancangan atau desain, strategi, pendekatan, atau suatu model. Menurut Sugiyono (2011) langkah-langkah pelaksanaan strategi penelitian dan pengembangan yang dilakukan untuk menghasilkan produk tertentu dan untuk menguji keefektifan produk yang dimaksud, adalah:

1. Potensi dan Masalah

Terkait dengan analisis kebutuhan yang diperlukan di lapangan dan potensi apa saja yang bila didayagunakan akan memiliki suatu nilai tambah pada produk yang akan dihasilkan.

2. Pengumpulan Informasi dan studi literatur

Mengumpulkan berbagai informasi dan studi literatur yang dapat digunakan sebagai bahan untuk perencanaan produk tertentu yang diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut. Studi ini ditujukan untuk menemukan konsep--konsep atau landasan-landasan teoretis yang memperkuat suatu produk.

3. Design Produk

Produk yang dihasilkan dalam produk penelitian research and development bermacam-macam. Sebagai contoh dalam bidang teknologi, orientasi produk teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk kehidupan manusia adalah produk yang berkualitas, hemat energi, menarik, harga murah, bobot ringan, ergonomis, dan bermanfaat ganda. Desain produk harus diwujudkan dalam gambar atau bagan, sehingga dapat digunakan sebagai pegangan untuk menilai dan membuatnya serta memudahkan pihak lain untuk memulainya. Desain sistem ini masih bersifat hipotetik karena efektivitasnya belum terbukti, dan akan dapat diketahui setelah melalui pengujian-pengujian.

4. Perbaikan Desain

Setelah desain produk, divalidasi melalui diskusi dengan pakar dan para ahli lainnya, maka akan dapat diketahui kelemahannya. Kelemahan tersebut selanjutnya dicoba untuk dikurangi dengan cara memperbaiki desain.

5. Uji coba Produk

Desain produk yang telah dibuat tidak dapat langsung diuji coba dahulu. Tetapi harus dibuat terlebih dahulu, menghasilkan produk, dan produk tersebut yang diujicoba. Pengujian dapat dilakukan dengan eksperimen yaitu membandingkan efektivitas dan efisiensi sistem kerja lama dengan yang baru.

6. Revisi Produk

Pengujian produk pada sampel yang terbatas tersebut menunjukkan bahwa kinerja sistem kerja baru ternyata yang lebih baik dari sistem lama. Perbedaan sangat signifikan, sehingga sistem kerja baru tersebut dapat diberlakukan.

7. Ujicoba Pemakaian

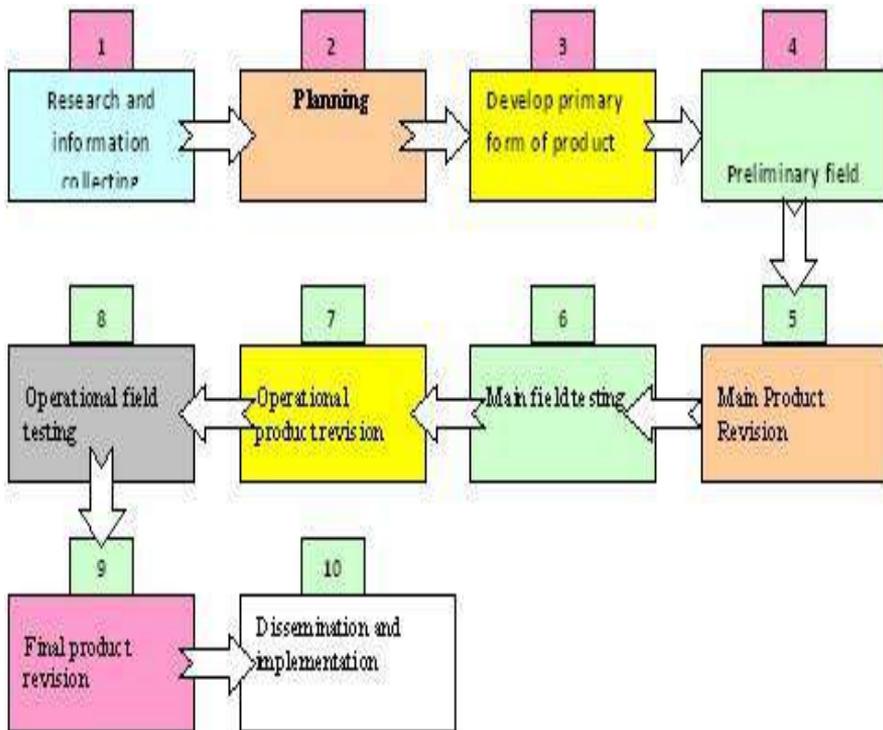
Setelah pengujian terhadap produk berhasil, dan mungkin ada revisi yang tidak terlalu penting, maka selanjutnya produk yang berupa sistem kerja baru tersebut diterapkan dalam kondisi nyata untuk lingkup yang luas. Dalam operasinya sistem kerja baru tersebut, tetap harus dinilai kekurangan atau hambatan yang muncul guna untuk perbaikan lebih lanjut.

