

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima : 11 Juli 2023

Disetujui : 1 Desember 2024

GEOGRAFI

PENGARUH HIDROLOGI LAHAN PERTANIAN TERHADAP PRODUKTIVITAS PADI DI DAS OPAK-OYO**Bagus Arif Setiawan¹, Slamet Suprayogi¹, Ig. L. Setyawan Purnama¹**¹ Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada(✉) *setiawan.bagusarif@gmail.com**ABSTRAK**

Rata-rata produktivitas padi dari setiap kecamatan yang berada di DAS Opak-Oyo tahun 2005 -2017 relatif mengalami fluktuasi antara 54,5 – 64,5 kuintal/ha. Hal ini tentu mengganggu ketahanan pangan di wilayah tersebut mengingat permintaan tanaman pangan terus meningkat setiap tahunnya. Produktivitas tanaman secara umum dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti hidrologi lahan, teknologi yang diterapkan, serangan hama, hingga kualitas benih. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh perubahan hidrologi lahan terhadap fluktuasi produktivitas padi di setiap tahunnya. Analisis hidrologi dilakukan dengan menghitung keseimbangan air di lahan. Masing-masing variabel seperti evapotranspirasi, curah hujan, cadangan air dan perubahannya dibandingkan dengan produktivitas padi di tahun yang sama pada analisis regresi liner ganda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel hidrologi secara simultan berpengaruh terhadap produktivitas padi dengan nilai regresi 0,39 – 0,97 dengan sebagian besar kecamatan memiliki nilai di atas 0,7. Berdasarkan perbandingan nilai koefisien dari persamaan regresi yang dihasilkan, evapotranspirasi cenderung berpengaruh secara dominan di 57% kecamatan, curah hujan berpengaruh dominan di 9% kecamatan, sementara cadangan air dan perubahannya berpengaruh dominan di 34% Kecamatan

Kata Kunci: Hidrologi, Pertanian, Produktivitas**ABSTRACT**

The average productivity of ricefield at subdistricts in the Opak-Oyo watershed was fluctuated between 54.5 - 64.5 quintals/hectare in 2005-2017. This causes food insecurity considering that the food demand is always increasing between years. Crop productivity is generally effected by hydrological condition, application of technology, pests, and quality of seed. This research aims to study the effect of changes in land hidrology on rice productivity for each sub-district in the Opak-Oyo watershed. Hidrological analysis is carried out by calculating the water balance each year. The variables such as evapotranspiration, rainfall, water storage and it changes are compared with rice productivity in multiple linear regression analysis. The results showed that the hydrological variables simultaneously impact on rice productivity with a regression value between 0.39 - 0.97 and above 0.7 in majority. Based on the coefficient value comparasion between variables in resulted equation, evapotranspiration tends to have a dominant impact in 57% of sub-districts, rainfall has a dominant impact in 9% of sub-districts, while water storage and it changes have a dominant impact in 34% of the subdistricts

Keywords: Hidrology, Agriculture, Productivity

PENDAHULUAN

Isu ketahanan pangan saat ini memperoleh perhatian yang serius bagi masyarakat perkotaan. Minimnya lahan pertanian di kota menjadi peluang sekaligus tantangan bagi petani tanaman pangan di area penyangganya. Hal ini juga berlangsung di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta. Provinsi dengan jumlah penduduk yang mencapai 3,9 juta jiwa pada tahun 2021 ini, membutuhkan sekitar 452,6 ribu ton beras (BPS, 2022). Sementara ini, produksi rata-rata beras dari 62 ribu ha sawah di provinsi tersebut hanya mampu memenuhi sekitar 75% total kebutuhan pangan. Jika diasumsikan luas lahan pertanian tidak mengalami perubahan, maka kestabilan pangan dapat tercipta saat lahan tersebut memiliki produktivitas padi sebesar 64 kuintal/ha dengan sistem pertanian dua kali tanam.

