

KONVERSI INTENSITAS PENYINARAN MATAHARI SEBAGAI DASAR ESTIMASI VARIASI SPASIAL EVAPORASI DI PULAU LOMBOK

Baiq Novia Wahyu Herliana^{1*}, Ir. Mahrup. M.Si¹, Ir. I Nyoman Soemeinaboedhy, M.Agr¹

¹ Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Indonesia.

Article Info

Received: Mey 31, 2021

Revised: March 10, 2023

Accepted: March 25, 2023

Published: March 30, 2023

Abstrak: Radiasi sinar matahari yang diterima permukaan bumi adalah penyebab terjadinya penguapan. Penelitian Deskriptif telah dilakukan, yang bertujuan untuk melakukan estimasi evaporasi dan menentukan variasi spasialnya berbasis intensitas penyinaran matahari normal (Direct Normal Irradiation, DNI) di Pulau Lombok. Data penelitian berupa data DNI diakses dari Global Solar Atlas dan dikonversi menjadi satuan mm/hari setara dengan potensi rerata evaporasi di pulau Lombok. Adapun nilai evapotranspirasi potensial (ET_o), dihitung berdasarkan rumus Holdredge, berbasis suhu rata-rata udara setempat. Data yang digunakan dalam penelitian, yaitu, intensitas DNI, suhu udara dan rentang ketinggian tempat di atas permukaan laut. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa intensitas penyinaran matahari di Pulau Lombok bervariasi secara spasial berdasarkan variasi faktor topografi; rerata intensitas DNI harian secara bertahap menurun, dari dataran rendah (0-200 mdpl) sebesar 4,75 kWh/m, dataran medium (>200-700 mdpl) 3,6 kWh/m² dan dataran tinggi (>700 mdpl) 2,9 kWh/m² DNI. Faktor. Nilai rerata evaporasi 5,3 mm/hari, dan ET_o 3,5 mm/hari. Koefisien lapse, yaitu penurunan suhu udar sebagai fungsi ketinggian tempat 5,8oC/1000 m dpl.

Kata Kunci: Radiasi Matahari, Suhu, Evaporasi, Evapotranspirasi

Abstract: Solar irradiation received by the earth's surface is the main cause of evaporation. Descriptive research had been carried out, which aims to estimate evaporation and determine its spatial variation based on the intensity of Direct Normal Irradiation, DNI) in Lombok Island. Data of the DNI were accessed from the Global Solar Atlas and converted into units of mm/day which was equivalent to evaporation on the island of Lombok. The potential evapotranspiration (ET_o) was calculated based on air temperature using Holdredge formula. The data used in the study, namely DNI intensity, air temperature and altitude range above sea level. The results showed that the intensity of the DNI in Lombok Island varied spatially based on variations in topographic factors; the average daily DNI intensity gradually decreases, from 4.75 kWh/m² at lowlands (0-200 masl) to 3.6 kWh /m² at medium plains (> 200-700 masl), and 2.9 kWh /m² at highlands (> 700 masl). The average evaporation in Lombok was 5.3 mm /day, and evapotranspiration potential, ET_o was 3.5 mm /day. Lapse rate coefficient, which is the decrease in air temperature as a function of altitude was 5.8oC/1000 m asl.

Keywords: Solar Irradiation, Temperature, Evaporation, Evapotranspiration

Citation: Baiq Novia Wahyu Herliana. B.N.W, Mahrup. M. Soemeinaboedhy. Nym. (2023). Konversi Intensitas Penyinaran Matahari Sebagai Dasar Estimasi Variasi Spasial Evaporasi di Pulau Lombok. *Journal of Soil Quality and Management (JSQM)*, 2(1), 27-36

* Mahrup: mahrupwarige@gmail.com / igmkusnarta61@gmail.com
Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Mataram,
Indonesia

PENDAHULUAN

Beras merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia. Beras memiliki bentuk dan warna yang beragam. Di Indonesia terdapat 3 warna beras, yaitu beras putih, beras hitam dan beras merah. Akhir-akhir ini masyarakat Indonesia sudah sadar akan pentingnya kesehatan, sehingga banyak masyarakat yang beralih dari konsumen beras putih menjadi konsumen beras merah. Beras merah memiliki kandungan gizi yang lebih baik dibandingkan dengan beras hitam dan beras putih, seperti kandungan serat, asam-asam lemak esensial dan beberapa vitaminnya yang lebih tinggi dibandingkan beras putih. Kandungan gizi beras merah per 100 g, terdiri atas protein 7.5 g, lemak 0.9 g, karbohidrat 77.5 g, kalsium 16 mg, fosfor 163 mg, zat besi 0.3 g, vitamin B1 0.21 mg, dan antosianin 0,33 – 1,39 mg (DKBM Indonesia, 2010).

Beras merah kaya akan vitamin B dan E, kekhasan beras merah adalah memiliki sifat fungsional sebagai antioksidan karena kandungan antosianinnya yang cukup tinggi (Candra, 2012 dalam Dewi, et al., 2016). Sampai saat ini, sebagian besar masyarakat belum mengetahui manfaat beras merah. Sebenarnya dengan kandungan antosianinnya, beras ini dapat mencegah berbagai penyakit, seperti kanker, kolesterol, dan jantung koroner. Beras merah merupakan sumber protein dan mineral yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh serta menyehatkan sel saraf dan sistem pencernaan.

Padi beras merah lebih unggul dibandingkan dengan beras putih. Beras merah tidak melalui proses penyosohan seperti beras putih pada umumnya, beras merah hanya melalui proses penggilingan sehingga sering disebut dengan beras pecah kulit. Karena beras merah hanya melalui proses penggilingan, kulit ari beras merah masih menempel pada endospermnya. Hal ini menyebabkan beras merah kaya akan antioksidan dan memiliki kandungan pigmen antosianin yang dapat mencegah beberapa macam penyakit dan dapat menangani diabetes.

Padi beras merah yang digunakan pada penelitian ini adalah padi beras merah galur amfibi. Amfibi artinya beras merah tersebut bisa dibudidayakan baik dengan sistem konvensional maupun dengan sistem aerobik. Dibandingkan padi jenis lain, beras merah termasuk jenis padi yang relatif mudah ditanam dan memiliki masa panen yang lebih cepat.

