Daya Dukung Air di Kawasan Pariwisata Nusa Penida, Bali***Water Carrying Capacity in Nusa Penida Tourism Area, Bali***Nyoman Sudipa^{1*}, Made Suidiana Mahendra², Wayan Sandi Adnyana³, Ida Bagus Pujaastawa⁴¹Fakultas Teknik, Universitas Mahendradatta, Jl. Ken Arok 12-14, Denpasar 80115, Indonesia²Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Udayana, Jl. Sudirman Denpasar 80232, Indonesia³Program Studi Agroteknologi, Universitas Udayana Jl. Sudirman Denpasar 80232, Indonesia⁴Program Studi Ilmu Budaya, Universitas Udayana, Jl. Pulau Nias Denpasar 80114, Indonesia

*Email korespondensi: nyoman_sudipa@yahoo.com

ABSTRAK

Perkembangan pariwisata di Nusa Penida dalam kurun waktu 4 tahun terakhir meningkat pesat. Perkembangan ini dapat dilihat dari jumlah kedatangan wisatawan yang terus meningkat dan pertumbuhan pembangunan sarana akomodasi pariwisata yang mengalami peningkatan. Tumbuhnya Kawasan Pariwisata Nusa Penida berdampak kepada meningkatnya kebutuhan air untuk keberlanjutan kehidupan masyarakat dan pariwisata. Analisis untuk mengetahui kapasitas pasokan air yang ada sangat penting untuk keberlanjutan kehidupan masyarakat dan pariwisata Nusa Penida. Sumber data menggunakan data primer yang merupakan hasil pengamatan langsung di lokasi penelitian dan sumber data dari literatur atau penelitian sebelumnya. Kebutuhan air untuk pariwisata Nusa Penida pada Tahun 2028 diperkirakan sebesar 94,542,400 m³ per tahun. Status daya dukung air dengan sumber dari curah hujan surplus sebanyak 901,002.56 m³ per tahun. Status daya dukung penggunaan air dengan sumber dari 10% sumber air yang sudah eksisting pada tahun 2028 surplus sebesar 2,433,865,856.44 m³ per tahun. Status daya dukung penggunaan air dari curah hujan+10% penggunaan air yang sudah eksisting pada tahun 2028 surplus sebesar 2,529,309,259 m³ per tahun. Sedangkan air yang berasal dari air hujan dan sumber mata air yang ada pada tahun 2028 mengalami surplus sebesar 34,958,390,240 m³ per tahun.

Kata Kunci : air, kebutuhan, Nusa Penida, pariwisata, pasokan

ABSTRACT

The development of tourism in Nusa Penida in the last 4 years has increased rapidly. The development of tourism in Nusa Penida has been accompanied by a number of tourist arrivals and the increasing need for tourism accommodation facilities in Nusa Penida. The growth of the Nusa Penida Tourism Area has an impact on the increasing need for water to support tourism activities. Analysis to determine the existing water supply capacity is very important for the sustainability of community life and tourism in Nusa Penida. The data source uses primary data which is the result of direct observation at the research location and data sources from literature or previous research. Water demand for Nusa Penida tourism in 2028 is estimated at 94,542,400 m³ per year. The status of the water carrying capacity with a source of surplus rainfall is 901,002.56 m³ per year. The status of water carrying capacity from 10% of existing water sources in 2028 is a surplus of 2,433,865,856.44 m³ per year. The status of water carrying capacity from rainfall +10% of existing water sources in 2028 has a surplus of 2,529,309,259 m³ per year. Meanwhile, water from rainfall and all springs in 2028 will experience a surplus of 34,958,390,240 m³ per year.

Keywords: water, necessities, Nusa Penida, tourism, supply

PENDAHULUAN

Pariwisata dapat menimbulkan tekanan terhadap lingkungan, karena pariwisata membutuhkan sumber daya lingkungan untuk menopang keberlangsungan pariwisata. Sumber daya air menjadi pendukung utama keberadaan pariwisata di suatu wilayah (Kusumawati, 2015). Daya dukung air ditentukan oleh kemampuan ketersediaan air (Santoso, 2015). Pertumbuhan pariwisata diikuti dengan pertumbuhan kebutuhan akan sumber daya lingkungan untuk mendukung keberadaan pariwisata (Sudipa, 2014). Air menjadi kebutuhan penting untuk industri pariwisata, tanpa air mustahil pariwisata bisa berjalan. Pariwisata menimbulkan dampak terhadap lingkungan khususnya daya dukung air (Sudipa *et al.*, 2020a).

