FORMULASI INDEKS KERENTANAN UNTUK PEMENUHAN KEBUTUHAN AIR BERSIH PULAU-PULAU KECIL
(Studi Kasus : Provinsi Nusa Tenggara Timur)

Vulnerability Index Formulation For Water Needs Fulfillment On Small Islands
(Study case: East Nusa Tenggara Province)

FX. Hermawan Kusumartono[1], Asep Sapei[2], Arya Hadi Dharmawan[3] dan Zuzy Anna[4]

[1]Mahasiswa S3 Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan
Sekolah Pasca Sarjana IPB
Email : fxhermawan@yahoo.com

[2]Guru Besar Fakultas Teknologi Pertanian IPB
Email : asep_sapei@yahoo.com

[3]Dosen Fakultas Ekologi Manusia IPB
Email : aryahadharma@gmail.com

[4]Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNPAD
Email : suzyanna18@gmail.com

Tanggal diterima: 3 Maret 2015, Tanggal disetujui: 14 Juni 2015

ABSTRACT

Water resources crisis occur on small islands. The situation is the reflection of vulnerability condition which triggered by many dimensions such as social, economy and environment. Development of index of vulnenarability that include the comprehensive paramaters, is needed for sustainable small island management. Vulnerability measurement with index formulation is important for knowing the vulnerability level on certain region so that appropriate action can be delivered to solve such problem. This research use quantitative approach which have positivist-deductive characteristic. Arose from vulnerability dimension concept, such as: exposure, adaptive capacity and sensitivity then operasionalized to certain indicators/parameters and become index which can be used to measure vulnerability condition. Quantitative method used to find influential variables that determines the vulnerability index. This studies categorized as explanatory confirmatory research. Findings showed that three islands in which this studies conduct was categorized as vulnerable. Solor island was the most vulnerable in water crisis, then followed by Ende Island and lastly Semau Island.

Keywords: *Small island, water crisis, vulnerability index*

ABSTRAK

Krisis sumber daya air terjadi di pulau-pulau kecil. Kondisi ini merupakan refleksi dari kerentanan, yang sangat dipengaruhi oleh berbagai dimensi baik sosial, ekonomi, maupun lingkungan. Penyusunan indeks kerentanan dengan parameter yang komprehensif sangat diperlukan untuk keberlanjutan pengembangan pulau-pulau kecil krisis air. Dalam menentukan apakah suatu daerah mempunyai potensi kerentanan terhadap krisis air di pulau kecil, diperlukan suatu acuan berupa indeks sebagai kumpulan parameter yang menjadi alat ukur potensi kerentanan tersebut.Pengukuran kerentanan dengan membuat formulasi indeks kerentanan pulau kecil krisis air menjadi penting untuk dilakukan agar mengetahui sejauh mana kondisi krisis air suatu daerah sehingga dapat dipilih tindakan yang paling sesuai untuk pemenuhan kebutuhan air pada masyarakat di pulau-pulau kecil yang mengalami krisis air. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif yang bersifat positivistik-deduktif. Berangkat dari konsep dimensi kerentanan, yaitu : ketersingkapan, kapasitas adaptif dan sensitivitas yang kemudian dioperasionalkan menjadi indikator/parameter dalam kemasan indeks untuk mengukur sebuah kondisi kerentanan. Metode penelitian yang digunakan juga berupa metode kuantitatif untuk menemukenali variabel–variabel yang berpengaruh dalam menentukan indeks kerentanan.Dalam ragam penelitian kuantitatif, penelitian ini tergolong penelitian penjelasan (explanatory confirmatory research). Temuan lapangan menunjukkan bahwa dari ketiga pulau yang diteliti masuk dalam kategori rentan.Pulau Solor merupakan pulau yang paling rentan terhadap krisis air, kemudian Pulau Ende, dan yang terakhir Pulau Semau.

Kata kunci : *Pulau kecil, krisis air, indekskerentanan*

PENDAHULUAN

Pulau-pulau kecil secara umum memiliki kesamaan dalam hal ukuran fisik, keterbukaan yang ekstrim dan rendahnya kapasitas masyarakat terhadap dinamika perubahan lingkungan yang terjadi seperti terjadinya badai, tsunami dan semacamnya. Lebih lanjut pulau-pulau kecil memiliki aspek keterisolasian yang terjadi karena minimnya perkembangan pembangunan infrastruktur dan berdampak pada buruknya kualitas kehidupan masyarakat untuk memenuhi kebutuhannya. Kemudian kondisi umum pada aspek ekonomi yaitu terbatasnya luasan lahan dan sumber daya yang menjadikan terbatasnya kegiatan ekonomi untuk menopang kehidupan masyarakat di pulau-pulau kecil dan sangat bergantung pada kondisi lingkungan. Kondisi ini merefleksikan tingginya kerentanan pada masyarakat yang hidup di pulau-pulau kecil.

Indonesia merupakan negara kepulauan, dengan jumlah pulau sebanyak kurang lebih 17 ribu, 13 ribu diantaranya merupakan pulau kecil (Hehanussa dan Bakti 2005). Dari kajian-kajian terdahulu menyebutkan terdapat kerentanan sumber daya air yang didapatkan dari kondisi umum pulau-pulau kecil di Indonesia yaitu adanya kondisi kesulitan mendapatkan air bersih.

Delinom dan Lubis (2007) menyebutkan air tanah di pulau-pulau kecil biasanya dalam kualitas yang tidak terlalu baik atau dalam jumlah yang sangat kecil. Lebih lanjut keterbatasan sumber air di pulau kecil disebabkan karena sumber air bersih di pulau kecil utamanya berasal dari air hujan. Keterbatasan lain terkait dengan minimnya air di pulau kecil disebutkan oleh Hehanussa dan Bakti (2005) yang disebabkan pada keterbatasan topografi dari pulau kecil yaitu karena sungai di pulau kecil yang relatif pendek sehingga sedikitnya waktu yang dibutuhkan bagi air hujan untuk meresap ke dalam tanah dan mengalirnya air ke laut juga relatif lebih cepat. Terlebih pulau kecil mempunyai curah hujan yang relatif lebih rendah sekitar 20% dibandingkan daratan lain dan memiliki angka penguapan yang lebih besar terutama untuk wilayah tropis seperti Negara Indonesia (Dellinom dan Lubis 2007). Hahenussa dan Bakti (2005) menyebutkan kondisi topografi pulau kecil yang didominasi perbukitan agak curam atau kemiringan yang relatif besar hingga curam lebih memperkecil peluang air hujan untuk masuk mengimbuh ke dalam tanah. Kendala ini ditambah dengan batuan penyusun pulau karena minimnya batuan yang pourus maupun kondisi penutup lahan yang minim dengan didominasi oleh batuan malihan dan sedikit batu gamping sehingga terjadinya aliran permukaan (*runoff*) yang besar sedangkan infiltrasi sangat kecil. Lalu faktor yang juga mempengaruhi keterbatasan sumber air di pulau kecil dipengaruhi oleh iklim dan penggunaan lahan yang dilakukan oleh manusia baik dalam pembangunan bangunan atau pun pemanfaatan lahan. Terakhir disebutkan bahwa karakteristik pulau-pulau kecil memang tergolong lebih rentan terhadap dampak ekologis perubahan terhadap sumber daya air.

Dari paparan di atas dapat dilihat bahwa banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya keterbatasan sumber air pada pulau kecil yang bersumber dari alam yaitu karateristik hidrologi, topografi, jenis tanah dan iklim. Perilaku manusia yang bersumber dari pengetahuan yang menjadi nilai-nilai pada suatu masyarakat merupakan refleksi dari kemampuan sumber daya manusia yang berpengaruh pada terjadinya krisis air seperti pada pengetahuan cara pengambilan, penggunaan air, dan hal lainnya terkait dengan pengelolaan air oleh suatu masyarakat. Faktor yang dapat memperburuk terjadinya krisis air pada nilai dan perilaku manusia seperti penggunaan sumber air baik menampung ataupun mengambil air yang disebutkan oleh *Delinom dan Lubis* (2007) terefleksi pada cara pengambilan air yang kurang tepat akan berdampak pada penurunan muka air sehingga menyebabkan terjadinya penyusupan air asin. Buruknya sarana dan prasarana air secara umum di Indonesia disebabkan karena lemahnya *water governence*, lemahnya kemampuan kelembagaan masyarakat dan kemampuan sumber daya manusia untuk mengelola sumber daya air, disertai dengan keterbatasan pendanaan mengelola sumber daya air. Dari aspek-aspek tersebut merupakan cerminan adanya kerentanan di pulau-pulau kecil pada keterbatasan sumber air menjadikan terjadinya krisis air.