Pada umumnya petani padi sawah di Indonesia menggunakan metode tanam pindah (konvensional) pada kegiatan usahatani. Teknik budidaya konvensional biasa disebut sistem tegal yang biasa dilakukan dengan penggunaan jarak tanam 20x20 cm. Ada juga penggunaan jarak yang lebih lebar, hal tersebut tergantung pada kondisi wilayah, musim, dan kandungan varietas yang ada pada tanaman. Namun demikian, penggunaan sistem budidaya konvensional sangat boros dalam penggunaan air, boros dalam biaya pengelolaan maupun tenaga dan juga akan mempengaruhi kesuburan tanah karena pengolahan tanah dilakukan secara terus menerus sehingga akan mengganggu sifat-sifat tanah baik fisika, biologi maupun kimia tanah. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan sistem budidaya konvensional memiliki produktivitas yang rata-rata masih rendah (Aryana dan Wangiyana, 2016). Oleh sebab itu sangat perlu diciptakan teknologi budidaya padi beras merah yang lebih produktif sekaligus dapat menjaga kelestarian sistem produksi, yang salah satunya adalah teknik budidaya padi sistem aerobik (*aerobic rice system* = ARS), yang belakangan mulai dikembangkan (Prasad, 2011). Pada teknik pengairan sistem aerobik, tanaman padi tidak digenangi dan tanahnya tidak dilumpurkan (Prasad, 2011).

Sistem budidaya konvensional merupakan sistem budidaya padi yang sangat boros dalam penggunaan air karena tanah dan tanaman digenangi air secara terus menerus, tetapi hasil produksinya rata-rata masih rendah, sehingga perlu upaya budidaya yang lebih tepat untuk meningkatkan hasil produksi padi beras merah, antara lain dengan menggunakan teknik budidaya aerobik pada sistem bedeng permanen.

Sistem padi aerobik adalah cara baru dalam menumbuhkan padi dengan lebih sedikit air dibandingkan rata-rata kebutuhan padi dataran rendah. Disebut sistem aerobik karena dalam hal ini padi dapat tumbuh layaknya tanaman di dataran tinggi seperti gandum pada tanah yang tak digenangi air atau jenuh air. Sistem aerobik dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan dapat meningkatkan produktivitas tanaman (Hingdri et al., 2013). Menurut Simarta, 2008 dalam Hingdri et al., (2013) budidaya padi sistem aerobik memiliki keunggulan di antaranya mengurangi penggunaan air 30-49%. Menurut Randriamiharisoa, et al. (2006) metode aerobik dapat meningkatkan aktivitas biota tanah, mendorong pertumbuhan akar, serta meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi. Beberapa peneliti juga telah membuktikan bahwa keuntungan dari sistem budidaya padi aerobik adalah dapat mengurangi dampak negatif dari perubahan iklim (Sato et al., 2011).

Sistem Bedeng Permanen (SBP) merupakan teknik bercocok tanam untuk tanaman padi (musim hujan) dan non padi (musim hujan dan kemarau) dengan menggunakan bedengan, karena teknologi tersebut terbukti lebih unggul dibandingkan dengan sistem konvensional (gogorancah). Bedengan dibuat berukuran panjang minimal 6 meter sampai 10 meter dengan lebar 1 meter dan tinggi 20 cm, jarak antar bedeng 30 cm. Dengan teknologi seperti ini dapat mengoptimalkan penggunaan air irigasi, pengairan cukup dilakukan pada parit antar 2 bedeng dengan tinggi air dari dasar parit 10-15 cm, maka air akan meresap secara lateral dan vertikal karena adanya gaya kapilaritas sehingga air tersebut mampu dimanfaatkan oleh akar tanaman, sistem pengairan, demikian menciptakan efisiensi penggunaan air yang cukup tinggi dan sangat cocok diterapkan pada tanah vertisol.

Adapun hal utama yang harus diperhatikan dalam penanaman padi yaitu kesuburan tanah sebagai media tanam untuk tanaman padi tersebut. Kesuburan tanah adalah mutu tanah untuk bercocok tanam, yang ditentukan oleh interaksi sejumlah sifat fisika, kimia dan biologi bagian tubuh tanah yang menjadi habitat akar-akar aktif

tanaman. Keadaan sifat fisika tanah meliputi kedalaman efektif, tekstur, warna, struktur, kelembaban, kadar lengas kapasitas lapang, lengas jenuh dan tata udara tanah.

Bahan organik berperan penting untuk menciptakan kesuburan tanah. Peranan bahan organik bagi tanah adalah dalam kaitannya dengan perubahan sifat-sifat tanah, yaitu sifat fisik, biologis dan kimia tanah. Bahan organik merupakan pembentuk granulasi dalam tanah dan sangat penting dalam pembentukan agregat tanah yang stabil. Bahan organik adalah bahan pemantap agregat yang tiada taranya. Melalui penambahan bahan organik, tanah yang tadinya berat menjadi berstruktur remah dan relatif ringan. Pergerakan air secara vertikal atau infiltrasi dapat diperbaiki dan tanah dapat menyerap air lebih cepat sehingga aliran permukaan dan erosi diperkecil. Demikian pula aerasi tanah yang menjadi lebih baik karena ruang pori tanah (porositas) bertambah akibat terbentuknya agregat. Pengaruh bahan organik pada ciri fisika tanah adalah: kemampuan menahan air meningkat, warna tanah menjadi coklat hingga hitam, merangsang granulasi agregat dan memantapkannya, dan menurunkan plastisitas, kohesi, dan sifat buruk lainnya dari liat. Untuk mendapatkan kesuburan tanah yang optimal maka sangat diperlukan penambahan bahan organik baik dari sisa tanaman itu sendiri seperti sekam padi, abu sekam padi maupun pupuk kandang sapi yang dapat meningkatkan kesuburan tanah.

Menurut Gawansyah (2000) sekam padi merupakan salah satu hasil samping dari proses penggilingan gabah padi. Berdasarkan hasil analisis kandungan hara sekam dan abu sekam padi cukup tinggi, seperti kandungan Fosfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg). Keuntungan dengan penggunaan sekam padi dan abu sekam padi sebagai tumbuh campuran media adalah tingginya hasil pertanaman dengan kualitas yang baik, meminimumkan kerusakan oleh penyakit, serta ekonomis dalam penggunaan air.

Abu sekam padi merupakan sekam yang dibakar dan berubah bentuknya menjadi abu serta memiliki kandungan unsur yang berbeda dengan sekam padi. Abu sekam padi memiliki kandungan unsur K yang cukup tinggi, yang berperan dalam pertumbuhan tanaman, selain itu juga akan membantu meningkatkan pH dan struktur tanah agar lebih baik (Tamtomo et al., 2015). Abu sekam padi juga merupakan sumber silika (Si). Abu sekam padi dapat digunakan sebagai pupuk yang ramah lingkungan dan murah. Beberapa penelitian menyatakan bahwa perlakuan residu abu sekam padi mampu menurunkan intensitas serangan hama dan keparahan penyakit. Hal ini diduga karena ada kandungan silika yang berfungsi untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit melalui pengerasan jaringan (Fatimah, 2018).

