

ANALISIS NERACA AIR DAN KEBUTUHAN AIR TANAMAN PADI GUNA KETAHANAN PANGAN DALAM UPAYA MITIGASI BENCANA KEKERINGAN PADA SUB DAS SAMIN

Asti Mediani, Mutiara Fajar, Achmad Basuki, Yaumil Finesa

Universitas Muhammadiyah Surakarta
asti.alizein@gmail.com

ABSTRAK

Kekeringan merupakan salah satu bencana yang menjadi ancaman masyarakat Indonesia, menurut Undang-Undang No. 4 Tahun 2007 Kekeringan menjadi salah satu dari 12 bencana yang beresiko tinggi di Indonesia. Kekeringan terjadi karena ketidak seimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air. Terdapat 10 provinsi yang diprioritaskan untuk menanggulangi bencana kekeringan. Jawa Tengah menduduki urutan ke-3 setelah Provinsi Jawa Timur, dengan jumlah 30.468.131 jiwa terpapar resiko bencana kekeringan (Rencana Nasional Penanggulangan Bencana 2015-2019, 2014). Bencana ini terjadi melalui proses yang lama tetapi memiliki dampak yang sangat luas bahkan hingga berdampak pada lintas sektor. Sektor yang paling berdampak dengan adanya bencana ini adalah sektor pertanian, karena pada sektor pertanian ini akan menentukan ketahanan pangan pada daerah tersebut dan juga dapat memengaruhi sosial-ekonomi masyarakat setempat. Ketahanan pangan Indonesia bergantung pada produksi beras, karena beras merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia. Sub DAS Samin merupakan bagian dari DAS Bengawan Solo yang berada pada wilayah dengan salah satu sektor utamanya adalah produksi beras, yaitu berada pada wilayah Kabupaten Karanganyar dan Kabupaten Sukoharjo. Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu sentra produksi beras di Jawa Tengah yang sangat beresiko apabila terjadi bencana kekeringan pada wilayah tersebut. Berdasarkan penelitian (Priyana dan Anna, 2017) nilai indeks kekeringan Sub DAS Samin termasuk kategori sedang. Bahkan berdasarkan data pada tahun 2008 bencana kekeringan mengakibatkan gagal panen hingga penurunan hasil panen di tingkat provinsi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis neraca air dan kebutuhan air tanaman padi dalam upaya mitigasi bencana kekeringan agar ketahanan pangan pada wilayah Sub DAS Samin dapat diperkuat dan berjalan optimal. Penelitian ini menggunakan metode survei dan analisis deskriptif kuantitatif. Data yang digunakan adalah sekunder dan analisis perhitungan neraca air, kebutuhan air untuk tanaman padi menggunakan aplikasi Cropwat 8.0, dan pemetaan indeks kekeringan menggunakan ArcGIS 10.2 guna mitigasi bencana kekeringan di Sub DAS Samin.

Kata Kunci : Mitigasi, Kekeringan, Ketahanan Pangan, Padi

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang seringkali menghadapi bencana. Salah satu dari bencana tersebut yaitu bencana kekeringan. Menurut Insani (2018) Letak geografis Indonesia membuat wilayah Indonesia rawan terhadap gejala kekeringan sebab iklim yang berlaku di wilayah Indonesia adalah monsoon yang diketahui sangat sensitif terhadap perubahan ENSO atau *El-Nino Southern Oscillation*.

Menurut BNPB (2012) Kekeringan merupakan ketersediaan air yang jauh di bawah kebutuhan air untuk kebutuhan hidup, pertanian, kegiatan ekonomi, dan lingkungan. Kekeringan ini terbagi menjadi beberapa jenis, salah satunya adalah kekeringan meteorologis. Kekeringan meteorologis yaitu kekeringan yang memberikan dampak awal sebelum terjadinya kekeringan jenis yang lain. Salah satu faktor penting erat kaitannya dengan kekeringan meteorologis adalah curah hujan.