Krisis air di pulau-pulau kecil merupakan karakteristik kerentanan yang ada di pulau-pulau kecil (Cahyudi et al. 2013; Baria 2011). Kekurangan akses terhadap air minum dan sanitasi serta buruknya lingkungan akan berdampak pada kesehatan, ketersediaan air juga merupakan faktor yang sangat penting bagi ketahanan pangan. Terlebih untuk negara berkembang terdapat aspek keterisolasian sehingga menjadikan buruknya sarana penunjang, minimnya sumber daya alam pendukung, rendahnya kualitas sumber daya manusia yang ada dari kondisi krisis air di pulau-pulau kecil. Standar kebutuhan air bersih per orang, yaitu: kebutuhan air untuk minum 5 liter/hari, kebutuhan untuk sanitasi 20 liter/hari, kebutuhan untuk mandi 15 liter/hari dan kebutuhan air untuk penyediaan makanan minimal 10 liter/hari (Brown dan Matlock 2011).

Kajian kerentanan pulau-pulau kecil telah dilakukan oleh negara-negara kepulauan di kawasan Asia Pasifik, namun kajian serupa masih minim di Indonesia. Dalam lingkup global maupun di Indonesia masih cukup langka studi yang secara spesifik mengungkap tentang kerentanan masyarakat di pulau kecil terhadap kondisi krisis air. Penelitian tentang keterbatasan air tidak hanya dapat dilihat dari aspek perilaku hidrologi tapi juga penting untuk melihat pada aspek sosial, ekonomi dan budaya. Aspek sosial, ekonomi dan budaya tersebut diturunkan menjadi tradisi pada perilaku pengambilan dan penampungan air setempat, teknologi pengambilan dan penampungan air, pola pemanfaatan sumber daya air dan tradisi cocok tanam. Pada aspek lingkungan dapat dilihat pada dimensi konservasi sumber daya air dan tanah yang dilakukan oleh masyarakat.

Masyarakat yang mendiami pulau-pulau kecil sudah sekian lama menghadapi kondisi krisis air, dengan demikian pada umumnya sudah memiliki cara adaptasi tersendiri. Tanpa kemampuan adaptasi yang baik, masyarakat di pulau kecil akan lebih rentan dibandingkan masyarakat di di wilayah *mainland*, mengingat upaya pihak ketiga seperti program pemerintah, maupun NGO juga lebih sulit untuk menjangkau pulau-pulau kecil. Secara sosial masyarakat memiliki struktur dan kultur dalam kehidupan mereka yang mengatur fungsi yang mereka butuhkan (Ritzer dan Goodman 2011), struktur dan kultur ini dalam perspektif fungsional akan terus berevolusi sesuai dengan perubahan fungsi yang dibutuhkan. Kapasitas adapatif masyarakat yang semakin baik sangat menentukan ketahanan mereka dalam menghadapi kondisi krisis air yang rentan mereka alami. Seperti yang terjadi di Pulau Solor masyarakat menyiasati krisis air dengan mencari sumber air hingga harus menempuh beberapa jam untuk sampai ke sumber air dengan berjalan kaki, pada Pulau Ende kondisi tersebut disiasati dengan adanya penampungan air komunal. Untuk itu penting melihat bagaimana gambaran kapasitas adaptif masyarakat dari kondisi krisis daya air yang juga melihat aspek kearifan lokal di suatu masyarakat yang dilihat dari dimensi sosial, ekonomi dan lingkungan.

Dari penjelasan tersebut menunjukkan terdapatnya permasalahan umum yaitu pada kondisi keterbatasan sumber daya air yang merupakan aspek penting kehidupan bagi masyarakat di pulau-pulau kecil sebagai refleksi dari kerentanan sumber daya air yang dimiliki pulau-pulau kecil di Indonesia. Kebanyakan masyarakat yang berada di pulau kecil utamanya menggunakan sumber air mengalir dan sumur untuk memenuhi kebutuhan air, lalu jika sumber air mengalir dan sumur tidak memungkinkan maka masyarakat dapat membuat bak penampungan air hujan atau teknologi lainnya, cara lain bagi masyarakat untuk memenuhi kebutuhan akan air adalah membeli air atau meminta kepada kerabat terdekatnya dan jika dibutuhkan kadang-kadang masyarakat harus mengambilnya atau membelinya di pulau lain dengan jarak yang cukup jauh (Sumaryanto 2012). Program-program dan kegiatan yang dilakukan oleh Pemerintah, Pemerintah Daerah dan pihak luar sudah banyak sekali dilakukan, namun belum juga mampu mengatasi masalah tersebut. Disebutkan bahwa persentase warga NTT dalam kemudahan mendapatkan air bersih di Indonesia berada di angka 40%-an dari target Indonesia di sektor penyedian air bersih sekitar 68%. Kondisi ini menunjukkan ada gap yang besar antara kebutuhan air bersih masyarakat dan intervensi program yang dilakukan. Dalam konteks yang lebih luas, akses terhadap air bersih merupakan salah satu fokus yang harus dientaskan dalam program *Millenium Development Goals* (MDG's). Adanya gap tersebut merefleksikan terdapat ketidaksesuaian antara target pemerintah Indonesia dengan yang terjadi di Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Beberapa kajian kerentanan pulau-pulau kecil Indonesia memang telah dilakukan di beberapa tempat, namun metode dan hasil kajian kerentanan ini belum dijadikan rujukan untuk pengkajian kerentanan pulau-pulau kecil Indonesia dari aspek sosial, ekonomi dan lingkungan. Dari beberapa kajian kerentanan yang telah dilakukan, terdapat banyak metode dan atribut kerentanan yang digunakan. Sebagian besar indeks kerentanan pulau-pulau kecil yang dikembangkan saat ini cenderung parsial terfokus pada satu aspek (dimensi) saja. Hingga saat ini belum ada penelitian yang menghasilkan indeks kerentanan dengan menggabungkan sejumlah aspek (dimensi) seperti sosial, ekonomi dan lingkungan secara terintegrasi, sebagai dasar untuk suatu pembangunan berkelanjutan.

Dalam menentukan apakah suatu daerah mempunyai potensi kerentanan terhadap krisis air di pulau kecil, diperlukan suatu acuan berupa indeks sebagai kumpulan parameter yang menjadi alat ukur potensi kerentanan tersebut. Pengukuran kerentanan dengan membuat formulasi indeks kerentanan pulau kecil krisis air menjadi penting untuk dilakukan agar mengetahui sejauh mana kondisi krisis air suatu daerah. Dengan mengetahui kondisi tesebut sehingga dapat dipilih tindakan yang paling sesuai dengan merancang model pemenuhan kebutuhan air pada masyarakat di pulau-pulau kecil yang mengalami krisis air. Hal

ini penting mengingat kapasitas atau sumber daya yang menentukan besarnya ketahanan merupakan faktor penentu yang penting untuk pelaksanaan pada upaya mengurangi ancaman. Kemudian kapasitas diartikan sebagai aset atau sumber daya yang dimiliki oleh sistem baik dari kemampuan atau pun dalam bentuk material (Fauzi 2010; Hendarsah 2012). Kapasitas adaptif merupakan hasil dari kapasitas-kapasitas (sumber daya) yang dimiliki disertai dengan tindakan terhadap ancaman yang muncul (Sumaryanto 2012). Pada akhirnya kejadian-kejadian yang mengganggu kehidupan manusia memiliki keterkaitan antara sistem ekologi dan sistem sosial, seperti : nilai, kebijakan, aspek ekonomi (Manatsa 2013).

Kebaharuan dari penelitian ini adalah terformulasikannya indeks kerentanan untuk pemenuhan kebutuhan air bersih pulau-pulau kecil secara menyeluruh di tiga dimensi kerentanan (keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptif), dengan pertimbangan *Willingness to Pay* (WTP), peran perempuan dalam pengelolaan air dan modal sosial. Pengembangan indeks yang menyeluruh seperti ini memang belum ditemukan dalam studi-studi yang dilakukan di Indonesia, terlebih untuk kasus untuk pulau-pulau kecil.