Pemberian pupuk kandang sapi yang memiliki kandungan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis hewan lainnya menyebabkan tingkat kelembapannya juga lebih tinggi, akan tetapi kotoran sapi memiliki tekstur yang padat dengan kadar serat tinggi, seperti selulosa. Sehingga, akan mengalami dekomposisi lebih lambat dibanding pupuk kandang lainnya. Pupuk kandang sapi adalah pupuk yang berasal dari kotoran sapi. Adapun kandungan unsur hara pada pupuk kandang sapi yaitu Nitrogen sebesar 0,4%, Fosfor 0,2%, dan Kalium 0,17%.

Peningkatan produksi tanaman pangan selama ini ditempuh melalui perluasan lahan budidaya. Persoalan utama yang dihadapi petani di lahan kering adalah tingkat kesuburan tanah relatif rendah dibandingkan dengan lahan tadah hujan dan ancaman serius yang dihadapi budidaya tanaman pangan di lahan kering adalah semakin menurunnya ketersediaan air (Yunizar, 2014). Oleh karena itu, dilakukan pengembangan teknologi hemat air seperti pergiliran penyiraman atau dilakukan irigasi pada selang waktu 1-5 hari setelah air mengering. Sistem pengelolaan air ini dikenal dengan nama sistem aerobik (Bouman dan Toung, 2000).

Sistem padi aerobik adalah sistem budidaya padi dengan pemanfaatan air yang secukupnya. Sistem aerobik dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan dapat meningkatkan produktivitas tanaman (Hingdri et al., 2013). Penanaman padi sistem aerobik lebih hemat air dari pada sistem konvensional dengan penghematan hingga 50% bahkan lebih. Selain itu, sistem budidaya padi aerobik dapat menghasilkan gabah berisi lebih tinggi yaitu 1,6-1,9 kali dari produktivitas padi sistem konvensional (Simarmata & Yuwariah, 2008). Keuntungan sistem aerobik ini yaitu dapat meningkatkan suplai oksigen ke akar, ketersediaan nitrogen dalam bentuk nitrat dan amonium serta menjaga ketersediaan mikroorganisme didalam tanah (Vosenek & Veen, 1994). Pada teknik pengairan sistem aerobik, tanaman padi tidak digenangi dan tanahnya tidak dilumpurkan (Prasad, 2011);

Aplikasi bahan organik pada tanah dapat dipadukan dengan penerapan sistem bedeng permanen sehingga selain mampu meningkatkan kesuburan tanah dapat serta mengefisienkan penggunaan lahan. Sistem bedeng permanen merupakan penerapan teknik penyiapan lahan yang digunakan untuk pembudiyaaan tanaman dengan cara pengelolaan tanah seminimum mungkin dan dapat digunakan dalam kurun waktu yang cukup lama yaitu 4 sampai 5 tahun, selain itu penerapan sistem bedeng permanen yang dipadukan dengan pemberian bahan organik telah teruji lebih unggul dibandingkan dengan sistem tanah konvensional (Kusnarta, 2012).

Dengan demikian, pemilihan teknik budidaya serta masukan bahan organik seperti abu sekam padi dan pupuk kandang sapi yang dipadukan dengan penerapan sistem bedeng permanen diyakini memiliki pengaruh terhadap sifat fisika tanah dan pertumbuhan tanaman padi beras merah. Oleh karena itu, perlu dilakukannya kajian mengenai pengaruh aplikasi bahan organik dan teknik budidaya (konvensional dan aerobik) terhadap beberapa sifat fisika tanah serta pertumbuhan padi beras merah pada bedeng permanen.

METHOD

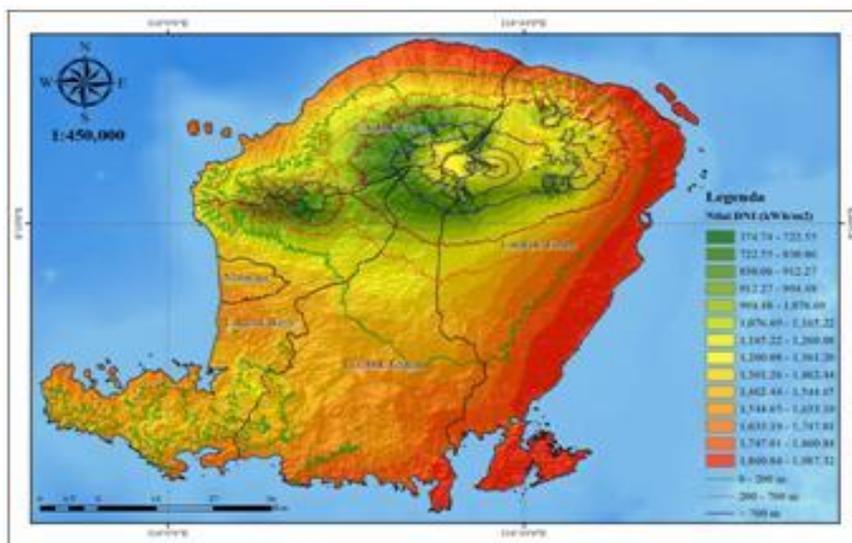
Percobaan ini dilakukan pada bulan Januari-Maret 2021. Penelitian ini dilakukan diseluruh Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Data Intensitas Radiasi matahari, Data suhu, Ketinggian tempat diseluruh wilayah Pulau Lombok.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bolpoin, kalkulator, komputer, Web Global Solar Atlas, Dan Program Aplikasi Quantum GIS.

Percobaan ini dilakukan diseluruh Pulau Lombok dengan 8 arah lereng, yaitu Lereng Barat, Lereng Timur, Lereng Selatan, Lereng Utara, Lereng Barat Daya, Lereng Timur Laut dan Lereng Tenggara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum dapat dikemukakan, bahwa pulau Lombok memperoleh intensitas penyinaran yang bertambah dalam satu tahun, berkisar 700-1700 kWh/m² per tahun. Kompleks pegunungan Rinjani termasuk kawasan yang memperoleh intensitas penyinaran nisbi rendah, yaitu 700-1000 kWh/m².per tahun. Hal ini dipengaruhi oleh faktor kemiringan lereng; pada daerah yang berlereng curam, intensitas DNI menurun, terutama karena sudut datang sinar terhadap bidang datar nisbi kecil (Mendoza,B. 2005).



hipotesis nol (H_0) diterima, yang artinya intensitas DNI yang diterima permukaan bumi di kedua sisi pegunungan Rinjani adalah sama. Jika diterangkan secara argumentasi teoritis.