Curah hujan yang jatuh di suatu wilayah berhubungan dengan keseimbangan air (neraca air) yang ada pada wilayah tersebut. Neraca air (water balance) merupakan neraca masukan dan keluaran air disuatu tempat pada periode tertentu, sehingga dapat digunakan untuk mengetahui jumlah air tersebut kelebihan (surplus) ataupun kekurangan (defisit). Neraca air dapat digunakan sebagai pemantauan kebutuhan air untuk irigasi pertanian yang nantinya berguna untuk mencegah ataupun menanggulangi bencana kekeringan pada suatu wilayah, dengan menganalisis hasil neraca air dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk mitigasi bencana kekeringan.

Mitigasi bencana sangat diperlukan melihat efek domino yang seringkali mengancam dari adanya bencana kekeringan ini. Kekeringan menjadi bencana dengan proses yang lambat tetapi dampak yang dihasilkan sangatlah luas, bermula dari satu sektor kemudian meluas hingga ke berbagai sektor yang ada. Bagian yang paling dikhawatirkan adalah pada saat bencana kekeringan ini mulai berdampak pada sektor sosial-ekonomi. Sektor sosial-ekonomi menjadi puncak dari dampak yang diakibatkan oleh bencana kekeringan. Mulai dari melonjaknya harga kebutuhan pokok, hingga hilangnya pekerjaan dan kematian karena ketidak cukupan bahan pangan yang tersedia.

Penurunan hasil panen padi menjadi ancaman tersendiri melihat latar belakang masyarakat Indonesia yang makanan pokoknya berasal dari beras dengan adanya bencana kekeringan ini. Masyarakat Indonesia sangat bergantung pada ketersediaan beras untuk memenuhi kebutuhan pangan. Terpenuhinya hasil produksi padi yaitu beras dapat menjaga stabilitas ketahanan pangan masyarakat pada wilayah tersebut. Bencana kekeringan ini mulai mengancam saat memasuki awal musim kemarau.

Berdasarkan monitoring terhadap perkembangan musim kemarau menunjukkan dari luasan wilayah, 35% wilayah Indonesia telah memasuki musim kemarau dan kawasan yang berstatus siaga kekeringan adalah kawasan Jakarta Utara, Banten, Nusa Tenggara Barat, dan Sebagian besar Jawa Tengah (www.bmkg.go.id, 2019).

Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu Kabupaten yang menjadi sentra produksi padi di Jawa Tengah. Bencana kekeringan ini pernah melanda Kabupaten Karanganyar pada tahun 2008, 2014, dan 2015. Pada tahun-tahun tersebut terjadi penurunan hasil produksi padi yang cukup signifikan.

Setelah melihat dari sejarah yang ada, Kabupaten Karanganyar pernah mengalami bencana kekeringan hingga mengakibatkan gagal panen dan penurunan produktivitas padi di Jawa Tengah. Hal ini dikarenakan Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu dari beberapa daerah di Jawa Tengah yang menjadi lumbung padi Jawa tengah.

Berdasarkan hal tersebut maka peran pertanian di Kabupaten Karanganyar untuk ketahanan pangan wilayah Jawa Tengah sangatlah penting. Oleh karenanya, penulis mengangkat topik “**Analisis Neraca Air dan Kebutuhan Air Tanaman padi guna Ketahanan Pangan dalam Upaya Mitigasi Bencana Kekeringan pada Sub DAS Samin**”

TINJAUAN PUSTAKA

Kekeringan (Drought)

Kekeringan merupakan masalah yang dihadapi oleh hampir setiap negara di dunia ini meskipun kekeringannya berbeda pada tiap wilayah. Kekeringan (*drought*) sebenarnya sulit untuk diberi batasan yang tegas, sebab kekeringan mempunyai definisi berbeda tergantung pada sudut pandang bidang ilmu tertentu, tergantung letak daerah, dan kebutuhan yang diperlukan. Sebagai contoh, definisi kekeringan di Libya dimana curah hujan kurang dari 180 mm, sedangkan definisi kekeringan di Bali jika tidak turun hujan selama 6 hari berturut-turut (National Drought