Daya dukung air ditentukan oleh kualitas air. Kualitas air berhubungan dengan pencemaran air. Pencemaran lingkungan merupakan imbas dari berkembangnya pariwisata dan pembangunan pariwisata menimbulkan tekanan terhadap sumber-sumber air (Djoharam *et al.*, 2018). Air salah satu unsur alam yang paling mendasar dibutuhkan oleh manusia (Admadhani *et al.*, 2014). Gambaran penggunaan air di suatu wilayah yang dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan akan sumber daya air sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Wilayah Nusa Penida yang memiliki luar kurang lebih 20,200 ha, mempunyai sumber daya air yang cukup memadai tetapi sumbernya berada di tempat yang sulit terjangkau yang membutuhkan sentuhan teknologi dan dana untuk meningkatkan pasokan air di Nusa Penida. Dengan pertumbuhan pariwisata, maka bertambah pula kebutuhan air di Nusa Penida. Pariwisata memiliki ketergantungan akan pasokan air untuk mendukung keberlanjutan pariwisata (Sunarta, 2015). Perbandingan antara kebutuhan air di suatu wilayah dengan pasokan air di suatu wilayah merupakan gambaran tentang daya dukung air. Pramesty *et al.* (2014) menyatakan bahwa menentukan kebutuhan air menggunakan indikator *Falkenmark* sebagai kebutuhan air minimum

berdasarkan pada kebutuhan air untuk rumah tangga sebesar 1,600 m³ per kapita per tahun yang bersumber dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2009. Kebutuhan untuk wisatawan, kebutuhan kamar dan rumah makan menggunakan pendekatan khusus yaitu sekitar 150 liter per tempat tidur dan rumah makan sebesar 100 liter per tempat duduk (Departemen Pekerjaan Umum, 1996).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis air yang dibutuhkan untuk penduduk dan pariwisata, sumber air eksisting dan membandingkan antara kebutuhan dan ketersediaan sumber daya air untuk mengetahui status daya dukung air yang diketahui dengan melakukan analisis antara pasokan dan kebutuhan air di suatu wilayah (Narulita *et al.*, 2018). Status daya dukung air mempunyai hubungan yang erat dengan pengelolaan lingkungan dan keberlanjutan lingkungan di Kawasan Pariwisata Nusa Penida (Sudipa *et al.*, 2020b).

BAHAN DAN METODE

Pendekatan dalam penelitian ini menggunakan analisis permintaan yang dan pasokan air yang dituangkan kedalam analisis daya dukung air, *support capacity* untuk memenuhi kebutuhan Pariwisata Nusa Penida. Untuk mendukung kelangsungan pariwisata di Nusa Penida perlu dihitung kebutuhan air bagi penduduk, wisatawan dan keberlanjutan pariwisata, serta ketersediaan air secara berkelanjutan untuk menjamin agar sumber daya air di Kawasan Pariwisata Nusa Penida tetap terjaga. Secara empiris persamaan matematis yang dipergunakan untuk melakukan estimasi potensi ketersediaan air dan kebutuhan air melalui proyeksi jumlah penduduk dan jumlah wisatawan yang datang ke Kawasan Pariwisata Nusa Penida dalam setahun berdasarkan lama tinggal dikalikan dengan kebutuhan air minimal (Marganingrum *et al.*, 2018).

Perhitungan Ketersediaan Air

Perhitungan koefisien limpasan tertimbang di khusus untuk kondisi wilayah seperti Nusa Penida menggunakan pendekatan

dengan koefisien limpasan tertimbang 0.30 untuk penggunaan lahan, karena di Nusa Penida tidak ada sawah dengan koefisien 0.15 - 0.9.

Untuk menghitung ketersediaan air di Nusa Penida menggunakan pendekatan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2009.

$$S_A = 10 \times C \times R \times A \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan

S_A = Ketersediaan air (m^3 per tahun)

C = Koefisien limpasan tertimbang

R = Rata-rata curah hujan tahun (mm per tahun)

A = Luasan wilayah yang dinyatakan dalam satuan hektar.