Bahwa intensitas sinar matahari yang sampai dipermukaan bumi dipengaruhi oleh faktor aspect. Nasir, A. (1999) Lereng yang mengarah ke utara di belahan bumi selatan memperoleh lebih banyak penyinaran sepanjang tahun, daripada lereng yang mengarah ke selatan. Demikian sebaliknya, lereng yang menghadap selatan di belahan bumi utara mendapatkan lebih banyak penyinaran sepanjang tahun (Bayong 2004). Pada percobaan ini fenomena efek faktor arah lereng (aspek) hanya tampak pada dataran rendah, tetapi tidak tampak di dataran medium dan dataran tinggi. Perubahan posisi bumi terhadap matahari menyebabkan perbedaan intensitas radiasi matahari atau insolasi dan lama penyinaran matahari (sunshine duration) yang diterima permukaan bumi, semakin jauh letak tempat dari garis ekuator maka kenaikan lama penyinaran akan semakin besar. (Sari, 2014). Intensitas DNI antara kedua zona (Utara dan selatan pegunungan Rinjani) pada dataran medium dan dataran tinggi adalah sama, yaitu masing-masing 3,6 kWh/m², dan 2,9 kWh/m².

Gradien DNI sebagai Fungsi Ketinggian Tempat

Alasan gradien DNI mengikuti ketinggian tempat, terkait dengan besar sudut sinar datang terhadap permukaan tanah (bidang datar). Semakin mendekat ke arah dataran tinggi pada lereng pegunungan Rinjani, intensitas radiasi menurun dan sampai pada ketinggian tertentu (disebut titik balik) penurunan intensitas mengalami perlambatan, atau intensitas DNI tidak lagi menurun secara signifikan. Pada ketinggian tersebut tercapai intensitas terendah.

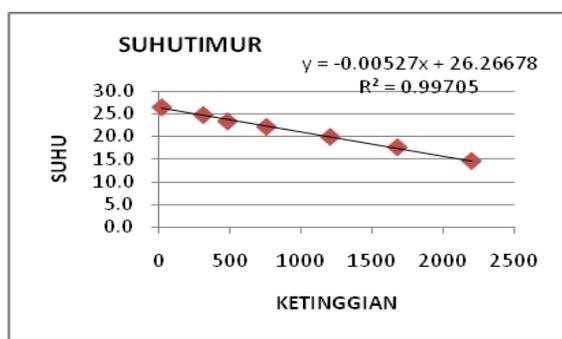
Kemiringan lereng di dataran medium dan dataran tinggi secara berangsur-angsur semakin besar, sedemikian rupa, sehingga sudut datang sinar matahari terhadap permukaan (bidang datar) tidak lagi 90°, melainkan semakin kecil, sehingga intensitas sinar mengecil. Hukum Snellius menjelaskan hubungan antara sudut sinar datang garis normal, dan sudut sinar pantul sama besar, dan berada pada satu bidang datar. Bentuk persamaan Snellius, adalah: $I = I_0 \sin \theta$ dimana intensitas sinar (I) yang diterima permukaan berbanding lurus dengan intensitas sinar datang (I_0) dan besarnya sinus sudut datang (θ) terhadap bidang datar (Soedjojo, 1992).

Dapat dikemukakan, bahwa secara umum sifat fungsi eksponensial tersebut terdiri dari dua fase, yaitu fase penurunan intensitas DNI, dimulai pada ketinggian 0 m dpl sampai pada titik balik (Gambar 4.2 kanan), dan fase perlambatan yang dimulai dari titik balik ke kedudukan yang lebih tinggi. Jika semua nilai parameter yang ada pada fungsi di atas dirata-ratakan, maka diperoleh persamaan fungsi eksponensial merata, sebagai berikut: $DNI(h) = 4,14 e^{-(0.00023h)}$, dimana h adalah ketinggian tempat. Berdasarkan fungsi tersebut, maka dapat diperoleh rerata gradien DNI harian sebesar 0,23 kWh/m². per 1000 m kenaikan tinggi tempat. Artinya intensitas DNI harian akan berkurang sebesar 0,23 kWh/m², setiap ketinggian tempat meningkat sebesar 1000 m dpl. Intensitas DNI tertinggi sesuai fungsi terjadi pada ketinggian 0 m dpl (I_0), sebesar 4,14 kWh/m².hari. DNI terendah diperoleh 2,77 kWh/m²/hari pada ketinggian rerata 1743 m dpl, yang merupakan titik balik. Kedudukan atau ketinggian titik balik DNI tersebut ditentukan secara matematik, melalui rumus perpotongan dua garis linier (persamaan garis linier), yaitu garis linier pertama yang terbentuk pada fase penurunan fungsi eksponensial, dan garis linier kedua pada fase perlambatan. Jika kedua persamaan garis digambarkan pada satu koordinat kartesian, maka kedua garis tersebut berpotongan di suatu titik. Titik perpotongan inilah yang disebut sebagai titik balik, yang dalam penelitian ini diasumsikan sebagai titik atau kedudukan dimana intensitas DNI mulai mendekati intensitas terendah.

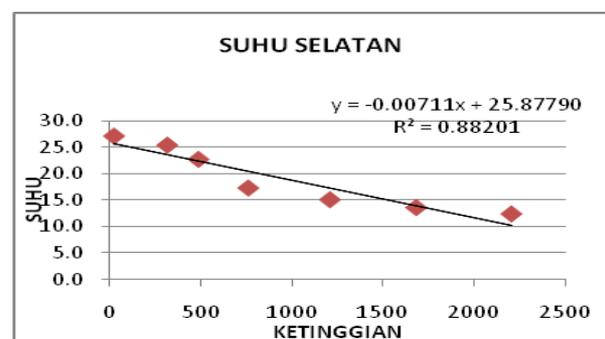
Gradien Suhu Udara Sebagai Fungsi Ketinggian Tempat

Suhu udara merupakan sebuah besaran yang menyatakan tingkat panas atau dingin udara, Suhu bisa berubah sewaktu-waktu tergantung sudut datang sinar matahari, letak atau posisi lintang, keadaan permukaan bumi, dan ketinggian tempat (Himsar (2012)). Pada Gambar 4.3 ditampilkan grafik fungsi linier yang menggambarkan hubungan antara suhu udara dan ketinggian tempat.