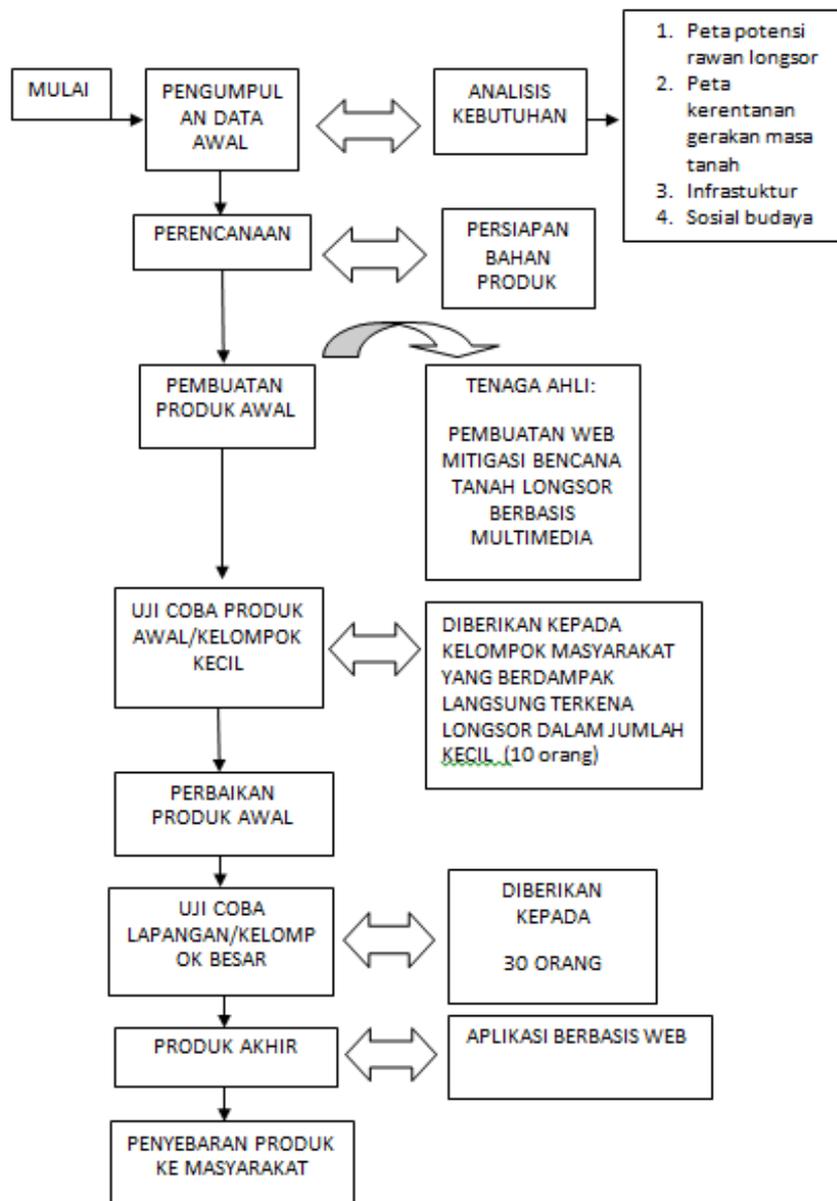
8. Revisi Produk

Revisi produk ini dilakukan, apabila dalam perbaikan kondisi nyata terdapat kekurangan dan kelebihan. Dalam uji pemakaian, sebaiknya pembuat produk selalu mengevaluasi bagaimana kinerja produk dalam hal ini adalah sistem kerja.