Ditinjau dari perspektif DAS, 57% lahan pertanian di DI Yogyakarta terletak di DAS Opak-Oyo. Data kecamatan dalam angka (2006 – 2018) menunjukkan produktivitas padi (rerata tertimbang) di DAS tersebut berkisar antara 54,5 – 64,5 kuintal/ha (rata-rata 60 kuintal/ha) dengan sistem penerapan 1,95 kali pertanian. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pemenuhan pangan secara mandiri masih memungkinkan untuk tercapai dengan mengupayakan kondisi pertanian sesuai dengan kondisi optimalnya.

Produktivitas tanaman padi secara umum mencirikan kualitas pertanian mulai dari fase semai hingga panen. Semakin baik kualitas pertumbuhan padi, maka hasil produksi padi juga akan semakin besar. Menurut Fereres dan Soriano (2006) Chahal, et al (2007) Poudel- Shaw (2016), dan Peprah (2012), dari berbagai faktor yang mempengaruhi kualitas pertanian padi faktor hidrologi merupakan faktor terpenting. Hidrologi lahan pertanian secara umum berpengaruh terhadap jumlah transpirasi tanaman, pengangkutan nutrisi ke perakaran, hingga pengendalian hama yang mengancam pertumbuhan tanaman.

Proses-proses hidrologi seperti hujan, perkolasi, evapotranspirasi, hingga pembentukan aliran permukaan relatif saling berkaitan membentuk keseimbangan air di lahan pertanian. Besarnya proses hidrologi untuk setiap waktunya

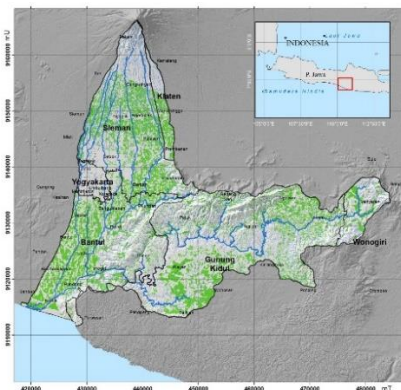
relatif berbeda baik dalam setahun ataupun antar tahun. Perbedaan ini menyebabkan ketersediaan air, penggunaan air, dan cadangan air di lahan pertanian menjadi tidak stabil yang akhirnya mempengaruhi produktivitas padi. Perlu dilakukan kajian mengenai pengaruh variabilitas hidrologi lahan secara simultan terhadap produktivitas padi.

METODE PENELITIAN

Lokasi Kajian

Lokasi kajian pada penelitian ini adalah lahan pertanian seluas 35.285 ha yang tersebar di DAS Opak-Oyo. DAS terbesar di DI Yogyakarta ini memiliki luasan sebesar 131.714 ha. Secara absolut, posisinya berada di antara koordinat $110^{\circ} 15' 26,311''$ - $110^{\circ} 51' 31,777''$ BT dan $7^{\circ} 32' 32,785''$ - $8^{\circ} 2' 12,600''$ LS pada sistem koordinat geografis, atau terletak diantara 418161– 484426mU, dan 9111556 – 9166216 mU Zona 49S pada sistem koordinat UTM. Secara umum lokasi kajian ditunjukkan pada

Gambar 1



Gambar 1. Lokasi kajian: sebaran lahan pertanian (kiri) dan sebaran geomorfologi (kanan)

Data

Data yang digunakan pada penelitian terbagi atas 4 kelompok data. Keempatnya yaitu data spasial dasar, data curah hujan dan klimatologi, data karakteristik lahan, data produktivitas padi. Berikut adalah uraian dari masing-masing data yang digunakan.

1. Data Spasial Dasar

Data spasial dasar pada penelitian ini berfungsi untuk menyusun unit analisis. Unit analisis terdiri atas peta geomorfologi yang

mewakili karakteristik lahan, peta lahan pertanian yang mewakili kegiatan pertanian, dan batas administrasi kecamatan yang mewakili informasi produktivitas padi. Peta Geomorfologi disusun dari analisis DEMNAS dan Peta Geologi Skala 1:100.000 lembar Yogyakarta sedangkan lahan pertanian dan batas administrasi kecamatan diperoleh dari Peta RBI Digital skala 1:25.000.