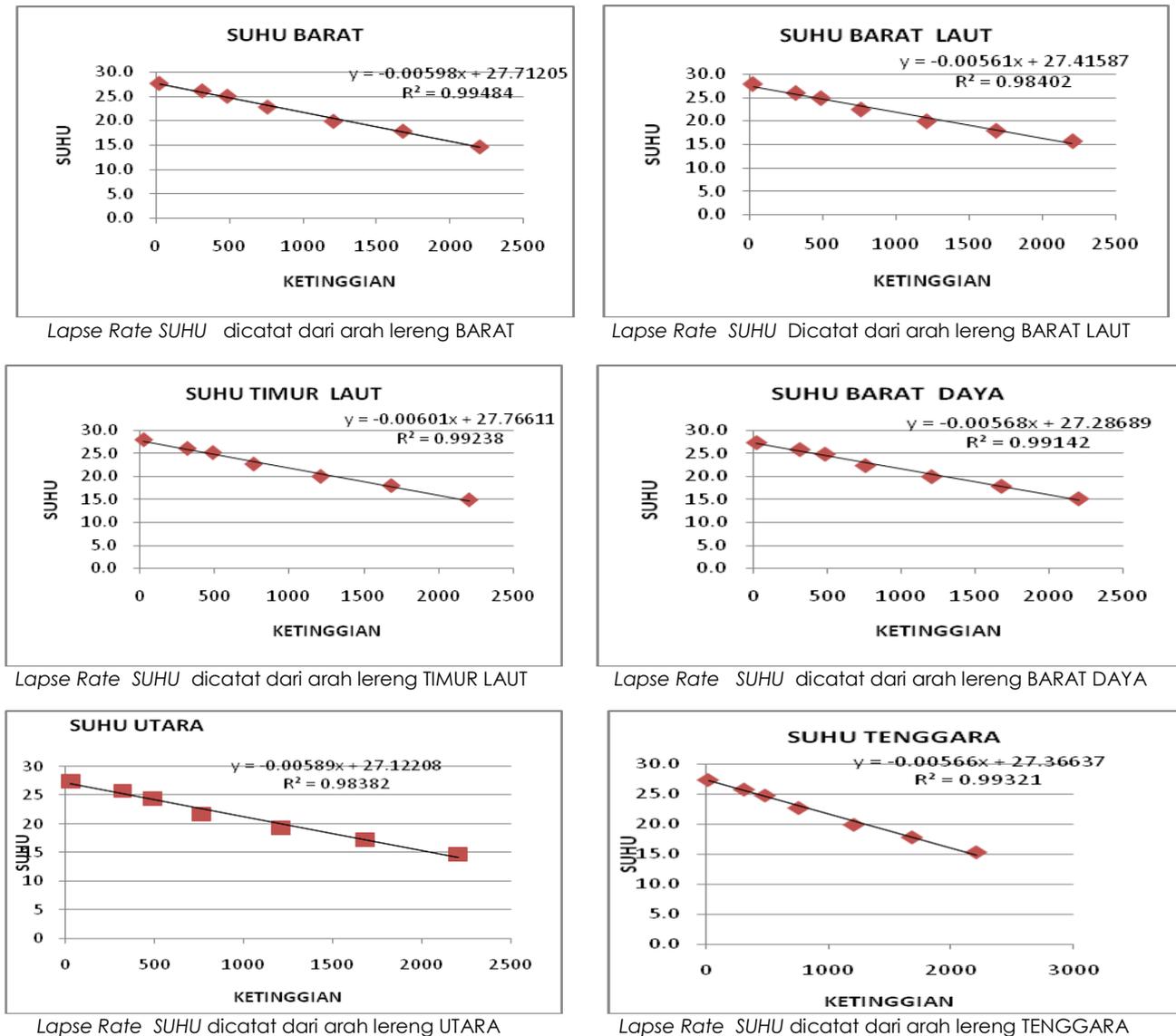
Data suhu diambil dari sumber Global Solar Atlas (www.globalsolaratlas.com), berdasarkan 8 arah lereng pegunungan Rinjani.



Lapse Rate SUHU dicatat dari arah Lereng TIMUR LAUT



Lapse Rate SUHU dicatat dari arah Lereng SELATAN



Lapse Rate SUHU dicatat dari arah lereng BARAT

Lapse Rate SUHU Dicatat dari arah lereng BARAT LAUT

Lapse Rate SUHU dicatat dari arah lereng TIMUR LAUT

Lapse Rate SUHU dicatat dari arah lereng BARAT DAYA

Lapse Rate SUHU dicatat dari arah lereng UTARA

Lapse Rate SUHU dicatat dari arah lereng TENGGARA

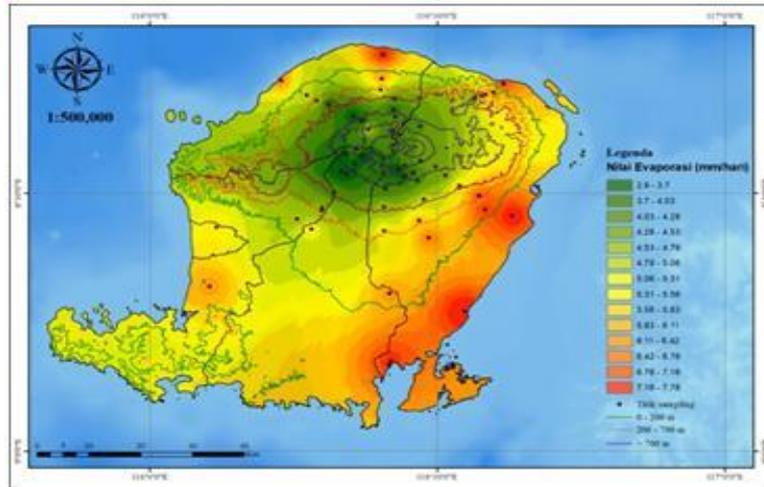
Gambar 4. Gradien Suhu Udara Teramati dari Berbagai Arah Menuju Gunung Rinjani dari: a) Timur Laut, b) Timur, c) Tenggara, d) Selatan, e) Barat Daya, f) Barat, dan g) Arah Utara, h) Barat Laut.