9. Pembuatan Produk Masal

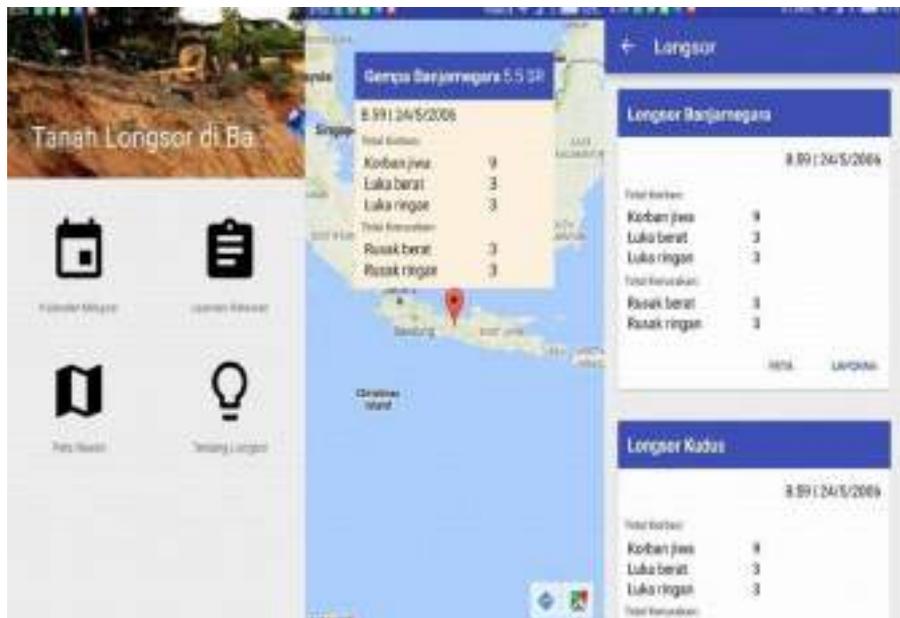
Pembuatan produk masal ini dilakukan apabila produk yang telah diujicoba dinyatakan efektif dan layak untuk diproduksi masal





Produk Yang Dikeluarkan

Contoh Produk



Kesimpulan

Perlu dikembangkan sebuah aplikasi berbasis mobile untuk pembelajaran mitigasi bencana longsor berbasis mobile, dimana aplikasi tersebut dapat dijalankan pada perangkat telepon seluler berbasis Symbian dan android, aplikasi ini dapat digunakan tanpa harus menggunakan akses internet, sehingga aplikasi ini dapat tetap dijalankan ketika dalam kondisi dimana perangkat telepon seluler tidak mendapatkan sinyal operator selular ataupun koneksi internet. Aplikasi ini dapat menjadi solusi yang cukup murah dalam upaya menumbuhkan "Budaya Keselamatan" pada masyarakat.

Referensi

- Haifani,A.M.2008.Manajemen Resiko Bencana Gempa Bumi,Studi Kasus Bencana gempa Bumi Yogyakarta 27 Mei 2006. Prosiding.Seminar Nasional IV Sdm Teknologi Nuklir Yogyakarta, 25-26 Agustus 2008 Issn 1978-0176.
- Hosseini, M., Izadkhah, Y, O. 2006. Earthquake disaster risk management planning in schools, Disaster Prevention and Management Vol. 15 No. 4
- Munif, A., Kuswinardi, W. 2007. Pemanfaatan Online Geographic Information Pada Sistem Mobile Resto Reservation Berbasis GPRS dan 3G, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2007 (SNATI 2007).
- Memon dkk, 2007. Pengembangan Aplikasi Mobile Pembelajaran Mitigasi Bencana Gempa Bumi Berbasis Multimedia. Prosiding.Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi 2012 (SENTIKA 2012) ISSN: 2089-9815 Yogyakarta, 10 Maret 2012
- Mulyadi, A, W., Nurdin, E, A., Waslaluiddin. 2011. Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif CAI Model Instructional Games Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa.
- Nur, A, M. 2010. Gempa Bumi, Tsunami dan Mitigasinya, Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangasambung-LIPI Volume 7 No. 1, Kebumen.
- Riyanto, B., Tamimuddin, M, H., Widayati, S., 2010, Perancangan dan Implementasi Aplikasi Mobile Learning Berbasis Java
- Sarwosri, 2010). Sarwosri., Basori, A, H., Prihastomo, J. 2010. Aplikasi Mobile Learning Organizer Mahasiswa, Seminar Nasional Informatika 2010 (semnasIF 2010).
- Santoso, G., Sutanta, E., Wibowo, S. 2011. Aplikasi Mobile Doctor Untuk Meningkatkan Efektifitas dan Efisiensi Layanan Medis Dalam Penanggulangan Bencana Alam, Seminar Nasional Informatika 2011 (semnasIF 2011)
- Suyanto, M. 2005. Multimedia Alat Untuk Meningkatkan Keunggulan Bersaing, ANDI Offset, Yogyakarta.
- Sugiyono (2011). Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D. Alfabeta