Mitigation Center, 2006). Menurut International Glossary of Hidrology (WMO 1974) dalam Pramudia (2002), pengertian kekeringan adalah suatu keadaan tanpa hujan berkepanjangan atau masa kering di bawah normal yang cukup lama sehingga mengakibatkan keseimbangan hidrologi terganggu secara serius. Secara tipologi kekeringan didefinisikan sebagai berikut :

1. Kekeringan Meteorologis

Kekeringan meteorologis berkaitan dengan tingkat curah hujan di bawah normal dalam satu musim. Kekeringan meteorologis biasanya didefinisikan sebagai kurangnya curah hujan selama periode waktu yang telah ditentukan. Ambang batas yang dipilih, seperti 50% dari curah hujan normal selama jangka waktu enam bulan akan bervariasi menurut lokasi sesuai dengan kebutuhan pengguna atau aplikasi (SAARC, 2010). Data yang diperlukan untuk menilai kekeringan meteorologi adalah informasi curah hujan harian, suhu, kelembaban, kecepatan dan tekanan angin serta penguapan.

2. Kekeringan Hidrologis

Kekeringan hidrologis berkaitan dengan kekurangan pasokan air permukaan dan air tanah. Kekeringan hidrologis biasanya didefinisikan oleh kekurangan pada permukaan dan persediaan air bawah permukaan relatif terhadap kondisi rata-rata pada berbagai titik dalam waktu semusim. Seperti kekeringan pertanian, tidak ada hubungan langsung antara jumlah curah hujan dengan status air permukaan dan persediaan air bawah permukaan di danau, waduk, akuifer, dan sungai karena komponen sistem hidrologi digunakan untuk beberapa tujuan, seperti irigasi, rekreasi, pariwisata, pengendalian banjir, transportasi, produksi listrik tenaga air, air pasokan dalam negeri, perlindungan spesies terancam punah, dan manajemen lingkungan, ekosistem, dan pelestarian. Ada juga waktu kesenjangan yang cukup besar antara penyimpangan dari curah hujan dan titik di mana kekurangan-kekurangan ini menjadi jelas dalam komponen permukaan dan bawah permukaan dari sistem hidrologi (SAARC, 2010).

3. Kekeringan Pertanian

Kekeringan pertanian berhubungan dengan kekurangan kandungan air tanah di dalam tanah sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan tanaman tertentu pada periode waktu tertentu yang mempengaruhi penurunan produksi pertanian. Kekeringan pertanian didefinisikan sebagai kurangnya ketersediaan air tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman dan makanan ternak dari curah hujan normal selama beberapa periode waktu tertentu. Hubungan antara curah hujan dan infiltrasi air hujan ke dalam tanah seringkali tidak berlangsung. Tingkat infiltrasi bervariasi tergantung pada kondisi kelembaban, kemiringan, jenis tanah, dan intensitas dari peristiwa presipitasi. Karakteristik tanah juga berbeda. Sebagai contoh, beberapa tanah memiliki kapasitas menyimpan air lebih tinggi, yang membuat mereka kurang rentan terhadap kekeringan (SAARC, 2010).

4. Kekeringan Sosial Ekonomi

Kekeringan sosial ekonomi berkaitan dengan kondisi dimana pasokan komoditas ekonomi kurang dari kebutuhan normal akibat kekeringan meteorologi, hidrologi dan pertanian. Kekeringan sosial ekonomi berbeda nyata dari kekeringan yang lain karena mencerminkan hubungan antara penawaran dan permintaan untuk beberapa komoditas atau ekonomi yang baik (seperti air, pakan ternak, atau pembangkit listrik tenaga air) yang tergantung pada curah hujan. Pasokan bervariasi setiap tahun sebagai fungsi dari ketersediaan air. Permintaan juga naik turun dan sering dikaitkan dengan suatu kecenderungan yang positif akibat peningkatan populasi, pengembangan dan faktor lainnya (SAARC, 2010). Dampak kekeringan bisa ekonomi, lingkungan atau sosial. Kekeringan menghasilkan dampak yang kompleks mencakup banyak sektor ekonomi baik luardaerah yang mengalami kekeringan. Kompleksitas ini ada karena air merupakan bagian integral dari kemampuan masyarakat untuk menghasilkan barang