Berdasarkan persamaan fungsi linier tersebut diperoleh nilai konstanta gradien suhu sebagai fungsi ketinggian tempat, yaitu koefisien regresi atau kemiringan garis (slope). Nilai koefisien regresi inilah yang sama dengan lapse rate, yaitu suatu variabel yang menggambarkan besarnya perubahan (penurunan) suhu udara di troposfir akibat dari perubahan ketinggian tempat dari permukaan bumi. Nilai koefisien regresi rata-rata yang diperoleh dari kedelapan persamaan pada Gambar 4.3 di atas adalah $-0,00585 \pm 0,000553$. Tanda minus menunjukkan, bahwa suhu udara menurun dengan meningkatnya ketinggian tempat. Dengan demikian diperoleh konstanta lapse rate $0,58 \text{ } ^\circ\text{C}/100 \text{ m dpl}$, artinya terjadi penurunan suhu sebesar $0,58 \text{ } ^\circ\text{C} \pm 0,055 \text{ } ^\circ\text{C}$ setiap kenaikan tempat setinggi 100 m dpl . Bilangan $\pm 0,055 \text{ } ^\circ\text{C}$ adalah nilai standar deviasi, yang menerangkan besarnya perbedaan hasil penetapan lapse rate jika dilakukan pengukuran dari arah yang berbeda. Suhu rerata udara pada ketinggian 0 m dpl adalah $27,08 \text{ } ^\circ\text{C} \pm 0,67 \text{ } ^\circ\text{C}$, diperoleh dari nilai rerata intersep pada persamaan linier tersebut. Suhu udara pada ketinggian 0 m dpl akan bervariasi pada kisaran $\pm 0,67 \text{ } ^\circ\text{C}$ terhadap suhu rata-rata, dimanapun pengukuran tersebut dilakukan. Dengan demikian, hubungan antara variabel besar (ketinggian tempat) dan variabel tergantung (suhu udara) di pulau Lombok dapat dinyatakan sebagai: $T(h) = -0,0058h + 27,08$.

Variasi Spasial Evaporasi (Eo) dan Evapotranspirasi Potensial (Eto)

Pada penelitian ini dilakukan proses pendugaan evaporasi atau penguapan (E_o) dengan cara konversi satuan (FAO, 2009) terhadap intensitas radiasi matahari langsung yang tegak lurus terhadap permukaan bumi atau

Direct Normal Solar Irradiation (DNI) dalam satuan kWh/m² per hari, kedalam satuan setara milimeter tebal air (mm/hari) yang dapat teruapkan oleh energi matahari yang sampai dipermukaan bumi. Evaporasi merupakan proses perubahan fase air menjadi uap, yang memerlukan energi panas. Berdasarkan hasil konversi satuan DNI tersebut, maka secara spasial evaporasi di pulau Lombok disajikan pada Gambar 5.



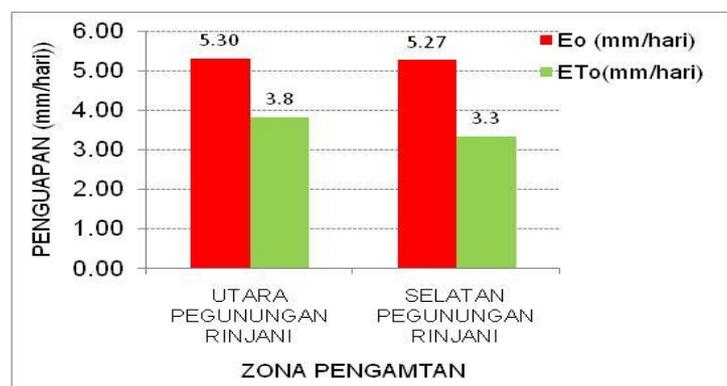
Gambar 5. Sebaran Spasial Potensi Evaporasi (Eo) berdasarkan Hasil Konversi Satuan DNI di Pulau Lombok

Energi panas yang diperlukan untuk mengubah air menjadi uap air disebut sebagai panas laten penguapan, yang besarnya 2260 kJ/kg air atau setara dengan 2,26 MJ/mm.m². (Datt, 2011) Dalam penelitian ini Eo ditetapkan berdasarkan standar konversi kesetaraan (equivalent evaporation) dalam satuan mm per hari, yaitu intensitas radiasi sebesar 2,45 MJ/m².hari setara dengan evaporasi sebesar 1 mm per hari (FAO,2009).

Evaporasi (Eo) secara spasial bervariasi menurut ketinggian tempat, baik di zona selatan, maupun zona utara pegunungan Rinjani. Evaporasi tertinggi terjadi di dataran rendah, kemudian secara berangsur-angsur menurun di dataran medium dan dataran tinggi (Gambar 4.6). Evaporasi (Eo) di dataran rendah zona utara mencapai 7,3 mm/hari, secara gradual menurun menjadi 5,3 mm/hari di dataran medium, dan 4,2 mm/hari di dataran tinggi. Pola yang sama terjadi di zona selatan, dimana evaporasi tertinggi 6,7 mm/hari di dataran rendah turun secara gradual menjadi 5,3 mm/hari di dataran medium dan 4,3 mm/hari di dataran tinggi.

Sebagai pembandingan, maka pada penelitian ini juga ditetapkan nilai evapotranspirasi potensial (ETo) berbasis temperatur biologi, Tb (Tatli, 2016). Temperatur biologi adalah, temperatur yang dianggap ideal untuk menopang pertumbuhan tanaman, yaitu berkisar 0 -30oC, sebagaimana yang dirumuskan oleh Holdridge (1966), yaitu ETo= 58,93xTb. Temperatur biologi pada penelitian ini adalah temperatur rerata tahunan, yang nilainya berkisar antara 0-30oC, artinya setiap temperatur di bawah 0oC dikesampingkan dalam perhitungan.

Pengamatan data Eo dan ETo dikelompokkan menjadi dua zone, yaitu zona utara dan selatan pegunungan Rinjani. Hasil pengelompokkan data disajikan pada Gambar 5.



Gambar 6. Perbandingan Zona (Utara dan Selatan) Pegunungan Rinjani terhadap E_o dan E_o di Pulau Lombok

Gambar 6. menunjukkan, bahwa nilai rerata evaporasi (Eo) lebih tinggi daripada nilai ETo pada kedua sisi pegunungan Rinjani. Epaporasi (Eo) di kedua zona sama besar, yaitu 5,3 mm per hari. ETo di selatan 3,3 mm/hari lebih tinggi daripada di selatan (3,1 mm/hari).

Data spasial E_o dan ETo dikelompokkan berdasar topografi, yaitu dataran rendah (0-200 m dpl), medium (>200-700 m dpl) dan dataran tinggi >700 m dpl). Evaporasi (E_o) sebagaimana yang diperoleh dari hasil konversi penyinaran matahari merupakan suatu besaran yang menggambarkan besarnya jumlah air yang berubah fase menjadi uap apabila memperoleh energi panas dalam jumlah tertentu pada tekanan atmosfer. Adapun ETo dalam penelitian ini dihitung berbasis suhu udara sebagaimana dirumuskan oleh Holdridge (1966) dengan mempertimbangkan sifat respon tanaman (vegetasi) terhadap suhu.