C = Rata-rata koefisien limpasan

$$C = \frac{\sum(C_i \times A_i)}{\sum A_i} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan

C_i = koefisien limpasan pemanfaatan lahan

A_i = luas pemanfaatan lahan

$$R = \sum \frac{R_i}{m} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan

R_i = curah hujan tahunan

m = stasiun pengamatan

Proyeksi Penduduk

Perhitungan jumlah penduduk berdasarkan perkembangan jumlah penduduk setiap tahun di Nusa Penida yang selanjutnya dilakukan proyeksi untuk mengetahui jumlah penduduk di Nusa Penida pada 10 tahun mendatang dengan menggunakan metode eksponensial. Perhitungan proyeksi metode eksponensial.

$$P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke-n

P_o = jumlah penduduk pada kondisi/posisi terakhir

r = pertumbuhan penduduk

n = tahun

e = eksponensial = 2.7182818

Kebutuhan air untuk pariwisata

Kebutuhan air di Kawasan Pariwisata Nusa Penida dihitung berdasarkan penggunaan air yang diperlukan untuk mendukung kebutuhan konsumsi penduduk Nusa Penida dan kebutuhan untuk mendukung pariwisata pada kurun waktu satu tahun dikalikan dengan kebutuhan hidup layak minimal. Hasil proyeksi jumlah penduduk dan wisatawan selama 10 tahun dikalikan dengan kebutuhan air dengan menggunakan pendekatan kebutuhan air minimal, dan untuk wisatawan menggunakan pendekatan kebutuhan hidup layak wisatawan dan rumah makan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan oleh Departemen PU Tahun 1996.

Perhitungan Kebutuhan (Demand) Air

Air yang dibutuhkan di Kawasan Pariwisata Nusa Penida menggunakan perhitungan sebagai berikut.

$$D_A = N \times KHL_A \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan

D_A = total kebutuhan air (m^3 per tahun)

N = jumlah penduduk dan wisatawan

KHL_A = indikator *Falkenmark*

Perhitungan Status Daya Dukung Air

Jika $S_A > D_A$ = surplus

Jika $S_A < D_A$ = defisit

Keterangan :

S_A = pasokan air

D_A = daya dukung air

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumberdaya Air Sungai

Kondisi Nusa Penida merupakan wilayah yang kering dan topografi perbukitan dengan batuan karst yang dihampir seluruh bagian pulau dengan kelerengan antara 15% sampai 45% dan terdiri dari lembah-lembah kering yang teraliri air pada saat musim hujan saja. Praktis lahan-lahan di Nusa Penida merupakan lahan tadah hujan yang bisa ditanami pada saat musim hujan saja. Pada awalnya pasokan air minum penduduk sebagian besar hanya mengandalkan dari pasokan air hujan yang

ditampung di sumur-sumur penduduk dan saat musim kering apabila kekurangan air masyarakat akan mencari air ke pesisir pantai atau sumber mata air yang berada di tebing-tebing laut yang susah dijangkau. Kondisi sungai-sungai di Nusa Penida selalu kekurangan air atau dalam kondisi kurang dan memiliki potensi sebesar berjumlah 24 juta m³ per tahunnya (Pekerjaan Umum Provinsi Bali, 1994).

Mata Air

Wilayah Nusa Penida memiliki sumber mata air yang cukup banyak yaitu terdapat 16 mata air yang tersebar di wilayah tebing yang curam di selatan dan barat Pulau Nusa Penida, sedangkan sebaran penduduk yang tinggal di wilayah Nusa Penida sebagian besar berada di bagian utara Pulau Nusa Penida karena di wilayah tersebut cukup landai dan aktivitas perekonomian didominasi oleh wilayah ini. Untuk memanfaatkan sumber mata air tersebut cukup sulit karena jaraknya yang cukup jauh dan karena kondisi geografis yang berbukit-bukit. Secara kuantitas ketersediaan air di Nusa Penida cukup besar, tetapi sumber air tersebut sulit dijangkau oleh sebagian besar masyarakat Nusa Penida.