dan menyediakan layanan. Dampak kekeringan sering disebut bersifat langsung dandidak langsung. Dampak langsung termasuk tanaman berkurang, lahan tidur, dan produktivitas hutan, meningkatkan bahaya kebakaran, ketinggian air berkurang,tingkat kematian satwa liar, dan kerusakan satwa liar dan habitat ikan.Penginderaan jauh dan teknologi GIS memberikan kontribusi signifikan untuk manajemen kekeringan (Jeyaseelan, 2003).

Sub Das Samin

Sub DAS Samin berada pada dua wilayah administrasi yang berbeda, yaitu bagian hulu terletak di Kabupaten Karanganyar dan bagian hilir terletak di Kabupaten Sukoharjo. Sebagian besar wilayah Sub DAS Samin merupakan kawasan pertanian.

Hal tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar penduduk di Sub DAS Samin menggantungkan hidupnya terhadap alam. Peningkatan jumlah penduduk membuat Sub DAS Samin menghadapi dua permasalahan yang saling terkait yaitu, perebutan penggunaan lahan dan ketersediaan sumberdaya air.

Penelitian Anna et al. (2010) di daerah Sukoharjo pada periode 1997 dan 2002, menyatakan bahwa, alih fungsi lahan di daerah Sukoharjo berdampak meningkatkan nilai koefisien limpasan (C) dan menurunkan kapasitas resapan air. Penelitian Marganingrum et al. (2013) menunjukkan bahwa, pada DAS Citarum penurunan penggunaan lahan hutan sebesar 27,61% dan peningkatan lahan terbangun sebesar 25,66% akan menurunkan debit minimal sebesar 46,39% dan debit tahunan sebesar 19,44%. Monitoring dan evaluasi tata air di wilayah Sub DAS Samin menjadi diperlukan untuk menghindari penurunan kualitas lingkungan yang akan merugikan masyarakat.

Imbangan Air Metode Thornwaite

Metode *Thornwaite Mather* merupakan metode yang didasarkan pada konsep neraca air. Metode ini memerlukan curah hujan sebagai *input* dan nantinya evapotranspirasi dan debit sebagai *output*. Dalam prosesnya, metode *Thornthwaite Mather* memerlukan data sifat fisik tanah serta data karakteristik lahan.

Thornwaite Mather (1957) menggunakan konsep neraca air untuk menentukan Indeks kekeringan. Metode ini berdasarkan prinsip neraca air dan menekankan faktor evapotranspirasi sebagai faktor iklim selain hujan serta memasukan variabel lengas tanah. Nilai defisit (kekurangan air) yang dihasilkan digunakan untuk menghitung indeks kekeringan wilayah, yang kemudian dinamakan peta sebaran kekeringan. Hubungan antara hujan dan evapotranspirasi potensial (P dan PE) menunjukkan terjadinya periode bulan basah dan periode bulan kering. Periode kering terjadi apabila $P < PE$ dan menimbulkan keadaan kekurangan air, sehingga diperlukan tambahan kadar air tersimpan dalam tanah yang berupa nilai lengas tanah. Penggunaan kelengasan ($storage=ST$) oleh tanaman menyebabkan terjadinya perubahan nilai kelengasan didalam tanah (ΔST), berkurangnya air hujan secara terus-menerus mengakibatkan kelembaban dalam tanah semakin menurun. Saat periode basah ($P > PE$) dimulai, kelembaban didalam tanah akan terisi kembali hingga mencapai kapasitas lapang (Sto) jika jumlah kelebihan air mencukupi. Sebaliknya jika jumlah kelebihan air hujan pada periode basah tersebut lebih kecil dari kapasitas lapang, Sto tidak akan tercapai. Nilai Sto ditentukan oleh kapasitas tanah menahan air (*Water Holding Capacity*) yakni faktor tanah dan evapotranspirasi. Sehingga jika terdapat kelebihan lengas tanah, hubungan antara nilai lengas tanah dan evapotranspirasi menghasilkan indeks kelembaban (Im). Jika terdapat kekurangan lengas tanah, hubungan antara lengas tanah dan evapotranspirasi akan menghasilkan indeks kekeringan (Ia).