Gambar 7. Pola Evapotranspirasi pada Dataran Rendah, Medium dan Tinggi di Zona Utara dan Selatan Pegunungan Rinjani

Evapotranspirasi potensial (ETo) di zone utara pegunungan Rinjani bervariasi menurut ketinggian tempat, semakin tinggi tempat ETo menurun secara gradual. ETo tertinggi terjadi di dataran rendah, yaitu 4,3 mm/hari, menurun menjadi 3,7 mm/hari di dataran medium, dan 2,7 mm/hari di dataran tinggi. Evapotranspirasi di zona selatan, hampir tidak dipengaruhi oleh ketinggian tempat, dimana nilai ETo berkisar 3,0 – 3,2 mm/hari.

Beberapa faktor yang mungkin menyebabkan hal ini terjadi antara lain: fisiografi lahan di selatan pegunungan Rinjani relatif landai, vegetasi penutupan lahan terutama tegakan atau pohon tumbuh lebih baik dengan sebaran yang lebih luas, merata pada semua daerah aliran sungai, dan populasi tanaman tahunan dalam bentuk agroforestri masih terjaga pada semua hamparan, baik di dataran rendah, medium, dan dataran tinggi. Keseluruhan kondisi tersebut, secara kolektif mempengaruhi iklim mikro setempat, sehingga kehilangan air lewat evaporasi dapat ditekan, sehingga Evapotranspirasi (ETo) nisbi rendah dan variabilitasnya pun rendah. Threewart dan Horn (1995), mengemukakan, bahwa daerah yang bervegetasi baik, meskipun elevasi (ketinggian tempatnya) tinggi, tetapi kecenderungan curah hujan juga lebih tinggi, sehingga jumlah bulan basah cenderung meningkat, dan jumlah bulan kering menurun. (Mahrup, 2018) melaporkan, bahwa angin pembawa uap air yang menimbulkan hujan di Lombok berasal dari angin Barat Daya dan angin Pasat Tenggara, yang keduanya menimbulkan hujan di wilayah bagian selatan pegunungan Rinjani. Tjasyono (2004) mengatakan, bahwa rata-rata curah hujan akan tinggi pada sisi gunung yang menghadang angin, sedangkan pada sisi yang berlawanan, curah hujannya akan rendah. As-Syakur et al., (2011) melaporkan, bahwa tipe iklim di sekitar lereng pegunungan Rinjani lebih basah dibanding kawasan yang lebih jauh dari pegunungan

Hasil Uji Statistik terhadap Parameter Pengamatan

Uji statistik terhadap parameter pengamatan telah dilakukan melalui dua uji homogenitas varian, yaitu uji t (student test) dan uji Bartlett. Uji t dimaksudkan untuk membuktikan varian yang berasal dari dua kelompok data (dua sampel) yang memiliki jumlah sampel sama ($n_1 = n_2$) dan atau jumlah sampel berbeda ($n_1 \neq n_2$). Sebagai pembeda dalam penelitian ini adalah letak geografis, yaitu: kelompok data pengamatan yang berasal dari sisi utara pegunungan Rinjani, dan kelompok data yang berasal dari sisi selatan pegunungan Rinjani. Uji Bartlett dimaksudkan untuk menguji homogenitas varian yang berasal dari lebih dari dua kelompok data (k), yang dalam penelitian ini terdiri dari tiga (3) kelompok data pada masing-masing sisi pegunungan, yaitu: dataran rendah (0-200 m dpl.), medium (>200-700 m dpl.) dan dataran tinggi (>700 m dpl.)

Uji statistik terhadap intensitas sinar matahari (DNI) dilakukan dalam dua kategori, yaitu: (i) uji-t untuk membandingkan DNI antara sisi di utara dan selatan pegunungan Rinjani pada ketinggian yang sama, dan (ii) membandingkan DNI antar ketinggian (rendah, medium dan tinggi) pada sisi yang sama. Pada kategori pertama hasil uji-t menyatakan hipotesis nol (H_0) diterima, atau non signifikan (NS), artinya intensitas DNI yang diterima permukaan bumi di kedua sisi pegunungan Rinjani adalah sama, sebagaimana tertera nilai rata-ratanya. Pada kategori kedua, uji Bartlett menyatakan hipotesis nol (H_0) ditolak, atau signifikan (S) artinya intensitas DNI berbeda antar level ketinggian tempat, dimana intensitas DNI lebih tinggi di dataran rendah daripada di dataran yang lebih tinggi; semakin tinggi tempat (mengarah ke pegunungan Rinjani) intensitas radiasi menurun secara signifikan. Tren penurunan intensitas DNI menurut ketinggian.

Uji-t untuk parameter evaporasi (E_o) antara sisi utara dan selatan pegunungan Rinjani menyatakan hipotesis nol (H_o) diterima, artinya pada kedua sisi pegunungan Rinjani nilai evaporasinya sama. Data rerata E_o kedua sisi disajikan pada Gambar 5 Namun efek ketinggian tempat terhadap evaporasi pada masing-masing sisi berbeda. Pada sisi utara uji Bartlett berbeda secara signifikan (S), artinya evaporasi (E_o) akan selalu lebih tinggi di dataran yang lebih rendah, dibandingkan dataran yang lebih tinggi. Dengan kata lain semakin mendekat ke arah pegunungan Rinjani, evaporasi akan menurun secara nyata tampak pada gambar 1.

Uji-t untuk parameter evapotranspirasi (E_{To}) antara sisi utara dan selatan pegunungan Rinjani bervariasi menurut ketinggian. Hanya pada ketinggian medium, hipotesis nol (H_o) ditolak, atau signifikan (S), dimana E_{To} lebih tinggi pada dataran medium sisi utara, sedangkan pada dataran rendah dan dataran tinggi E_{To} pada kedua sisi pegunungan Rinjani nilai evapotranspirasi (E_{To}) sama, dimana E_{To} di utara (3,8 mm/hari) lebih tinggi daripada E_{To} di selatan (3,3 mm per hari) (Gambar 4.5). Lebih spesifik lagi, bahwa perbedaan E_{To} tersebut, akibat dari E_{To} yang nisbi tinggi di sisi selatan pada dataran medium evapotranspirasi antar ketinggian pada masing-masing sisi menurut uji Bartlett berbeda secara signifikan (S) di kedua sisi, artinya evapotranspirasi (E_{To}) selalu lebih tinggi di dataran yang lebih rendah, dibandingkan dataran yang lebih tinggi. Dengan kata lain semakin mendekat ke arah pegunungan Rinjani dari kedua sisi (utara atau selatan), evapotranspirasi akan menurun secara nyata.