KAJIAN PUSTAKA

Beberapa penelitian sebelumnya menghasilkan kumpulan indikator (parameter) yang cukup holistik dan komprehensif untuk mengukur kerentanan dari krisis air di pulau kecil. Parameter tersebut secara umum meliputi berbagai parameter kerentanan fisik (biologis) maupun kerentanan sosial yang dikemas dalam tiga dimensi yakni: 1) ketersingkapan; 2) kapasitas adaptif; dan 3) sensitivitas. Parameter yang dihasilkan dalam studi-studi ini merupakan parameter umum untuk mengukur kerentanan (Hahn et al. 2009; Preston dan Smith 2009; Polsky et al. 2007). Ada kemungkinan tidak semua parameter tersebut relevan untuk mengukur kerentanan di wilayah pulau-pulau kecil. Namun parameter yang sudah berhasil diidentifikasi ini dapat menjadi modal awal bagi studi ini untuk menginventarisasi dan memilah berbagai parameter yang relevan dengan karakteristik pulau kecil.

Pada penelusuran pustaka, juga ditemukan sejumlah studi yang secara umum menjelaskan tentang kerentanan-kerentanan di pulau-pulau kecil dan daerah pesisir. Salah satu studi tersebut yang menjelaskan solusi dari kerentanan pada terjadinya krisis air di pulau-pulau kecil dengan dilakukannya kerjasama antara badan internasional dan masyarakat yang mengindahkan nilai-nilai sosial komunitas sehingga merubah perilaku manusia pada perubahan alam (White et al. 2008). Studi lainnya yang mengkaji tentang kerentanan di pulau kecil mempunyai hasil bahwa pulau kecil memiliki kerentanan terhadap terjadinya banjir, erosi, interupsi air laut sehingga terjadinya kerusakan infrastruktur.

Terdapat pembahasan-pembahasan mengenai kerentanan yang dilakukan dengan menggunakan suatu indeks. Sehingga penting untuk mengulas indeks-indeks yang mengkaji tentang kerentanan agar dapat menjadi pijakan hingga munculnya indeks kerentanan sumber daya air di pulau kecil. Untuk itu terdapat beberapa studi yang digunakan penulis sebagai pijakan yang dimulai dari indeks kerentanan secara umum hingga indeks kerentanan sumber daya air. Salah satu studi terdahulu yang mengkaji tentang indeks kerentanan secara umum dilakukan oleh Hahn et al. (2009) yang menggunakan *Livelihood Vulnerability Index* (LVI). Penggunaan indeks LVI tersebut memiliki tujuan untuk melihat secara komprehensif karakteristik kerentanan di dalam suatu komunitas. Terdapat 7 aspek yang digunakan oleh Hanh et al. (2009) dari LVI yaitu a) profil sosio-demografik; b) Mata pencaharian; c) kesehatan; d) jaringan sosial; e) makanan; f) air dan g) bencana alam.

Pengkajian kerentanan secara umum yang menggunakan indeks kerentanan juga dilakukan pada aspek yang lebih spesifik seperti pada aspek sosial yang dilakukan oleh Cutter et al. (2009) dengan *Social Vulnerability Index* (SVI). Tujuan dari adanya SVI untuk mengetahui kerentanan secara komprehensif dari berbagai bidang khususnya aspek sosial. SVI memiliki beberapa dimensi yaitu:

a) status sosio-ekonomik;
b) gender;
c) etnis;
d) umur;
e) kepemilikan rumah;
f) pekerjaan;
g) struktur keluarga;
h) tingkat pendidikan;
i) pertumbuhan penduduk;
j) akses ke layanan kesehatan; dan
k) tingkat kebergantungan sosial.

Adanya pengkajian menggunakan EVI bertujuan untuk menggambarkan secara utuh dan penilaian dari kerentanan lingkungan sehingga dapat membedakan dan mengidentifkasi sumber dari kerentanan itu sendiri. EVI sendiri menggunakan 2 variabel yaitu resiko (kemungkinan dan intensitas) dan pihak yang terkena dampak untuk melihat daya lenting dari suatu komunitas.

Lebih lanjut terdapat beberapa studi yang mengkaji tentang konteks tertentu yaitu pada kerentanan di wilayah pesisir yang dilakukan oleh Kasim dan Siregar (2012), Sulma (2012), Tahir et al. (2009) dan Huang et al. (2012) dengan nama-nama indeks, seperti Coastal Vulnerability Index (CVI), *Vulnerability Scoping Diagram* (VSD) dan *Vulnerability Index* (VI). Studi-studi yang dilakukan oleh tokoh-tokoh yang disebutkan di atas memiliki tujuan umum yaitu untuk mengetahui kerentanan pada wilayah pesisir. Namun terdapat perbedaan dalam istilah indeks kerentanan dan variabel-variabel yang digunakan. Khusus untuk penelitian yang dilakukan Tahir, dimengkaji kerentanan di wilayah pulau-pulau kecil. Lalu didapatkan juga studi yang menggunakan indeks kerentanan lingkungan (EVI) yang diterapkan pada pulau-pulau kecil oleh Pukkalanun et al. (2013) dengan variabel yaitu intrinsic resilience (IRI), *environmental degradation sub-index* (EDI) dan *risk exposure sub-index* (REI).

Terakhir didapatkan studi-studi yang mengkaji tentang kerentanan menggunakan indeks yang khusus pada konteks ketersediaan air baik secara umum pada suatu wilayah yang luas maupun secara khusus pada suatu wilayah yang memiliki karakteristik tertentu. Studi-studi kerentanan terhadap ketersediaan air ini memiliki tujuan untuk menggambarkan kerentanan air pada aspek ketersediaan air yang dibutuhkan oleh manusia. Studi-studi tentang indeks kerentanan air secara umum dilakukan oleh Brown et al. (2011) dan Gober et al. (2012) namun memiliki istilah dan variabel yang berbeda-beda di dalam pengukurannya.Brown dengan istilah *Water Resource Vulnerability Index* (WRVI) dan *Water Sustainability Index* (WSI), serta Gober dengan istilah *Water Integrated Simulation Model* (WaterSim).

Kemudian terdapat penelitian serupa yang mengkaji tentang sumber kerentanan sumber daya air meskipun bukan dalam bentuk indeks yang dilakukan oleh Babel et al. (2011) dengan indikator a) intensitas hujan, b) ketersediaan air per kapita, c) total penggunaan air secara efektif, d) jumlah air buangan, e) persentase lahan hijau sekitar sungai, f) jumlah air yang digunakan untuk minum, g) jumlah air untuk irigasi, h) persentase melek huruf, i) jumlah angkatan kerja, j) indeks GDP dan k) pekerja di bidang non-agrikultur. Kerentanan air juga dikaji oleh Gain et al. (2012) meskipun dilakukan bukan pada pulau kecil dengan menggunakan empat variabel yaitu a) ketersingkapan, b) sensitifitas, c) daya lenting dan d) kapasitas adaptif. Penelitian yang mengkaji tentang pengelolaan air di wilayah pegunugan yang dilakukan oleh Hill (2013) namun lebih ditekankan pada kapasitas adaptif dengan indikator yaitu a) pengetahuan, b) jaringan, c) tingkat pembuat keputusan, d) integrasi, e) fleksibelitas dan prediksionalitas, f) sumber daya, g) pengalaman dan h) kepemimpinan.

Dari kajian-kajian terdahulu yang sudah disebutkan di atas dapat dilihat, bahwa kerentanan terkait dengan krisis air di pulau-pulau kecil hanya terfokus pada pembahasan penyelesaian dalam satu aspek antara ekologis (lingkungan) atau sosial-ekonomi. Studi yang dilakukan oleh Pukkalanun (2013) yang mengkaji kerentanan pulau kecil dengan menggunakan indeks kerentanan lingkungan (EVI). Kajian tersebut tidak membahas mengenai indeks kerentanan masyarakat pada dimensi secara komprehensif pada dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan dengan kondisi krisis air yang merupakan hal yang umum terjadi di pulau-pulau kecil di Indonesia, sebagaimana yang ingin dikembangkan pada studi ini. Dengan demikian menarik untuk mengkaji krisis air di pulau-pulau kecil dengan menggunakan indeks kerentanan air di pulau-pulau kecil pada aspek sosial, ekonomi dan lingkungan yang berpijak dari studi-studi terdahulu yang akan dilakukan oleh peneliti. Studi ini merupakan sesuatu terobosan yang tergolong baru untuk memperkaya studi mengenai kerentanan di wilayah pesisir, khususnya pada pulau-pulau kecil di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif yang bersifat positivistik-deduktif. Berangkat dari konsep yang kemudian dioperasionalkan menjadi indikator/parameter dalam kemasan indeks untuk mengukur sebuah kondisi kerentanan. Sesuai kebutuhan, metode penelitian yang digunakan juga berupa metode kuantitatif untuk menemukenali variabel–variabel yang berpengaruh dalam menentukan indeks kerentanan.Dalam ragam penelitian kuantitatif, penelitian ini tergolong penelitian penjelasan (*explanatory confirmatory research*).