CropWat

CropWat, merupakan sebuah program berbasis Windows yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air tanaman dan kebutuhan irigasi berdasarkan tanah, iklim dan data tanaman. Program ini memungkinkan pengembangan jadwal irigasi untuk kondisi manajemen yang berbeda dan skema perhitungan pasokan air untuk tanaman yang beragam pola. CropWat dapat dipergunakan untuk menghitung evapotranspirasi potensial, evapotranspirasi aktual, kebutuhan air irigasi satu jenis tanaman maupun beberapa jenis tanaman dalam satu hamparan, serta merencanakan pemberian air irigasi. Data yang diperlukan untuk mengoperasikan CropWat adalah data klimatologi bulanan (temperatur maksimum-minimum atau rata-rata, penyinaran matahari, kelembaban, kecepatan angin dan curah hujan). Data tanaman tersedia dalam program secara terbatas dan dapat ditambahkan atau dimodifikasi sesuai dengan kondisi setempat. Pengembangan irigasi di CropWat 8.0, jadwal didasarkan pada keseimbangan harian air tanah dengan menggunakan berbagai pilihan yang ditetapkan pengguna untuk suplai air dan kondisi pengelolaan irigasi. Skema pasokan air dihitung menurut pola tanam yang didefinisikan oleh pengguna, yang dapat mencakup hingga 20 tanaman. Semua prosedur yang digunakan dalam perhitungan CropWat 8.0 didasarkan pada dua publikasi dari FAO Irigasi dan Drainase Series, yaitu :

1. No 56 about “Crop Evapotranspiration” – Guidelines for computing crop water requirements”
2. No 33 about “Yield response to water”

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif guna menganalisis data sekunder. data sekunder yang digunakan merupakan data hasil pencatatan instansional. Penelitian ini lebih menitikberatkan pada pengolahan data sekunder dan observasi digunakan untuk mengetahui kondisi lapangan daerah penelitian.

Metode pengumpulan data menggunakan pengumpulan data sekunder. Analisis data penelitian menggunakan analisis hidrologi untuk menentukan pola distribusi hujan, analisis evapotranspirasi dan run off dengan menggunakan metode thornwaite, dan analisis spasial digunakan guna menganalisis karakteristik penggunaan lahan pada tahun 2004 dan tahun 2016.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Akumulasi Data Curah Hujan selama 10 tahun, tren BK (Bulan Kering) terdapat pada waktu bulan Juni, Juli, Agustus, dan September. Bulan-bulan tersebut merupakan periode musim kemarau. Data Akumulasi Curah Hujan tersebut kemudian digunakan untuk dasar dari perhitungan nilai Indeks Kekeringan menggunakan Metode Thornwaite.

Rumus Indeks Kekeringan Metode Thornwaite adalah

$$I = (D/EP) \times 100\%$$

D : Defisit

EP : Evapotranspirasi Potensial

Nilai Indeks Kekeringan tersebut kemudian di klasifikasikan menjadi tiga kelas, yaitu :

Indeks Kekeringan (%)	Tingkat Kekeringan
<16,77	Ringan
16,77 – 33,33	Sedang
>33,33	Berat

Bulan	DEFISIT (EP-EA)				
	M	SK	JT	JP	TW
Jan	0	0	0	0	0
Feb	0	0	0	0	0
Mar	0	0	0	0	0
Apr	0	0	0	0	0
Mei	0	0	0	0	0
Jun	0	0	0	0	0
Jul	0,71	0	0	0	0
Agst	0,05	0,05	0,05	0,05	0
Sep	1,08	0	0	8,08	0
Okt	0	0	0	0	0
Nov	0	0	0	0	0
Des	0	0	0	0	0