2. Data curah hujan dan klimatologi

Data curah hujan harian yang digunakan adalah hasil pencatatan stasiun penakar hujan milik Dinas PU-SDA DI Yogyakarta antara tahun 2004 hingga 2017. Stasiun tersebut diantaranya adalah Stasiun Angin-Angin, Bedugan, Beji, Bronggang, Brosot, Gedangan, Gemawang, Karangploso, Kedungkeris, Kempu, Nyemengan, Parangjoho, Plataran, Pundong, Santan, Siluk, Tanjungtirto, dan Wanagama. Sementara itu data klimatologi yang dibutuhkan antara lain data temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari dari hasil pencatatan stasiun iklim milik BMKG dengan rentang waktu yang sama.

3. Data karakteristik Lahan

Data karakteristik lahan yang digunakan pada penelitian diantaranya adalah data tekstur tanah, data kedalaman efektif tanah, dan data ketinggian pematang. Ketiganya diperoleh dari pengamatan lapangan pada unit analisis yang telah disusun. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *classified random sampling*. Data tekstur tanah diamati menggunakan metode USDA (2011) sedangkan kedalaman efektif tanah dan ketinggian pematang diamati dengan pengukuran langsung.

4. Data Pertanian

Data pertanian yang dibutuhkan pada penelitian ini diantaranya adalah data produktivitas padi per kecamatan yang ada di DAS Opak-Oyo tahun 2005 – 2017 dan data kalender pertanian. Data produktivitas padi diperoleh dari instansi BPS melalui dokumen Kecamatan dalam Angka sedangkan data kalender pertanian diperoleh dari Kementerian Pertanian (2018).

Pengolahan data

Pengolahan data pada penelitian ini secara umum melalui empat tahap. Kelimanya yaitu penyusunan unit analisis, perhitungan proses hidrologi yang berlangsung, perhitungan kapasitas cadangan air, pemodelan neraca air, dan uji regresi antara variabel hidrologi dan produktivitas padi. Tahapan tersebut dijelaskan sebagai berikut ini.

1. Penyusunan unit analisis

Penyusunan unit analisis diawali dengan memetakan unit geomorfologi di lokasi kajian. Peta tersebut digabung dengan informasi lahan pertanian dan wilayah administrasi kecamatan untuk menghasilkan peta unit analisis. Penggabungan dilakukan dengan teknik *overlay* pada perangkat lunak GIS.

2. Perhitungan hujan, evapotranspirasi, dan perkolasi lahan pertanian

Pengolahan data hujan dilakukan dengan membangun model GIS berbasis *iterator* yang memuat proses interpolasi data curah hujan dan ekstraksi nilai curah hujan wilayah per unit analisis. Interpolasi dilakukan dengan metode *Inverse Distance Weighted* dan ekstraksi dilakukan dengan metode *zonal statistic: mean*. Hujan pada hari yang sama akan diinterpolasi dan diambil nilai rata-ratanya pada satu unit analisis. Output dari model ini adalah peta interpolasi curah hujan berformat raster dan informasi curah hujan wilayah per unit analisis berformat tabular.

Pengolahan data klimatologi menghasilkan tiga informasi. Ketiganya yaitu evapotranspirasi standar (ET_o), evapotranspirasi tanaman potensial (ET_cP), dan evaporasi tanah (E_sP). Data iklim berupa temperatur, kelembaban udara, kecepatan angin rata-rata, dan persentase sinaran matahari dimasukkan dalam format tabular dan disesuaikan dengan penanggalannya. Data temperatur untuk masing-masing unit analisis diperoleh menggunakan pendekatan Mock (1973) pada Persamaan 1 sementara data iklim lainnya dianggap sama dengan stasiun iklim yogyakarta. ET_o dilakukan dengan metode Blaney dan Criddle (1950) sedangkan ET_cP dan E_sP dihitung menggunakan persamaan Allen et al. (1998). Persamaan untuk perhitungan ET_o, ET_cP, dan E_sP

masing-masing ditunjukkan pada Persamaan 2, Persamaan 3, dan Persamaan 4.