Sebagai sebuah penelitian pengembangan indeks, terdapat dua langkah yang harus dilakukan secara metodologis, yakni: i) konseptualisasi dan ii) operasionalisasi. Dalam tahapan awal pelaksanaan kajian diidentifikasi dan disusun sejumlah konsepsi mengenai kerentanan dari berbagai sumber. Konsep yang dipilih adalah yang dapat dioperasionalkan (memiliki dimensi dan sejumlah indikator/parameter sebagai bentuk operasional). Sementara operasionalisasi konsep adalah penjabaran definisi operasional pada sebuah konsep/variable ke dalam sejumlah dimensi dan indikator. Operasionalisasi

konsep disusun dalam bentuk tabel operasionalisasi konsep, yang dapat dilihat pada lampiran 1.

Data untuk indeks kerentanan ini meliputi data primer dan sekunder. Porsi penggunaan data sekunder dan primer cenderung sama porsi-nya. Unit analisis penelitian ini adalah masyarakat di daerah krisis air. Unit observasi untuk survey adalah kepala rumah tangga. Penelitian mengambil lokasi pulau-pulau kecil yang ada di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Provinsi ini dipilih karena daerahnya kering dengan sumberdaya air yang terbatas. Provinsi Nusa Tenggara Timur termasuk dalam gugusan pulau Nusa Tenggara dengan ketersediaan air rata-rata yang rendah dibandingkan gugusan pulau lainnya di Indonesia. Dengan kriteria pulau kecil (<2000 km2) yang krisis air, maka ditentukan 3 pulau terpilih, yaitu : Pulau Ende, Pulau Solor dan Pulau Semau. Sampel penelitian ditentukan dengan *multi-stage random sampling*. Dengan teknik tersebut didapatkan sampling sebagai berikut :

Tabel 1. Jumlah Sampling

PULAU	KECAMATAN	DESA	JUMLAH SAMPLING
Ende	Pulau Ende	Rorurangga	35 KK
		Rendoraterua	32 KK
Solor	Solor Timur	Labelen	50 KK
		Tanah Werang	45 KK
Semau	Semau Selatan	Pahlelo	47 KK
	Semau	Letbaun	48 KK

Sumber : Data diolah

Dalam membangun indeks kerentanan hal pertama yang harus dilakukan adalah pemilihan daerah penelitian yang terdiri dari beberapa wilayah penelitian. Selanjutnya dipilih indikator-indikator kerentanan yang ada untuk daerah tersebut. Indikator yang dipilih dan dibagi berdasarkan 3 dimensi kerentanan (kapasitas adaptif, sensitifitas dan ketersingkapan). Setelah diperoleh data-data yang dibutuhkan, tahapan selanjutnya adalah melakukan normalisasi data sesuai dengan fungsi dari masing-masing variabel. Normalisasi untuk fungsi berbanding lurus (↑), mengunakan rumus:

$$X_{ij} = \frac{X_{ij} - \underset{i}{Min}\{X_{ij}\}}{\underset{i}{Max}\{X_{ij}\} - \underset{i}{Min}\{X_{ij}\}}$$

Dimana :

X_{ij} = Normalisasi data dengan fungsi hubungan berbanding lurus daerah (baris) ke- i, dan variabel/indikator (kolom) ke-j

Min{X_{ij}} = Nilai minimum pada daerah (baris) ke-i, dan variabel/indikator (kolom) ke-j

Max{X_{ij}} = Nilai Maksimum pada pada daerah (baris) ke- i, dan variabel/indikator (kolom) ke-j

Untuk variabel dengan fungsi (↓) mengunakan rumus :

$$Y_{ij} = \frac{\underset{i}{Max}\{X_{ij}\} - X_{ij}}{\underset{i}{Max}\{X_{ij}\} - \underset{i}{Min}\{X_{ij}\}}$$

Dimana :

Y_{ij} = Normalisasi data dengan fungsi hubungan berbanding terbalik daerah (baris) ke-i , dan variabel/ indikator (kolom) ke-j

Min{X_{ij}} = Nilai minimum pada daerah (baris) ke-i, dan variabel/indikator (kolom) ke-j

Max{X_{ij}} = Nilai Maksimum pada pada daerah (baris) ke- i, dan variabel/indikator (kolom) ke-j

Setelah data dinormalisasi tahapan selanjutnya adalah melakukan pembobotan bagi indikator-indikator kerentanan tersebut. Metode pembobotan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Iyengar and Sudarshan (1982). Diasumsikan ada sejumlah wilayah M dengan indikator Kerentanan K dan x_ij,i=1,2..M;j=1,2..K merupakan skor yang sudah dinormalisasi. Tingkatan pengembangan dari wilayah ke i th, dan diasumsikan y_i linear dengan x_ij yaitu :

$$\overline{y_i} = \sum_{j=1}^{K} w_j x_{ij}$$

Dimana nilai w (0< w <1 dan =1) merupakan bobot. Pada metode lyngar dan sudharshan ini bobot bervariasi berbanding terbalik dengan varians atas daerah daerah pada masing-masing indikator kerentanan yaitu bobot w_j dihitung dengan :

$$w_j = \frac{c}{\sqrt{\underset{i}{Var}\left(x_{ij}\right)}}$$

Dimana c merupakan konstan yang dinormalisasi yaitu :

$$w_j = \left[\sum_{j=1}^{j=K} 1 \Big/ \sqrt{\underset{i}{Var}\left(x_{ij}\right)}\right]$$

Pemilihan pembobotan dalam cara ini akan memastikan bahwa adanya variasi dalam salah satu indikator tidak akan terlalu mendominasi kontribusi dari sisa indikator dan mengubah perbandingan antar daerah. Sehingga indeks kerentanan yang dihitung nilainya berada di antara 0 dan 1, dengan 1 menunjukkan adanya kerentanan yang sangat tinggi dan nilai 0 menujukkan tidak ada kerentanan sama sekali.

Selanjutnya Uji statistik indeks kerentanan dilakukan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel/indikator pada perhitungan indeks, apakah terdapat hubungan yang kuat atau tidak, variabel/ indikator yang baik adalah tidak terjadi hubungan yang kuat antara dua variabel Metode yang digunakan adalah *pearson correlation coefficient* menggunakan rumus:

$$r = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{X_i - \bar{X}}{s_x}\right)\left(\frac{Y_i - \bar{Y}}{s_y}\right)$$

Dimana :

Skor yang di standarisasi $= \dfrac{X_i - \bar{X}}{s_x}$

Mean $= \bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i$

Standar Deviasi $= s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(X_i - \bar{X}\right)^2}$

Ada dua penafsiran korelasi yaitu tanda + dan – yang berhubungan dengan bagaimana kuat tidaknya korelasi dan hubungan korelasi, arah + artinya bahwa kedua variabel tersebut mempunyai hubungan yang berbanding lurus, *vice versa*, tanda – artinya bahwa kedua variabel mempunyai hubungan yang berbanding terbalik. Adanya hubungan yang kuat dapat juga dilihat dari nilai *probability (p-value)*, dengan selang kepercayaan 95% atau taraf nyata 5%, berikut kriteria pengujiannya : H0 diterima jika *p-value*> 0,05, H0 ditolak jika *p-value* < 0,05. Jika nilai *p-value* lebih kecil dari 0,05 artinya ada hubungan yang kuat antara kedua variabel, sebaliknya jika *p-value* diatas 0,05 artinya tidak ada hubungan yang kuat antara kedua variabel tersebut. Uji ini juga untuk mendeteksi adanya multikolinearitas, hubungan yang kuat (*p-value* < 0,05) menandakan adanya multkolinearitas yang tinggi, sebaliknya hubungan yang tidak kuat (*p-value* > 0,05) menandakan tidak adanya multikolinearitas. Jika tidak ada atau sedikit variabel yang menunjukkan gejala multikolinearitas artinya data yang digunakan cukup baik atau secara statistik memenuhi asumsi klasik.

PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Pulau Ende

Pulau Ende merupakan salah satu pulau kecil di wilayah Kabupaten Ende, Nusa Tenggara Timur yang memiliki luas wilayah sebesar 102,6 km^2, terdiri dari 9 desa, 2 diantaranya merupakan desa pemekaran. Seluruh masyarakat Pulau Ende adalah pemeluk agama islam. Mata pencaharian mayoritas penduduk pulau ini adalah nelayan dan petani ubi kayu. Pulau Ende merupakan pulau kecil yang hampir tidak memiliki sumber air tawar selain tampungan dari air hujan. Di pulau ini hanya terdapat 2 buah sumur tawar yang terletak di Desa Rendoraterua, sedangkan di desa-desa lainnya sama sekali tidak terdapat sumur air tawar. Pada tahun 2008-2009, UNICEF memberikan bantuan untuk pengadaan air bersih di Pulau Ende melalui pembangunan bak penampung air hujan. Dengan adanya bak PAH yang dimiliki masing-masing rumah tangga sangat membantu dalam mengatasi kesulian air di Pulau Ende. Warga dapat menggunakan tampungan air hujan untuk keperluan sehari-hari. Meskipun demikian masih terdapat satu desa yang kondisi air bersihnya sangat memprihatinkan, yaitu desa Rorurangga. Di desa ini, tampungan air hujan hanya digunakan untuk minum dan memasak, sedangkan untuk keperluan lain penduduk menggunakan air asin. Hal ini dikarenakan sama sekali tidak ada sumur air payau di seluruh desa. Saat persediaan air menipis, masyarakat membeli air dengan harga Rp.6000 rupiah untuk 3 jerigen air dengan kapasitas masing-masing 20 liter.

Pulau Solor

Pulau Solor memiliki luas wilayah total sebesar 226,61 km^2 dengan jumlah penduduk keseluruhan

sebanyak 27737 jiwa. Mayoritas penduduknya beragama islam dan katolik. Mata pencaharian sebagian besar masyarakat Pulau Solor yang hidup di pesisir adalah nelayan, sedangkan bagi masyarakat yang hidup di pegunungan adalah petani ladang. Tingkat perekonomian masyarakat pesisir cenderung lebih baik dibandingkan masyarakat yang tinggal di pegunungan. Sejak tahun 2011, pemerintah melalui PNPM memberikan bantuan air bersih berupa pembangunan bak PAH (*profile tank*/tandon air). 1 buah bak penampung dapat digunakan oleh 4-5 KK, pembagian jumlah airnya tergantung pada kesepakatan bersama. Selain bak PAH, masyarakat juga menggunakan air dari sumur umum meskipun sumur umum yang terdapat di Pulau Solor terindikasi mengandung uranium yang menyebabkan gangguan pada kesehatan, yaitu menimbulkan penyakit kulit bersisik yang tidak dapat disembuhkan, serta menyebabkan kebungkukan saat menginjak usia 20 tahunan. Ketika musim benar-benar kering, dalam arti sama sekali tidak terdapat tampungan air hujan dan air sumur mengering, masyarakat membeli air di wilayah lain yang jaraknya kurang lebih 3-6 km.

Pulau Semau

Pulau Semau terletak tidak jauh dari kota Kupang. Pulau ini memiliki luas wilayah sebesar 265,95 km^2 dengan jumlah penduduk total berkisar sebanyak 11519 jiwa. Wilayah Pulau Semau terdiri atas 2 kecamatan, yaitu kecamatan Semau dan Kecamatan Semau Selatan yang merupakan hasil pemekaran. Perekonomian sebagian besar penduduk pulau ini ditopang oleh hasil pengembangan rumput laut. Pulau Semau tidak memiliki sumber air tawar. Struktur pulau yang menyerupai cendawan menjadikan pulau ini sangat rapuh, hingga tidak memungkinkan untuk diakukan pengeboran sebagai upaya mengusahakan air bersih. Sumur gali yang diupayakan sampai kedalaman puluhan meter juga tidak dapat menghasilkan air, sehingga masyarakat mau tidak mau hanya mengandalkan air yang dijual dalam tangki ketika tampungan air hujan sudah benar-benar habis. Biaya yang harus dikeluarkan oleh masyarakat untuk membeli satu tangki air dengan kapasitas 4000 liter sebesar Rp. 150.000-Rp.200.000. Tidak semua masyarakat Pulau Semau memiliki bak PAH hasil bantuan dari yayasan Alfa Omega maupun PNPM. Masyarakat yang tidak memiliki PAH harus mengambil air dari sumber air payau. Di Desa Letbaun yang terletak di Kecamatan Semau terdapat sebuah sumber air payau. Masyarakat mengenalnya sebagai air dalam batu karena letaknya yang berada di dalam karang yang menyerupai sebuah gua batu. Untuk mencapainya, masyarakat harus melewati tanah karang yang cukup sulit dilewati.

Dari ketiga pulau yang menjadi lokasi penelitian merupakan pulau kecil yang krisis air, tetapi terdapat beberapa karakterisik yang membedakan yang tidak dijadikan parameter, seperti mata pencaharian dan pola bantuan air bersih dari pihak lain. Di pulau Semau masyarakat banyak yang menjadi petani rumput laut sedangkan di kedua pulau lainnya tidak sehingga kondisi perekonomiannya pun berbeda. Di pulau Ende bantuan air bersih dari pihak asing (UNICEF) dengan pola individual sedangkan di Pulau Solor hanya dari pemerintah (PNPM) dengan pola komunal dan di Pulau Semau tidak ada bantuan.

Perhitungan Indeks Kerentanan Krisis Air di Pulau-Pulau Kecil

Indeks kerentanan daerah krisis air untuk pulau-pulau kecil ini dilakukan di 3 pulau-pulau kecil di Provinsi NTT yaitu Pulau Ende (Kecamatan Ende, Kabupaten Ende), Pulau Solor (kecamatan solor timur, Kabupaten Flores Timur) dan Pulau Semau (Kecamatan Semau Induk dan Selatan, Kabupaten Kupang). Hubungan fungsional variabel-variabel/indikator terhadap kerentanan yang digunakan di dalam perhitungan indeks dibagi ke dalam 3 dimensi, dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Fungsi variabel/indikator terhadap kerentanan sumber daya air

Dimensi	Kode	Variabel	Fungsi
Kapasitas Adaptif	KA1	Jumlah Tanggungan Keluarga	↑
	KA2	Pendapatan	↓
	KA3	Pendidikan	↓
	KA4	WTP (Rp/lt)	↑
	KA5	Persepsi thd perubahan iklim	↓
	KA6	Peran Perempuan Dalam Pengelolaan Air	↓
	KA7	Modal Sosial	↓
Sensitivitas	S1	Keragaman sumber air (tipe)	↓
	S2	Waktu yang diperlukan ke Sumber Air	↑
	S3	Penggunaan air	↑
Ketersingkapan	K1	Curah Hujan Tahunan	↓
	K2	Kepadatan Penduduk	↑
	K3	Jumlah Kejadian Bencana, antisipasi bencana	↑

Sumber : Hasil Analisis

Keterangan : Tanda ↑, artinya semakin tinggi nilai dari variabel tersebut maka semakin rentan pulau tersebut terhadap krisis sumber daya air. Tanda ↓, berarti semakin tinggi nilai variabel tersebut makan semakin tidak rentan terhadap krisis.

Pada tabel.2 dapat kita lihat bagaimana hubungan fungsional antara variabel-variabel terhadap kerentanan. Berikut data dari ketiga pulau yang dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Pada dimensi sensitivitas ada tiga indikator, pada indikator pertama yaitu keragaman sumber air (tipe) mempunyai hubungan fungsional dengan kerentanan berbanding terbalik, pulau dengan keragaman terbanyak adalah Pulau Ende yang mempunyai 5 tipe sumber air yaitu sumur pribadi halaman rumah, sumur umum, Penampungan air hujan (PAH), dan air gallon, sedangkan sisanya hanya 3 tipe sumber air, untuk pulau solor adalah sumur umum, penampungan air hujan (PAH) dan membeli ke pulau sebelah (Pulau Adonara) terutama untuk daerah dengan lokasi di sekitar pantai. Pulau Semau sumber air bersih berasal dari embung, penampungan air hujan dan membeli tangki air dari Desa Uitao dusun Oeleak.