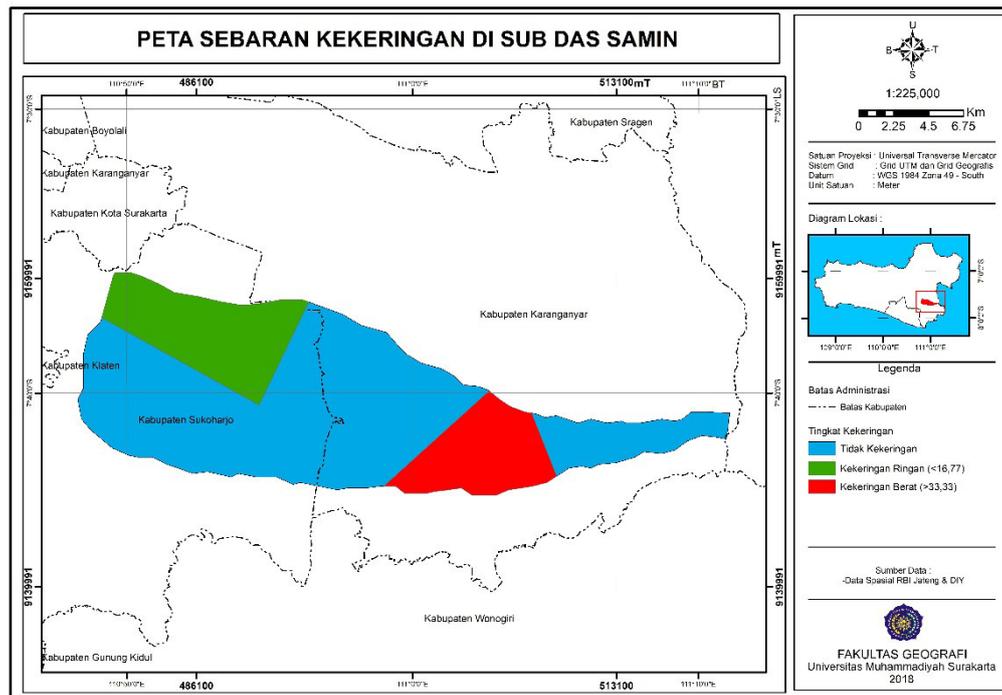
Sumber : Analisis Penulis, 2019

BULAN	INDEKS KEKERINGAN				
	M	SK	JT	JP	TW
Jan	0	0	0	0	0
Feb	0	0	0	0	0
Maret	0	0	0	0	0
April	0	0	0	0	0
Mei	0	0	0	0	0
Juni	0	0	0	0	0
Juli	7,312049	0	0	0	0
Agst	0,497512	0,4975	0,4975	0,498	0
Sept	10,71429	0	0	80,15873	0
Okt	0	0	0	0	0
Nov	0	0	0	0	0
Des	0	0	0	0	0