Persamaan 1. Pendekatan temperatur udara F.J Mock (1973)

$$T_n = T_o - \{[(Z_n - Z_o)/1000] \times 6^\circ\text{C}\}$$

Persamaan 2. Evapotranspirasi Standar (ET_o) - Blaney dan Criddle (1950)

$$ET_o = (a + b) \cdot [p(0,457T + 8,13)]$$

$$a = 0,0043 \cdot Rh - (n/N) - 1,41$$

$$b = 0,82 - 0,0041Rh + 1,07 \cdot (n/N) + 0,066 \cdot U - 0,006 \cdot Rh \cdot (n/N) - 0,0006 \cdot Rh \cdot U$$

Persamaan 3. Evapotranspirasi Tanaman Potensial (E_tP) – Allen et al. (1998)

$$E_tP = E_to K_c$$

K_c = 0,76 (Semai); 0,9 (Vegetatif); 1,3 (Generatif); 1,23 (Pemasakan) - Hasanah (2015)

Persamaan 4. Evaporasi tanah Potensial (E_sP) - Allen et al (1998)

$$E_sP = E_to \times K_e \text{ dengan } K_e = K_{c \max} - K_c$$

K_{c max} = a, Jika nilai a > b dan K_{c max} = b, Jika nilai a < b

$$a = \{1,2 + [0,04 \cdot (U - 2) - 0,004 (Rh_{min} - 45)] \cdot (h/3)^{0,3}\}$$

sementara b = 0,05 + K_c

Keterangan:

P = persentase penyinaran matahari tahunan, T= temperatur harian Rata-rata, Rh = kelembaban udara minimum, n/N =rasio waktu penyinaran, dan U adalah kecepatan angin rata-rata, h = ketinggian tanaman, K_c = koefisien tanaman, dan K_e = Koefisien evaporasi. T_n = Temperatur udara pada median elevasi unit analisis, T_o= temperatur udara tercatat pada stasiun klimatologi , dan z_n adalah median elevasi unit analisis, dan z_o adalah elevasi stasiun klimatologi acuan.

Perkolasi potensial dihitung menggunakan pendekatan Razavipour dan Farokh (2014) yang mengacu pada kadar lempung. Kadar lempung diketahui dari segitiga tekstur milik USDA (2021). Sementara itu informasi tekstur masing-masing unit analisis diketahui dari pengamatan lapangan. Perhitungan perkolasi potensial dirumuskan pada Persamaan 5.

Persamaan 5. Perkolasi Potensial (Razavipour dan Farokh, 2014)

$$PercP = 0.893 - 0.033 \cdot \%Clay + 0.0004 \%Clay^2, \%Clay = \text{kadar lempung}$$

3. Perhitungan kapasitas cadangan air

Cadangan air di lahan pertanian terbagi menjadi dua yaitu cadangan lengas tanah dan cadangan air permukaan. Besarnya kapasitas simpanan cadangan air tersebut berbeda antar unit analisis. Kapasitas lengas tanah sama dengan kedalaman efektif dikali nilai porositas tanah, sementara kapasitas cadangan air permukaan sama dengan ketinggian pematang. Informasi ketinggian pematang dan kedalaman efektif diketahui dari pengamatan lapangan. Porositas tanah di lahan pertanian dapat diketahui dengan menggunakan pendekatan tekstur seperti pada Allen, et al. (1998) dan Clap dan Hornberger (1978).

Tabel 1. Kapasitas lengas tanah berdasarkan tekstur tanah (Allen, et al. (1998) dan Clap dan Hornberger (1978))

Tekstur	Sat(mm/m)	Fc (mm/m)	Wp (mm/m)
Sand	417	85	45
Loamy Sand	401	150	65
Sandy Loam	412	230	110
Loam	434	250	120
Silt Loam	486	280	150
Sandy Clay Loam	330	330	170
Silty Clay Loam	432	360	205
Silty Clay	423	360	230
Clay	385	370	220

4. Pemodelan neraca air

Pemodelan neraca air secara umum mengacu pada model neraca air Seyhan (1990). Masukkan, penggunaan, pembentukan aliran permukaan, dan cadangan air saling berkaitan satu sama lain. Secara matematis konsep tersebut diuraikan pada Persamaan 6. Pemodelan dilakukan dengan skema harian dan berkelanjutan. Surplus atau defisit cadangan air di hari tertentu akan berpengaruh pada hari berikutnya.