Sumber mata air di Nusa Penida cukup banyak dan memiliki debit antara 0.5 sampai 200 liter per detik. Sampai saat ini hanya dua mata air yang sudah dimanfaatkan untuk pasokan air minum penduduk dan untuk mendukung pariwisata Nusa Penida, yaitu mata air yang terletak di Desa Sakti yang merupakan air yang bersumber dari sungai bawah tanah dengan debit 200 liter per detik dan sumber mata air di Desa Batukandik dan memiliki debit mencapai 178.4 liter per detik. Pulau Nusa Lembongan dan Pulau Nusa Ceningan memanfaatkan air bersumber dari sumur bor dan sumber air yang berasal dari osmosis air laut yang dikelola oleh PDAM Klungkung. Kedua pulau ini tidak memiliki sumber mata air seperti di Pulau Nusa Penida.

Air Tanah

Wilayah Nusa Penida memiliki potensi air tanah yang cukup besar (Idral, 2008). Cadangan air tanah tersebar hampir di

seluruh wilayah Nusa Penida dengan kapasitas sebesar 39 juta m³ per tahun, sampai saat ini belum dimanfaatkan oleh masyarakat.

Pengembangan sumber air tanah sudah pernah dilakukan di Nusa Penida dengan membuat sumur bor di Pulau Nusa Penida. Air ini dimanfaatkan sebagai sumber air bersih di Desa Batungungul dan di Desa Kutampi. Sumur yang dibuat memiliki kedalaman antara 30 - 108 m dan dikelola oleh PDAM Kabupaten Klungkung.

Untuk memenuhi pasokan air di Desa Lembongan dan Desa Jungutbatu, Pemerintah Kabupaten Klungkung melalui PDAM Kabupaten Klungkung membuat sumur bor dan dimanfaatkan sebagai sumber air utama masyarakat. Sumber mata air yang sangat terbatas di Desa Lembongan dan Desa Jungutbatu sekarang ini menimbulkan kekhawatiran, karena pada saat musim kemarau ketersediaan air sumur menuraun drastis sehingga perlu dipikirkan cara lain untuk memenuhi kebutuhan air di kedua desa ini. Hasil inventarisasi sumber daya air di Desa Lembongan dan Desa Jungutbatu menunjukkan rendahnya lapisan air tawar di wilayah Desa Jungut Batu.

Keberlanjutan penggunaan air merupakan "perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan air" pada suatu wilayah. Untuk menentukan daya dukung air menggunakan pendekatan ketersediaan atau pasokan air dan kebutuhan air bagi penduduk untuk hidup layak. Angka konstanta tentang tingkat konsumsi air yang berasal dari tingkat konsumsi air kebutuhan pokok seperti beras, telur, dan buah yang disetarakan dengan kebutuhan air dan juga dari pemanfaatan air-air virtual untuk menghasilkan satu satuan produk.

Ketersediaan Air

Berdasarkan sebaran penggunaan lahan di Nusa Penida. Total koefisien limpasan tertimbang dari seluruh lahan yang ada adalah 0.33. Untuk menghitung pasokan air menggunakan tiga model yaitu :

1. Menggunakan rata-rata curah hujan per tahun diperoleh ketersediaan air sekitar 95,432,396.40 m³ per tahun.

2. Menggunakan mata air Penida dan mata air Peguyangan dengan eksisting pemanfaatan air baru 10%, diperoleh ketersediaan air sekitar 2,528,408,256.44 m³ per tahun.
3. Menghitung curah hujan + mata air Penida dan mata air Peguyangan dengan eksisting pemanfaatan air baru 10%, diperoleh pasokan air sekitar 2,623,851,659 m³ per tahun.
4. Menghitung curah hujan + pemanfaatan 100% seluruh mata air, diperoleh pasokan air sekitar 34,983,846.865 m³ per tahun.

Penggunaan air

Penggunaan air dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan jumlah wisatawan yang berkunjung ke Kawasan Pariwisata Nusa Penida berdasarkan masa tinggal (rata-rata selama 3 hari) di Nusa Penida di bagi 365 hari (1 tahun). Proyeksi kebutuhan air dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan jumlah wisatawan yang berkunjung dari rata-rata masa tinggal wisatawan selama 1 tahun di Nusa Penida dikalikan dengan indikator *Falkenmark* untuk kebutuhan air rumah tangga dan kebutuhan air wisatawan sebesar 1,600 m³ yang diproyeksikan selama 10 tahun. Kawasan Pariwisata Nusa Penida membutuhkan air sebesar 77,934,400 m³ pada tahun 2018 dan pada tahun 2028 sebesar 94,542,400 m³ pada tahun 2028. Berdasarkan hasil studi tentang Kawasan Strategis Pariwisata nasional Nusa Penida, tingkat kedatangan wisatawan ke Nusa Penida pada tahun 2025 mencapai diatas 1 juta per tahun yang pasti akan menimbulkan tekanan terhadap daya dukung lingkungan Pulau Nusa Penida. Di masa depan perlu dilakukan perubahan pola pikir tentang pariwisata dengan menciptakan pariwisata berkualitas di Nusa Penida dengan tidak mementingkan kuantitas wisatawan atau *mass tourism* yang akan merugikan masyarakat Nusa Penida.