Sumber : Analisis Penulis, 2019

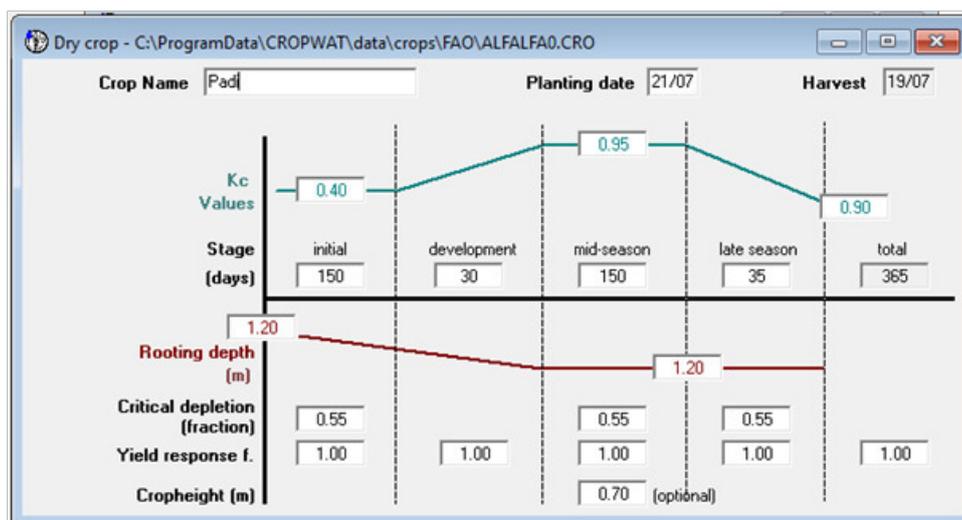
Hasil dari perhitungan Indeks Kekeringan untuk wilayah Stasiun Mojolaban terjadi kekeringan ringan mulai dari Bulan Juli hingga Bulan September dengan indeks kekeringan masing-masing dibawah 16,77%. Sedangkan pada Stasiun Sukoharjo dan Jumantono terjadi kekeringan hanya pada Bulan Agustus, masing-masing sebesar 0,49% yang mana masuk kedalam kategori kekeringan ringan.

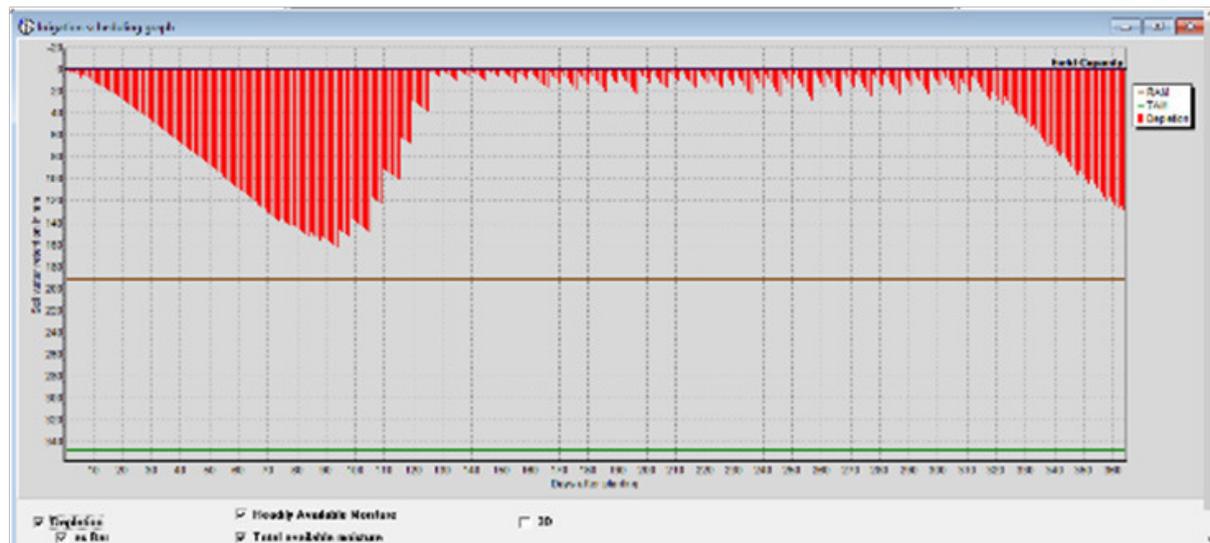
Tingkat kekeringan terparah terjadi pada Bulan September pada Wilayah Stasiun Jumapolo yaitu sebesar 80,16% yang mana memasuki kategori tingkat kekeringan berat.



Sumber : Analisis Penulis, 2019

Berdasarkan hasil tersebut maka pemerintah dapat memfokuskan penanggulangan pada Wilayah Stasisun Jumapolo dengan masa tanam berdasarkan perhitungan pada Aplikasi CropWat 8.0 yaitu tanaman padi baik di panen pada tanggal 19 Juli dan dapat mulai menanam kembali pada tanggal 21 Juli. Grafik irigasi menunjukkan bahwa kebutuhan tanaman akan air irigasi mulai berkurang pada hari ke-100 setelah penanaman dan pada rentang waktu hari ke-120 sampai dengan hari ke-320 setelah penanaman padi tidak memerlukan air yang banyak.