Persamaan 6. Neraca air pertanian

Hujan = Evapotranspirasi tanaman + evaporasi + Perkolasi ± Perubahan cadangan air + Aliran permukaan

Persamaan 6 menunjukkan bahwa masukan air akan dibagi menjadi beberapa penggunaan dan menghasilkan perubahan cadangan air. Pada kondisi tertentu, curah hujan yang masuk relatif kecil. Hal ini menyebabkan penggunaan air akan lebih kecil dari nilai potensialnya. Menurut Frances (2008) dan Allen, et al (1998), cadangan air dalam hal ini lengas tanah memiliki peranan mengatur penggunaan air di lahan pertanian. Saat lengas tanah berada pada kondisi dibawah standar, maka penggunaan air berupa evaporasi, evapotranspirasi, dan perkolasi akan disesuaikan nilainya. Sementara itu aliran permukaan hanya terbentuk ketika jumlah masukan air dan cadangan air awal melebihi kapasitas simpanan air. Perhitungan penggunaan air aktual untuk evapotranspirasi tanaman, evaporasi tanah, dan perkolasi masing-masing dijelaskan pada Persamaan 7,

Persamaan 8, dan Persamaan 9

Persamaan 7. Evapotranspirasi Tanaman Aktual (Allen et al., 1998)

$$Etc = EtcP \cdot K_s,$$

$$K_s = \frac{TAW - D}{TAW - RAW} - \frac{TAW - D}{(1-p) \cdot TAW}$$

$$TAW = 1000(\theta fc - \theta wp)Zr$$

$$RAW = p \cdot TAW, p \text{ untuk tanaman padi} = 0,2$$

Persamaan 8. Evaporasi tanah aktual (Allen et al., 1998)

$$Es = EsP \cdot Kr10$$

$$Kr10 = \frac{TEW - De}{TEW - REW} \text{ jika } \theta < Fc, Kr10 = 1 \text{ jika } \theta > Fc$$

$$TEW = Fc - 0,5 Wp$$

$$REW = 0,5 TEW, De = \sum_1^n d\theta 10, Fc$$

Persamaan 9. Perkolasi Aktual (Frances, 2008)

$$\text{Perkolasi Aktual} = \text{Perkolasi Potensial} \times \left(\frac{\theta - \theta fc}{\theta Sat - \theta fc} \right)$$

Keterangan:

Etc = Evapotranspirasi aktual, Ks = faktor penyesuaian, EtcP = evapotranspirasi Potensial, TAW = Total air tersedia untuk tanaman, RAW = Air tersedia untuk

tanaman tanpa adanya kejadian crop stress (readily available water), p = faktor tekanan tanaman, dan Zr = kedalaman efektif tanaman, Es = Evaporasi tanah aktual, EsP = evaporasi tanah Potensial, TEW = total air mampu terevaporasi, REW Air mampu terevaporasi tanpa efek deplesi, De = ketebalan tanah permukaan (kedalaman efektif = 10 cm), θ = lengas tanah, fc = kapasitas lapang, wp = titik layu,

5. Pengujian regresi linier ganda

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini berbasis pada nilai variasi. Simpangan nilai yang dihasilkan oleh variabel bebas memungkinkan untuk berpengaruh terhadap simpangan variabel terikatnya. Variabel bebas dalam hal ini adalah variabel hidrologi sementara variabel terikat adalah produktivitas padi. Rumusan regresi linier ganda akan menghasilkan persamaan yang ditunjukkan pada Persamaan 10 (Fulmer & Ostroff, 2014).

Persamaan 10. Regresi linier ganda

$$Y_i = \alpha_1 \beta_1 + \alpha_i \beta_i + \dots + C$$

Y pada persamaan menunjukkan simpangan produktivitas padi, α menunjukkan koefisien dari variabel, dan β_1 menunjukkan nilai simpangan variabel pada satuan waktu tertentu.