Status daya dukung air

Air kebutuhan dasar hidup bagi setiap makhluk yang ada di dunia dan zat esensial bagi kehidupan manusia (Cahyani *et al.*, 2018). Ketersediaan air di Nusa Penida bersumber dari curah hujan yang cukup

rendah setiap tahunnya dan sumber mata air untuk mendukung pasokan air bersih untuk kebutuhan domestik dan pariwisata. Sedangkan air yang bersumber dari cekungan air tanah belum dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat. Status daya dukung air dengan menggunakan pendekatan model 1, 2 dan 3 menunjukkan bahwa pasokan air di Nusa Penida sampai dengan tahun 2028 dalam kondisi surplus. Pada tahun 2029 status daya dukung air yang bersumber dari curah hujan akan mengalami defisit. Walaupun status daya dukung air surplus akan tetapi air bersih yang ada tidak dapat diakses secara memadai untuk penyediaan air bersih.

Air hujan dari curah hujan tidak mampu tertampung dalam badan air permukaan karena sifat batuan karstnya, air terserap ke dalam tanah dan mengalir di sungai-sungai bawah tanah serta keluar dalam bentuk mata air di bawah tebing pantai terjal.

Kurangnya sarana penangkap air hujan baik berupa waduk maupun embung atau penampungan kolektif oleh penduduk dan mata air yang sulit dijangkau karena berada di tebing-tebing laut menyebabkan Nusa Penida kekurangan air sampai saat ini. Walaupun sudah ada pengangkatan sumber mata air Penida dan Peguyangan tetapi kapasitasnya masih terbatas dan belum mampu memenuhi kebutuhan air bagi masyarakat terutama masyarakat yang berada di daerah atas seperti Desa Tanglad, Pejукutan, Bunga Mekar, Sekartaji, Kutampi Kaler dan sebagian Desa Ped. Untuk mendukung ketahanan air di Nusa Penida perlu dilakukan sinergi antara pemerintah dengan masyarakat dengan membangun waduk atau embung secara bertahap untuk meningkatkan cadangan air di Nusa Penida. Memanfaatkan sumber mata air yang tersebar wilayah Nusa Penida merupakan hal penting dengan menyusun perencanaan jangka menengah dan jangka panjang yang diprakarsai oleh Pemerintah Kabupaten Klungkung, atau dengan menyisihkan sebagian pendapatan pariwisata Nusa Penida untuk mendukung prasarana air bagi keberlangsungan hidup masyarakat dan pariwisata.

Perkembangan industri pariwisata di Nusa Penida mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan air yang diakibatkan

karena tumbuhnya penduduk termasuk penduduk pendatang dan para pencari kerja. Saat ini industri pariwisata membutuhkan air yang cukup besar yang berdampak kepada masyarakat. Implikasi dari berkembangnya daerah pariwisata adalah ketersediaan air tawar (Marganingrum *et al.*, 2018). Kondisi lainnya yang cukup membebani daya dukung air adalah pertumbuhan wisatawan dan pertumbuhan akomodasi pariwisata yang terus bertambah yang mengakibatkan meningkatnya kebutuhan air. Menjaga daya dukung air dengan melakukan penghematan penggunaan air merupakan langkah nyata untuk mendukung keberlangsungan lingkungan hidup (Setyaningrum *et al.*, 2017). Salah satu upaya untuk mengatasi krisis air di Nusa Penida adalah melalui maksimalisasi pengangkatan sumber-sumber mata air dengan menggunakan teknologi baru terbaharukan untuk mengurangi biaya operasional, karena selama ini beban biaya operasional yang cukup tinggi.