Tabel 3. Tabulasi data primer dan sekunder untuk perhitungan indeks

	KA1	KA2	KA3	KA4	KA5	KA6	KA7	S1	S2	S3	K1	K2	K3
Pulau Ende	4,2	726.119,40	6,18	244	1,20	74,63	19,81	5	43,08	59,22	383,00	79,19	3
Pulau Solor	4,0	491.818,18	5,37	308	1,05	77,78	31,63	3	91,93	72,80	14.784,00	203,95	1
Pulau Semau	3,9	840.719,70	7,82	54	1,05	53,65	28,09	3	74,31	174,07	2.711,00	43,31	1

Sumber : Hasil Analisis, 2015

Indikaktor kedua yaitu waktu tempuh rata-rata dari rumah ke sumber air terutama pada saat musim kemarau, hubungan fungsional kategori terhadap kerentanan adalah berbandng lurus. Berdasarkan survey pulau Solor mempunyai waktu rata-rata paling tinggi yaitu 91,93 menit, disusul oleh pulau Semau dengan waktu tempuh rata-rata sebesar 74,31 menit dan terakhir pulau Ende dengan rata-rata waktu tempuh sebesar 74,31 menit. Indikator ketiga yaitu penggunaan air dengan hubungan fungsional berbanding lurus dengan kerentanan, data menunjukkan bahwa rata-rata terbanyak yang digunakan perkeluarga adalah di Pulau Semau dengan jumlah penggunaan air untuk kegiatan minum, mandi, mencuci, dan masak masing-masing keluarga perhari sebesar 174,07 liter, disusul pulau Solor dengan rata-rata penggunaan air sebesar 91,93 liter, dan terakhir adalah pulau Ende dengan rata-rata penggunaan air sebesar 59,22 liter.

Indikator-indikator atau variabel yang ada pada dimensi ketersingkapan ada 3 variabel. Pertama adalah curah hujan tahunan, pulau Solor mempunyai curah hujan terbanyak yaitu 14.784 mm per tahun, disusul oleh pulau Semau dengan curah hujan sebesar 2.711 mm/th dan terakhir adalah Pulau Ende dengan jumlah curah hujan tahunan rata-rata pertahun sebesar 383 mm. Indikator kedua adalah kepadatan penduduk yang mempunyai hubungan fungsional berbanding lurus dengan kerentanan sumber daya air. Kepadatan penduduk tertinggi adalah pulau Solor yaitu 203,95 jiwa/km^2, disusul oleh pulau Ende dengan kepadatan 79,19 jiwa/km^2 dan terakhir adalah pulau Semau dengan kepadatan penduduk sebesar 43,43 jiwa/km^2. Indikator ketiga adalah jumlah kejadian bencana di pulau tersebut, hubungan fungsional indikator ini berbanding lurus dengan kerentanan, Pulau dengan jumlah bencana terbanyak adalah Pulau Ende yaitu kekeringan, gelombang tinggi dan abrasi pantai, sedangkan sisanya yaitu pulau Solor dan Ende bencana yang dihadapi hanya kekeringan.

Setelah diperoleh data-data yang dibutuhkan, tahapan selanjutnya adalah melakukan normalisasi data sesuai dengan fungsi dari masing-masing variabel. Sehingga dari data Tabel 3, dapat diperoleh data yang sudah dinormalisasi seperti yang disajikan dalam tabel 4.

Dari data pada tabel 4, secara umum jika skor dari ketiga dimensi, pulau Solor mempunyai nilai tertinggi yaitu 7,37 dikuti oleh Pulau Ende dengan skor total 6,10 dan terakhir adalah Pulau Semau dengan skor yang tidak berbeda signifikan dengan Pulau Ende yaitu sebesar 5,75. Rata-rata skor tertinggi adalah Pulau Solor dengan rata-rata sebesar 0,57 disusul oleh pulau Ende 0,47 dan Pulau Semau dengan skor rata-rata sebesar 0,44.

Selanjutnya dilakukan pembobotan, adapun metode pembobotan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Iyengar and Sudarshan (1982). Pembobotan dengan metode ini akan memastikan bahwa variasi yang besar pada salah satu variabel atau indikator tidak akan terlalu mendominasi kontribusi dari sisa indicator dan mendistorsi perbandingan antara pulau. Standar deviasi dari skor normalisasi pada ketiga ketiga pulau, resiprokal dan bobot untuk masing-masing variabel/ indikator dihitung dengan menggunakan nilai dari Tabel 4.

Tabel 4. Normalisasi data berdasaran hubungan fungsional variabel dan kerentanan

Daerah/ Pulau	Kapasitas Adaptif							Sensitivitas			Ketersingkapan		
	KA1	KA2	KA3	KA4	KA5	KA6	KA7	S1	S2	S3	K1	K2	K3
Pulau Ende	1,00	0,33	0,67	0,75	0,00	0,13	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,22	1,00
Pulau Solor	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,12	0,00	1,00	0,00
Pulau Semau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97	1,00	0,30	1,00	0,64	1,00	0,84	0,00	0,00

Sumber : Hasil Analisis, 2015

Pada tabel 5 dapat dilihat bahwa kisaran standar deviasi dari semua indikator berkisar antara 0,51 sampai dengan 0,58 sehingga pembobotan dari masing-masing kategori tidak begitu berbeda jauh yaitu 0,07 dan 0,08, jika pembobotan ini dijumlahkan dari semua indikator harus bernilai 1. Dengan menggunakan rumus dan dengan menggunakan data pada Tabel 4 dan Tabel 5, maka akan diperoleh nilai normalisasi yang sudah dibobot yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Data Standar Devasi dan Bobot dari Masing-masing Variabel

Komponen	Kapasitas Adaptif							Sensitivitas			Ketersingkapan		
	KA1	KA2	KA3	KA4	KA5	KA6	KA7	S1	S2	S3	K1	K2	K3
Standar Deviasi	0,52	0,51	0,51	0,52	0,57	0,54	0,51	0,58	0,51	0,55	0,54	0,52	0,58
1/ Stdev	1,92	1,96	1,96	1,92	1,76	1,84	1,95	1,73	1,97	1,83	1,86	1,91	1,73
Bobot	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07

Sumber : Hasil Analisis, 2015

Tabel 6. Skor masing-masing Indikator/ Variabel setelah Pembobotan

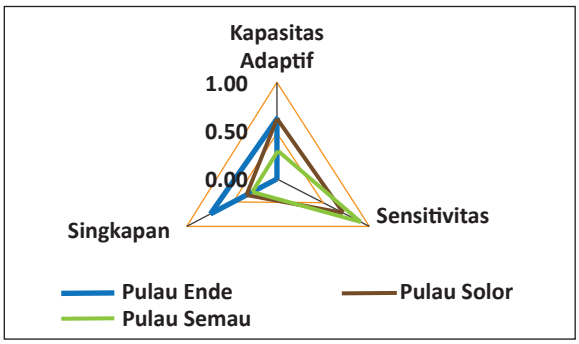
Komponen	Kapasitas Adaptif							Sensitivitas			Ketersingkapan		
	KA1	KA2	KA3	KA4	KA5	KA6	KA7	S1	S2	S3	K1	K2	K3
Pulau Ende	0,08	0,03	0,05	0,06	0,00	0,01	0,08	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,07
Pulau Solor	0,02	0,08	0,08	0,08	0,07	0,00	0,00	0,07	0,08	0,01	0,00	0,08	0,00
Pulau Semau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,08	0,02	0,07	0,05	0,08	0,06	0,00	0,00

Sumber : Hasil Analisis, 2015

Pada tabel 6 dapat kita lihat bahwa skor yang telah dibobot berkisar antara 0 sampai dengan 0,08. Tabel 7 menjelaskan indeks kerentanan pada masing-masing dimensi dengan kisaran nilai antara 0-1, semakin mendekati satu berarti semakin rentan pulau tersebut.