Berdasarkan jadwal irigasi, Irigasi tidak lagi dibutuhkan pada tanggal 19 Juli dan akan mulai dibutuhkan kembali pada tanggal 21 Juli. Dengan mengetahui jadwal kebutuhan irigasi maka dapat di manajemen waktu untuk panen dan waktu untuk bertanam agar lebih efektif dan menghasilkan hasil yang optimal. Pada Bulan Oktober Minggu ke-3 sampai dengan Bulan Mei Minggu pertama bukanlah masa tanam tanaman padi, karena ketersediaan air pada bulan tersebut tidak dapat dipergunakan untuk tanaman padi. Sawah yang dipergunakan untuk tanaman padi dapat dialih fungsikan untuk menjadi ladang tanaman lain seperti tanaman palawija pada bulan-bulan tersebut, agar ketahanan pangan dapat terjaga. Melalui metode Thornwaite dan pengolahan Aplikasi Cropwat 8.0 dapat digunakan sebagai mitigasi bencana kekeringan yang dapat terjadi sewaktu-waktu dan meminimalisir dampak yang terjadi akibat bencana kekeringan.

KESIMPULAN

1. Kekeringan pada Sub DAS Samin terjadi pada Bulan Juli-September.
2. Kekeringan dengan Kategori Berat terjadi pada Bulan September di Wilayah Stasiun Jumapolo.
3. Ketahanan Pangan dapat dilakukan dengan penanaman palawija pada Akhir Bulan Oktober hingga Awal Mei.
4. Penangan dapat di Fokuskan pada Wilayah Stasiun Jumapolo.
5. Metode Thornwaite dan Aplikasi Cropwat 8.0 dapat digunakan sebagai mitigasi bencana kekeringan untuk meminimalisir dampak yang terjadi.

REFERENSI

- Anna AN, Kaeksi RW, Astuti WA. 2010. Analisis karakteristik parameter hidrologi akibat alih fungsi lahan di daerah Sukoharjo melalui citra landsat tahun 1997 dengan tahun 2002. *J Forum Geografi*. 24(1):57-72.
- Jauhari, M., Harisuseno, D., & Andawayanti, U. (t.thn.). Penerapan Metode Thornthwaite Mather Dalam Analisa Kekeringan Di Das Dodokan Kabupaten Lombok Tengah Nusa Tenggara Barat. *Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya*, 1-10.
- Marganingrum D, Arwin, Roosmini D dan Pradono. 2013. Dampak variabilitas hujan dan konversi lahan terhadap sensitifitas debit aliran sungai citarum. *J Forum Geografi*. 27(1):11-22.

- National Drought Mitigation Center. 2006. What Is Drought. USA: Quick Link. <http://www.drought.unl.edu/H>. [12 April 2007]
- Pramudia, A. 2002. Analisis Sensitivitas Tingkat Kerawanan Produksi Padi di Pantai Utara Jawa Barat Terhadap Kekeringan dan ElQProject. a, Y. 2003. Evaluasi Dampak El Nino Terhadap Keragaman Curah Hujan dan Produksi Padi (Sawah dan Ladang) di Provinsi Riau [skripsi]. Bogor. Departemen Geofisika dan MetDH30 Nino. [Thesis]. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Rahayu, N., Sutarno, & Komariah. (2017). Alih Fungsi Lahan dan Curah Hujan terhadap Perubahan Hidrologi Sub Das Samin. *Agrotech Res J. Vol 1. No 1. 2017: 13-20*, 13-20.
- Unknown. (2010, November 03). *CropWat 8.0 Program Bidang Irigasi*. Dipetik Juli 21, 2019, dari Kampus Teknik Sipil.blogspot.com: <http://kampusstekniksipil.blogspot.com/2010/03/cropwat-80-program-bidang-irigasi.html>.