KESIMPULAN

1. Intensitas DNI yang diterima permukaan bumi di kedua sisi pegunungan Rinjani adalah sama, artinya tidak dipengaruhi oleh faktor *aspect* (posisi lereng relatif terhadap arah berkas sinar matahari) melainkan oleh faktor topografi. DNI di dataran rendah (0-200 mdpl) sebesar 4,75 kWh/m, dataran medium (>200-700 mdpl) 3,6 kWh/m² dan dataran tinggi (>700 mdpl) 2,9 kWh/m²
2. Pola variasi dan sebaran spasial evaporasi (E_o) selaras dengan pola variasi DNI. Evaporasi tertinggi terjadi di dataran rendah, dan secara berangsur-angsur menurun di dataran medium dan dataran tinggi. Evaporasi di zona utara pegunungan Rinjani, pada dataran rendah sebesar 7,3 mm/hari, menurun menjadi 5,3 mm/hari pada dataran medium, dan 4,2 mm/hari pada dataran tinggi. Sedangkan di zona selatan, evaporasi tertinggi 6,7 mm/hari (dataran rendah), 5,3 mm per hari pada dataran medium, dan 4,3 mm pada dataran tinggi.
3. Evapotranspirasi potensial (E_{To}) berbasis suhu, menurut metode Holdredge adalah 3.5 mm/hari atau 60% terhadap nilai evaporasi (E_o) yang diperoleh dari hasil konversi DNI, yaitu $E_{To}=E_o \times 0,6$.
4. Koefisien *lapse rate* di pulau Lombok adalah 5,8°C/1000 m dpl.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih tidak lupa penulis ucapkan kepada Bapak Ir. Mahrup M.Si selaku dosen pembimbing utama dan Ir Nyoman Soemeinaboedhy M.Agr., selaku dosen pembimbing pendamping, serta semua pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam pembuatan jurnal ini. Khususnya kepada dosen pembimbing utama dan pendamping yang telah mengarahkan dan membimbing dalam menulis jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Fatimah, dkk.2007. Analisis Hubungan Luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) dan Perubahan Suhu di Kota. Jurnal Hutan Tropis Volume 13 No. 2 173-180
- As-Syakur AR, Nuarsa IW, dan Sunarta IN, 2011. Pemutakhiran peta agroklimat klasifikasi oldeman di pulau lombok dengan aplikasi sistem informasi geografis. Jurnal Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia. p: 79-87.
- Atmaja, Tri, dkk.2019. ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM DAN KETAHANAN PANGAN: TELAHAH INISIATIF DAN KEBIJAKAN. Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia,
- Bayong, T.H.K, 2004. Iklim dan lingkungan, Penerbit PT Cendikia Jaya Utama, Bandung.
- Chattopadhyay, N. & Hulme, M. (1997). Evaporation and Potential Evapotranspiration in India Under Conditions of Recent And Future Climate Change Agric. Forest. Meteorol. 87:55–73.
- Datt P.(2011), Latent heat of vaporization/condensation in Singh V.P., Singh P., Haritashya (eds).Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers, Encyclopdia of Earth Science Series. Springer, Dordrecht.
https://doi.org/10.1007/978-90-481-2642-2_327.
- D. Sara I. 2014. Analisis Potensi Kondisi Suhu dan Radiasi Sinar Matahari di Kota Banda Aceh untuk Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya.Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro 2014. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala.

- FAO, 2009. The ETo Calculator Version 3.1, Reference Manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Land and Water Division. FAO, Via delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy. 37p.
- Gleason, Karen K., Simon K., Rafael R, 2007, Climate Classroom; What's up with global warming, National Wildlife Federation, California.
- Gian, 2013. Pengujian Perbedaan Rata-rata Dua kelompok berpasangan dependent parametric. statistikceria.blogspot.com
- Himsar A., Karakteristik Energi Surya Kota Medan Sebagai Sumber Energi Siklus Refrigerasi Untuk Pengkondisian Udara (AC), Seminar Nasional Sains & Teknologi dan Pameran Mendukung MP3EI, Aula FT. USU, 23 Nopember 2012
- Holdridge L.R., 1966. Life Zone Ecology. Revised Edition. Tropical Science Center. San Jose Costa Rica. 148p.
- Iskandar. 2008. Metodologi Penelitian Pendidikan dan Sosial (Kuantitatif dan Kualitatif). Jakarta: GP Press.
- Pratama R., Asrizal, Kamus Z. 2013. Pembuatan Sistem Pengukuran Durasi Penyinaran Matahari Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535 Menggunakan Sensor LDR. Pillar of Physics, Vol. 2 Oktober 2013, 99-106. FMIPA UNP PADANG.
- Rian Saputra, 2018. Cara Menghitung T-test Secara Manual. <https://tutorimaru.blogspot.com/2018/03/menghitung-t-test.html>. [Diakses 07 Desember 2020]
- Steel, R.G.D, and J.H. Torrie, 1980. Principle and Procedure of Statistics; A Biometrical Approach. Second Editin. International Edition. Mc-Graw-Hill Book Company. Singapore. 633p.
- Soedjojo, P. 1992. Fisika Dasar. Yogyakarta : Gajah Mada University
- Suriadi, dkk. .2011. Keseimbangan Energi Termal dan Efisiensi Transient Pengering Aliran Alami Memanfaatkan Kombinasi Dua Energi. Jurnal Teknik Industri, Vol. 12, No. 1, Februari 2011: 34-40. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana.
- Mahrup, dan M.H. Idris, 2018. Arah Pergerakan Awan dan Distribusi Hujan di Lombok. Prosiding Seminar Nasional SAINTEK 2018. LPPM- Universitas Mataram. Mataram, 27 Oktober 2018, pp:322 - 333.
- Trinah Wati. 2015. Pengaruh Parameter Cuaca Terhadap Proses Evaporasi Pada Interval Waktu yang Berbeda. Departemen Geofisika dan Meteorologi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor
- Tatli, H., Dalfes, H.N, 2016. Defining Holdridge's life zones over Turkey. International. Journal. Climatol. 36. Pp:3864-3872. DOI: 10.1002/joc.4600.
- Walpole, R. and R.H. Myers, 1990. Probability and Statistics for Engineering and Scientists. Macmillan Piblishing Company. Division of Mavmillan Inc. Singapore. 765p.