Pada tabel 7 dan Gambar 1 dapat kita lihat indeks kerentanan dari masing-masing dimensi sesuai

dengan pembobotannya. Dapat kita lihat bahwa jika dilihat dari dimesi kapasitas adapatif, Pulau Solor dan Pulau Ende merupakan yang paling rentan, sedangkan untuk dimensi sensitifitas Pulau Semau merupakan yang paling rentan dan jika dilihat dari dimensi singkapan Pulau Ende merupakan yang paling rentan. Selanjutnya Untuk mengetahui berapa indeks kerentanan total dari masing-masing pulau, caranya adalah dengan menjumlahkan semua skor pada semua indikator/variabel, hasil ini dapat kita lihat pada tabel 8 dan gambar 2.



Gambar 1. Indeks Kerentanan Krisis Air Pulau-Pulau Kecil Per Dimensi
Sumber : Hasil Analisis, 2015

Tabel 7. Indeks Kerentanan Krisis Air Pulau-Pulau Kecil Per Dimensi

Daerah/ Pulau	Kapasitas Adaptif	Sensitivitas	Singkapan
Pulau Ende	0,56	0	0,73
Pulau Solor	0,61	0,71	0,35
Pulau Semau	0,31	0,87	0,28

Sumber : Hasil Analisis, 2015

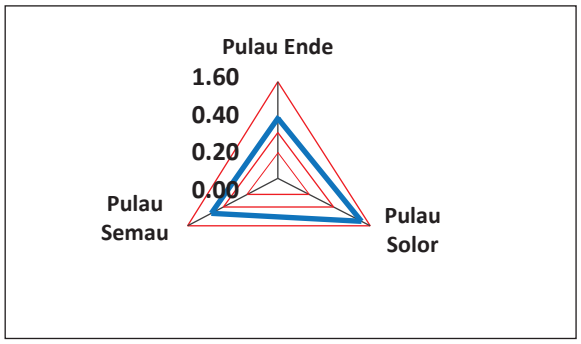
Tabel 8. Indeks Kerentanan Krisis Air Pulau-Pulau Kecil dan Peringkatnya

Daerah/ Pulau	Indeks Kerantanan	Peringkat
Pulau Ende	0,47	2
Pulau Solor	0,57	**1**
Pulau Semau	0,43	3

Sumber : Hasil Analisis, 2015

Pada tabel 8 dan gambar 2 dapat dilihat bahwa jika dilihat secara komprehensif, Pulau Solor merupakan pulau yang paling rentan terhadap krisis air, kemudian disusul oleh Pulau Ende dan terakhir adalah Pulau Semau.

Pulau Solor merupakan pulau yang paling rentan terhadap pemenuhan kebutuhan air bersih baik dari dimensi sensitivitas maupun kapasitas adaptif sehingga beberapa upaya terkait dengan percepatan pembangunan infrastruktur perlu dilakukan. Dari dimensi sensitivitas perlu menyediakan teknologi yang dapat digunakan untuk mempermudah pendistribusian air bersih ke masyarakat. Sedangkan dari dimensi kapasitas adaptasi dengan membangun infrastruktur yang bersifat komunal dengan pola yang partisipatif dan membangun kelembagaan masyarakat dalam pengelolaan air bersih.



Gambar 2. Indeks Kerentanan Krisis Air Pulau-Pulau Kecil
Sumber : Hasil Analisis, 2015

Perbedaan karateristik mata pencaharian masyarakat mempengaruhi perolehan skor indeks kerentanan. Di pulau Semau yang sebagian besar masyarakatnya mendapatkan tambahan penghasilan dari budidaya rumput laut menyebabkan nilai kapasitas adaptasi menjadi paling tidak rentan, karena nilai pendapatan dan WTP kecil.

Terkait dengan pola bantuan penyediaan air bersih dari luar yang dapat dikategorikan sebagai pola yang bersifat komunal atau individual. Di pulau Ende dengan pola bantuan individual nilai modal sosialnya paling rentan, sedangan pulau Solor dengan pola bantuan komunal nilai modal sosialnya tidak rentan. Kondisi ini dapat dijelaskan, pulau Solor dengan pola bantuan komunal memiliki modal sosial yang lebih besar karena berkerjanya jaringan sosial sehingga kuatnya kerekatan antar warga melalui interaksi antar anggota masyarakat di Pulau Solor. Dengan adanya bentuk modal sosial struktural yaitu adanya pengelola sumber air yang mengatur konsumsi air di tingkat RT dan bahkan muncul kegiatan adat sebagai refleksi dari modal sosial kognitif di masyarakt Pulau Solor. Sedangkan Pulau Ende dengan pola bantuan individual memiliki modal sosial yang lebih kecil karena sifat bantuan yang individual tersebut berdampak pada kecilnya kemungkinan terjadinya interaksi antar warga yang berimplikasi pada kecilnya kemungkinan terjadinya modal sosial dalam bentuk struktural meskipun sudah ada modal sosial dalam bentuk kognitif yaitu kondisi krisis air yang mereka alami sejak dahulu. (Kusumartono 2014)

Untuk mengetahui korelasi antar variabel variabel-variabel atau indikator dilakukan uji secara statistik. Metode yang digunakan adalah *pearson correlation coefficient* dengan hasil, yang dapat dilihat pada lampiran 2. Nilai *p-value* merupakan angka yang berada di dalam kurung dibawah koefisien Pearson. Dari nilai *p-value* kita dapat mengetahui bagaimana hubungan korelasi antar variabel tersebut. Dapat kita lihat bahwa nilai *p-value* pada umunya di atas 0,05 artinya bahwa tidak ada korelasi yang tinggi antara variabel kecuali pada variabel Pendidikan terhadap variabel WTP, variabel keragaman air terhadap persepsi perubahan iklim, modal sosial terhadap waktu tempuh ke sumber air dan persepsi perubahan iklim terhadap jumlah kejadian bencana mempunyai korelasi yang tinggi. Namun secara keseluruhan mayoritas tidak adanya multikolineritas antara variabel bebas. Sehingga indikator-indikator yang digunakan secara statisik dapat digunakan dalam menghitung indeks kerentanan.

Solor merupakan pulau yang paling rentan terhadap krisis air, kemudian disusul oleh Pulau Ende dan terakhir adalah Pulau Semau.

Pulau Solor merupakan pulau yang paling rentan terhadap pemenuhan kebutuhan air bersih baik dari dimensi sensitivitas maupun kapasitas adaptif sehingga beberapa upaya terkait dengan percepatan pembangunan infrastruktur perlu dilakukan. Dari dimensi sensitivitas perlu menyediakan teknologi yang dapat digunakan untuk mempermudah pendistribusian air bersih ke masyarakat. Sedangkan dari dimensi kapasitas adaptasi dengan membangun infrastruktur yang bersifat komunal dengan pola yang partisipatif dan membangun kelembagaan masyarakat dalam pengelolaan air bersih.

Perbedaan karateristik mata pencaharian masyarakat mempengaruhi perolehan skor indeks kerentanan. Di pulau Semau yang sebagian besar masyarakatnya mendapatkan tambahan penghasilan dari budidaya rumput laut menyebabkan nilai kapasitas adaptasi menjadi paling tidak rentan, karena nilai pendapatan dan WTP kecil.

Terkait dengan pola bantuan penyediaan air bersih dari luar yang dapat dikategorikan sebagai pola yang bersifat komunal atau individual. Di pulau Ende dengan pola bantuan individual nilai modal sosialnya paling rentan, sedangan pulau Solor dengan pola bantuan komunal nilai modal sosialnya tidak rentan. Kondisi ini dapat dijelaskan, pulau Solor dengan pola bantuan komunal memiliki modal sosial yang lebih besar karena berkerjanya jaringan sosial sehingga kuatnya kerekatan antar warga melalui interaksi antar anggota masyarakat di Pulau Solor. Dengan adanya bentuk modal sosial struktural yaitu adanya pengelola sumber air yang mengatur konsumsi air di tingkat RT dan bahkan muncul kegiatan adat sebagai refleksi dari modal sosial kognitif di masyarakt Pulau Solor. Sedangkan Pulau Ende dengan pola bantuan individual memiliki modal sosial yang lebih kecil karena sifat bantuan yang individual tersebut berdampak pada kecilnya kemungkinan terjadinya interaksi antar warga yang berimplikasi pada kecilnya kemungkinan terjadinya modal sosial dalam bentuk struktural meskipun sudah ada modal sosial dalam bentuk kognitif yaitu kondisi krisis air yang mereka alami sejak dahulu. (Kusumartono 2014)

Untuk mengetahui korelasi antar variabel variabel-variabel atau indikator dilakukan uji secara statistik. Metode yang digunakan adalah *pearson correlation coefficient* dengan hasil, yang dapat dilihat pada lampiran 2. Nilai *p-value* merupakan angka yang berada di dalam kurung dibawah koefisien *Pearson*. Dari nilai *P-value* kita dapat mengetahui bagaimana hubungan korelasi antar variabel tersebut. Dapat kita lihat bahwa nilai *p-value* pada umunya di atas 0,05 artinya bahwa tidak ada korelasi yang tinggi antara variabel kecuali pada variabel pendidikan terhadap variabel WTP, variabel keragaman air terhadap persepsi perubahan iklim, modal sosial terhadap waktu tempuh ke sumber air dan persepsi perubahan iklim

terhadap jumlah kejadian bencana mempunyai korelasi yang tinggi. Namun secara keseluruhan mayoritas tidak adanya multikolineritas antara variabel bebas. Sehingga indikator-indikator yang digunakan secara statisik dapat digunakan dalam menghitung indeks kerentanan.