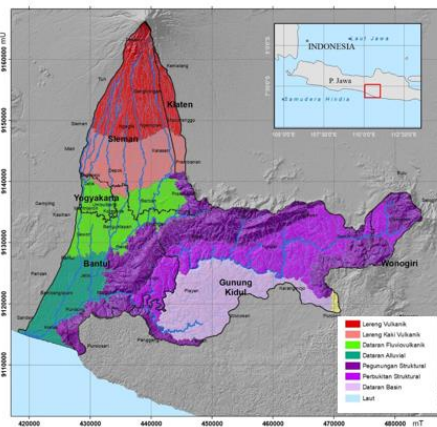
Secara teknis analisis regresi linier ganda, dilakukan dengan beberapa tahapan. Tahapan tersebut diantaranya adalah: 1. Pemilihan variabel berpengaruh menggunakan fitur *automatic linier Regression Model: forward stepwise* 2. Uji beda (ANOVA) dan uji multikolinieritas, dan 3. Uji regresi linier ganda. Ketiganya dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Lahan Pertanian di DAS Opak-Oyo

Pertanian padi di DAS Opak-Oyo secara umum diterapkan pada lahan pertanian berupa sawah dengan ketinggian pematang sekitar 20 cm. Sawah-sawah ini tersebar di tujuh unit geomorfologi. Ketujuhnya yaitu Lereng vulkanik (V1), Lereng Kaki Vulkanik (V2), Dataran Fluviovulkanik (F1), Dataran Alluvial (F2), Komplek Pegunungan Struktural (S1), Komplek Perbukitan Struktural (S2), dan Dataran Basin (S3). Sebaran unit

geomorfologi tersebut ditunjukkan pada Gambar 2. Ketujuh unit geomorfologi cenderung membentuk karakteristik tanah yang berbeda satu sama lain. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa tanah di unit geomorfologi vulkanik (V1 dan V2) relatif tebal dan bertekstur kasar, tanah di unit geomorfologi struktural (S1, S2, dan S3) relatif tipis dan tekstur halus, sementara tanah di unit geomorfologi fluvial (F1 dan F2) cenderung tebal dengan tekstur sedang (berimbang antara tekstur kasar dan halus). Hasil pengamatan tersebut ditunjukkan pada **Error! Reference source not found.**



Gambar 2. Sebaran Satuan Geomorfologi di DAS Opak-Oyo

Hasil pengamatan lapangan dan analisis mengacu pada Tabel 1 dan Persamaan 5 menghasilkan informasi karakteristik lengas tanah dan perkolasi potensial di masing-masing unit geomorfologi. Informasi ini ditampilkan pada **Error! Reference source not found.** Lahan paling ideal ditunjukkan pada unit geomorfologi F1 dan F2. Tanah yang tebal dengan tekstur *loam* menghasilkan kapasitas

simpanan yang besar. Kapasitas simpanan yang besar berpotensi menyimpan air lebih besar sehingga saat masukkan air berkurang, air tersedia di lahan masih dapat diandalkan untuk memenuhi kebutuhan pertanian. Proporsi antara air bebas bebas (air yang masih bergerak secara vertikal dalam lengas karena pengaruh gravitasi) dan air tersedia (air yang dapat diakses oleh tanaman dan sudah tidak mengalami proses perkolasi) di lahan ini juga relatif berimbang. Proporsi tersebut menghasilkan alokasi penggunaan air lebih efektif. Lahan F1 dan F2 juga memiliki laju perkolasi sedang. Pada dasarnya pertanian membutuhkan proses ini untuk pergantian air permukaan dan pengangkutan nutrisi pupuk di permukaan tanah. Perkolasi yang lebih lambat menyebabkan terganggunya transpor nutrisi dan berkurangnya kualitas air permukaan namun perkolasi yang terlalu cepat juga menghasilkan penggunaan air yang tidak efektif.