Utami, E., Cahyanto, A, D. 2008. Sistem Peringatan Dini Pada Bencana Banjir Berbasis SMS Gateway Di GNU/Linux Merupakan Alternatif yang Sederhana Dan Menarik Dalam Meningkatkan Pelayanan Badan Meteorologi dan Geofisika Alokasi Dana Yang Rendah, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2008 (SNATI 2008) ISSN: 1907-5022, Yogyakarta.

GLOSARIUM

Filsafat ilmu adalah merupakan bagian dari filsafat yang menjawab beberapa pertanyaan mengenai hakikat ilmu. Bidang ini mempelajari dasar-dasar filsafat, asumsi dan implikasi dari ilmu, yang termasuk di dalamnya antara lain ilmu alam dan ilmu sosial. Di sini, filsafat ilmu sangat berkaitan erat dengan epistemologi dan ontologi. Filsafat ilmu berusaha untuk dapat menjelaskan masalah-masalah seperti: apa dan bagaimana suatu konsep dan pernyataan dapat disebut sebagai ilmiah, bagaimana konsep tersebut dilahirkan, bagaimana ilmu dapat menjelaskan, memperkirakan serta memanfaatkan alam melalui teknologi; cara menentukan validitas dari sebuah informasi; formulasi dan penggunaan metode ilmiah; macam-macam penalaran yang dapat digunakan untuk mendapatkan kesimpulan; serta implikasi metode dan model ilmiah terhadap masyarakat dan terhadap ilmu pengetahuan itu sendiri.

Filsafat ilmu merupakan telaah kefilosofan yang ingin menjawab pertanyaan mengenai hakikat ilmu, yang ditinjau dari segi ontologis, epistemologis maupun aksiologisnya. Dengan kata lain filsafat ilmu merupakan bagian dari epistemologi (filsafat pengetahuan) yang secara spesifik mengkaji hakikat ilmu, seperti:

1. Obyek apa yang ditelaah ilmu? Bagaimana wujud yang hakiki dari obyek tersebut? Bagaimana hubungan antara obyek tadi dengan daya tangkap manusia yang membuahkan pengetahuan?
(Landasan ontologis)
2. Bagaimana proses yang memungkinkan ditimbanya pengetahuan yang berupa ilmu? Bagaimana prosedurnya? Hal-hal apa yang harus diperhatikan agar mendakan pengetahuan yang benar? Apakah kriterianya? Apa yang disebut kebenaran itu? Adakah kriterianya?
3. Cara/teknik/sarana apa yang membantu kita dalam mendapatkan pengetahuan yang berupa ilmu? **(Landasan epistemologis)**

4. Untuk apa pengetahuan yang berupa ilmu itu dipergunakan? Bagaimana kaitan antara cara penggunaan tersebut dengan kaidah-kaidah moral? Bagaimana penentuan obyek yang ditelaah berdasarkan pilihan-pilihan moral? Bagaimana kaitan antara teknik prosedural yang merupakan operasionalisasi metode ilmiah dengan norma-norma moral/profesional? (Landasan aksiologis). (Jujun S. Suriasumantri, 1982).