KESIMPULAN

Dari dimensi kapasitas adaptif, Pulau Solor dan Pulau Ende merupakan yang paling rentan. Sedangkan dari dimensi sensitivitas, Pulau Semau merupakan yang paling rentan, dan jika dilihat dari dimensi singkapan Pulau Ende merupakan yang paling rentan.

Secara komperehensif, Pulau Solor merupakan pulau yang paling rentan terhadap krisis air, kemudian Pulau Ende, dan yang terakhir Pulau Semau.

Indikator-indikator yang digunakan secara statistik dapat digunakan dalam menghintung indeks kerentanan.

Dengan adanya nilai indeks kerentanan pemenuhan kebutuhan air bersih pulau-pulau kecil diharapkan kegiatan dan program penanganannyadapat dilakukan secara optimal.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada rekan-rekan peneliti Balai Litbang Sosekling Bidang Sumber Daya Air yang telah membantu terlaksananya penelitian ini dengan lancar dan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Babel M.S, Pandey V.P, Rivas A.A, Wahid S.M. 2011. Indicator-Based Approach for Assessing the Vulnerability of Freshwater Resource in the Bagmati River Basin. *NCBI 48*: 1.044-1.059. doi: 10.1007/s00267-011-9744-y (diakses tanggal 5 Maret 2015).

Baria, Irene dan Susilawati. 2011. Pemenuhan Kebutuhan Air Masyarakat Pulau Kecil Daerah Kering Dengan Menggalakkan Program Pengembangan Sistem Terpadu Penampungan Air Hujan 1-2-1 dan Jebakan Air Pada Alur Alam (StudiKasus di PulauPalue, Kabupaten Sikka-NTT). *Jurnal Sipil Unwira 2 (1)* : 39-47.

Brown A, Matlock M.D. 2011. A Review of Water Scarcity indices and Methodologies. Arkansas (US): *The Sustainability Consorsium 19*. doi: White Paper #106.

Cahyudi A, Marfai M.A, Andryan T.A, Wulandari, Hidayat W. 2013. Menyelamatkan Masa Depan Pulau-Pulau Kecil Indonesia: Sebuah Pembelajaran Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. *Prosiding Sarasehan Nasional Yogyakarta, 31 Agustus 2013.*

Cutter S.L, Emrich C.T, Webb E.J, Morath D. 2009. Social Vulnerability Hazards: A Review of the Literatrure; Final Report to Oxfam America. Columbia (US): Hazards and Vulnerability Research Institute.

Delinom R.M, Lubis R.F. 2007. Air Tanah di Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, hlm. 1-26. Jakarta (ID): LIPI Press.

Fauzi A. 2010. Ekonomi Sumber Daya Alam Dan Lingkungan. Jakarta (ID): PT. Gramedia Pustaka Utama.

Gain A.K, Giupponi C, Renaud F.G. 2012. Climate Change Adaptation and Vulnerability Assessment of Water Resource System in Developing Countries: A Generalized Framework and a Feasibility Study in Bangladesh. Water 4 (2) : 345-366. doi:10.3390/w4020345.

Gober P, Kirkwood C.W. 2010. Vulnerability Assessment of Climate-induced Water Shortage in Phoenix. PNAS 107 (50): 2.1295-2.1299. doi: 10.0173/pnas.0911113107.

Hahn M.B, Riederer AM, Foster S.O. 2009. The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change - A case study in Mozambique. *Global Environment Change 19:74-88.* doi: 10.1016/j. gloenvcha.2008.11.002.

Hehanussa P.E, dan Bakti H. 2005. Sumber Daya Air di Pulau Kecil. Jakarta (ID): LIPI Press.

Hendarsah H. 2012. Pemetaan Partisipatif Ancaman, Strategi Coping dan Kesiapsiagaan Masarakat dalam Upaya Pengurangan Resiko Bencana Berbasis Masyarakat di Kecamatan Salam Kabupaten Magelang. *Sosiokonsepsia 17(3)*: 318-335.

Hill M. 2013. Adaptive Capacity of Water Governance: Case From the Alps and the Andes. *Mountain Research and Development 33 (3): 248-259*. Doi: org/10.1659/MRD-JOURNAL-0-12-00106.1.

Huang Y, Li F, Bai X, Cui S. 2012. Comparing Vulnerability of Coastal Communities to Land Use Change: Analytical Framework and a Case Study in China. *Environmental Science and Policy 23*: 133-143.

Iyengar N.S, Sudarshan P. 1982. A Method of Classifying Regions from Multivariate Data. *Economic and Political Weekly* : 2048-2052.

Kasim F, Siregar V.P. 2012. Penilaian Kerentanan Pantai Menggunakan Metode Integrasi CVI-MCA Studi Kasus Pantai Indramayu. *Forum Geografi 26 (1)*: 65-74.

Kusumartono FX. H. 2014. Pola Pengelolaan Penampung Air Hujan (PAH) Berbasis Modal Sosial; Studi Kasus Pulau Ende dan Pulau Solor Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum 6 (2)*: 119-127.

Manatsa D. 2013. Indigenous Knowledge, Coping Strategies and Resilience to Floods in Muzarabani, Zimbabwe. *International Journal of Disaster Risk Reduction 5* :38-48.

Polsky C, Neff R, Yarnal B. 2007. Building Comparable Global Change Vulnerability Assessment : The Vulnerability Scoping Diagram. *Global Environmental Change 17*:472-485.

Preston B.L, Smith M.S. 2009. Framing Vulnerability and Adaptive Capacity Assessment. *CSIRO Climate Adaptation Flagship Working Discussion Paper 2*.

Pukkalanun N, Inkapatanakul W, Piputsitee C, Chunkao K. 2013. An Analysis of The Environmental Vulnerability Index of Small Island: Lipe Island, Koh Sarai Sub-District, Muang District, Satun Province, Thailand. *Modern Applied Science 7 (2)*:33-39. doi: 10.5539/mas.v7n2p33.

Ritzer G, dan Goodman D.J. 2011. Teori Sosiologi: Dari Teori Sosiologi Klasik Sampai Perkembangan Mutakhir Teori Sosial Postmodern. Yogyakarta : Kreasi Wacana.

Sulma S. 2012. Kerentanan Pesisir Terhadap Kenaikan Muka Air Laut, Studi Kasus: Surabaya dan Daerah Sekitarnya. *Tesis untuk gelar Magister Ilmu Geografi.* Depok: Universitas Indonesia.

Sumaryanto. 2012. Strategi Peningkatan Kapasitas Adaptasi Petani Tanaman Pangan Menghadapi Perubahan Iklim. *Jurnal Forum Penelitian Agro Ekonomi 30 (2)*: 73 – 89.

Tahir A. 2010. Formulasi Indeks Kerentanan Lingkungan Pulau-Pulau Kecil: Kasus Pulau Kasu-Kota Batam, Pulau Barrang Lompo-Kota Makasar, dan Pulau Saonek-Kabupaten Raja Ampat. *Disertasi untuk gelar Doktor Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Turner B.L., et al. 2003. Di dalam Susan Hanson : A Framework For Vulnerability Analysis In Sustainability Science. Proceedings of The National Academy of Sciences 100 (14) :8074–8079. doi:10.1073/pnas.1231335100.

White I., Falkland et al. 2008. Safe Water For People in Low, Small Island Pacific Nation: The Rural-Urban Dilemma. *Development 51*: 282–287. doi: 1010.1057/dev.2008.18.