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan yaitu :

1. Ketersediaan air yang bersumber dari air hujan rata-rata sebesar 1,428.40 mm, ketersediaan air yang bersumber dari mata air yang dikelola sebesar 378.4 liter per detik dan kesediaan air bersumber dari cekungan air tanah sebesar 39 juta m³ per tahun.
2. Kebutuhan air di Nusa Penida pada tahun 2018 sebesar 77,934,400 m³ per tahun dan kebutuhan air pada tahun 2028 sebesar 94,542,400 m³ per tahun.
3. Daya dukung air di Nusa Penida surplus baik pasokan air dengan model 1, 2 dan 3 yang diproyeksikan selama 10 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Admadhani, D. N., Haji, A. T. S, & Susanawati, L. D. (2014). Analisis ketersediaan dan kebutuhan air untuk daya dukung lingkungan (studi kasus Kota Malang), *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(3), 13-20.
- Idral, A. (2008). Sistem dan kedalaman lapisan penudung serta reservoir: re-interpretasi pada tahanan jenis daerah panas bumi non vulkanik-waesalit. pulau buru provinsi maluku. *Buletin Sumber Daya Geologi Badan Geologi*, 3 (2), 1-13.
- Cahyani, N., J. Dibia, N, & Trigunasih, M. (2018). Analisis daya dukung air tanah untuk kebutuhan domestik dan pariwisata di Kota Denpasar. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 7(1), 34-44.
- Perencanaan Ditjen Cipta Karya Departemen PU. (1996). *Air Baku dan Air Minum*. Jakarta.
- Djoharam, V., Riani, E, & Yani, M. (2018). Analisis kualitas air dan daya tampung beban pencemaran sungai pesanggaran di wilayah Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(1), 127-133.
- Pekerjaan Umum Provinsi Bali. (1994). *Potensi Sungai di Provinsi Bali*. Kantor Wilayah Pekerjaan Umum Provinsi Bali.
- Kusumawati, I. (2016). Analisa daya dukung lahan dan daya tampung air di Sungai Pudu Kecamatan Mandau Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. *Journal of Environmental Engineering & Waste Management*, 1(1), 35-45 .
- Marganingrum, D., & Sudrajat, Y. (2018). Estimasi daya dukung sumber daya air di pulau kecil (studi kasus Pulau Pari). *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 6(3), 164-182.
- Narulita, I., & Djuwansah, M. (2019). Kajian daya dukung sumberdaya air berdasarkan analisis ketersediaan dan kebutuhan sumberdaya air: studi kasus Daerah Aliran Sungai Cerucuk, Pulau Belitung. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 9(2), 53 - 63.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 17 Tahun 2009 tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup dalam Penataan Ruang Wilayah.
- Pramesty, A., R., Nirmala, A, & Aspan, A. (2014). Perhitungan daya dukung lingkungan berdasarkan ketersediaan air dan produktivitas lahan di kecamatan tujuh belas Kabupaten Bengkayang. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1), 1-10.
- Santoso, D., H. (2015). Kajian daya dukung air di Pulau Bintan, Provinsi

- Kepulauan Riau. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 7(1), 18-28.
- Setyaningrum, N & Prasetya, G., A. (2017). Analisis ketersediaan dan kebutuhan air untuk daya dukung lingkungan (Studi kasus di Kabupaten Bojonegoro). *Seminar Nasional Geomatika 2017*, 155-164 .
- Sudipa, N. (2014). *Kemiskinan dalam perkembangan industri pariwisata di Kelurahan Ubud*. [Disertasi Doktor, Universitas Udayana].
- Sudipa, N., Mahendra, M. S., Adnyana, W. S, & Pujaastawa, I. B. (2020a). Tourism impact on the environment in nusa eenida tourism area. *Journal Inveronmental Management and Tourism*, XI(41), 113-124.
- Sudipa, N., Mahendra, M. S., Adnyana, W. S, & Pujaastawa, I. B. (2020b). Model pengelolaan lingkungan di kawasan pariwisata Nusa Penida, Bali. *Jurnal Ecotrophic*, 14(1), 1-13.
- Sunarta, N. (2015). *Dampak perkembangan usaha akomodasi terhadap sumber daya air di Kecamatan Kuta Utara Kabupaten Badung Bali*. [Disertasi Doktor, Universitas Udayana].