Lahan di unit geomorfologi V1 dan V2 memiliki kelemahan dalam hal proporsi air bebas dan air tersedia serta tingginya laju perkolasi. Hal ini menyebabkan alokasi penggunaan air untuk tanaman relatif lebih kecil dibandingkan kehilangan air akibat pengaruh gravitasi. Lahan di unit geomorfologi S1, S2, dan S3 cenderung memiliki kelemahan berupa kapasitas simpanannya yang relatif kecil. Jumlah air tersimpan di lahan tersebut relatif terbatas. Saat masukkan air besar (hujan) besar, cadangan air permukaan dan aliran permukaan dapat dengan mudah terbentuk. Sebaliknya, saat masukkan air kecil, air yang tersimpan relatif terbatas dalam memenuhi kebutuhan air pertanian.

Tabel 2. Karakteristik tanah lahan pertanian di DAS Opak-Oyo

BL	Kelas Tekstur Tanah	Kedalaman efektif (cm)	Kapasitas lengas			Air Bebas	Available Water	Perkolasi Potensial
			θWp	θFc	θSat			
V1	Loamy Sand	75	53	128	308	180	75	7,2
V2	Sandy Loam	75	75	150	326	176	75	6,5
F1	Loam ; Clay +	90	126	225	406	181	99	5,5
F2	Loam ; Clay ++	90	144	261	410	149	117	5
S1	Clay Loam	40	96	148	190	42	52	2,6
S2	Silty Clay Loam; Clay +	50	110	175	239	64	65	2,9
S3	Silty Clay Loam; Clay ++	60	120	192	280	88	72	3,1

Air bebas = $\theta Sat - \theta Fc$, Available water = $\theta Fc - \theta Wp$

Curah Hujan dan Evapotranspirasi

Kegiatan pertanian padi di DAS Opak-Oyo berlangsung mulai pertengahan Oktober hingga pertengahan Juni dengan jumlah penerapan sebanyak dua kali. Setiap musim tanam berlangsung selama 120 hari. Tanaman padi mengalami empat fase pertumbuhan dalam setiap musim tanam. Keempatnya yaitu fase semai (20 hari), fase vegetatif (40 hari), fase generatif (30 hari), dan fase pemasakan (30 hari). Penerapan pertanian tersebut secara umum bertepatan dengan musim hujan. Fase semai di musim tanam pertama jatuh pada awal peralihan antara musim kemarau dengan musim hujan. Musim hujan berakhir pada musim tanam kedua fase pemasakan.

Tabel 3.

Ditinjau berdasarkan pola puncak musim hujannya, puncak musim hujan (hujan tertinggi) di masing-masing unit geomorfologi relatif berbeda. Hujan di unit geomorfologi V1 dan V2 cenderung memiliki puncak musim hujan pada musim tanam kedua fase semai. Hujan di unit geomorfologi F1 dan F2 memiliki puncak musim hujan di musim tanam pertama fase generatif. Hujan di unit geomorfologi S1, S2, dan S3 cenderung memiliki

Tabel 3, evapotranspirasi antar unit geomorfologi tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Hal ini disebabkan karena data iklim yang digunakan relatif sama dan hanya dibedakan oleh perbedaan temperatur udara (pendekatan Mock, 1973). Evapotranspirasi standar tersebut menghasilkan nilai evapotranspirasi tanaman potensial sebesar 3 – 4,5 mm/hari sementara

Tabel 3. Nilai standar deviasi curah hujan relatif lebih besar dibandingkan dengan evapotranspirasi standar. Hal ini menunjukkan bahwa hujan lebih tidak stabil dibandingkan evapotranspirasi. Perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata (koefisien variasi) paling tinggi untuk data curah hujan berada pada

Hujan yang masuk ke lahan pertanian relatif berbeda untuk setiap musim dan fase tanam. Di awal musim hujan (fase semai) rata-rata hujan yang masuk sebesar 2 – 3 mm/hari. Di fase berikutnya, hujan relatif besar dengan rata-rata nilai 7 – 11 mm/hari hingga musim tanam kedua fase vegetatif. Curah hujan mengalami penurunan pada musim tanam kedua fase generatif dengan rata-rata sebesar 4 mm/hari. Di akhir fase tanam musim tanam kedua hujan relatif sama dengan fase semai yaitu 2 – 3 mm/hari. Rincian hujan harian rata-rata untuk setiap lahan (diringkas berdasarkan unit geomorfologi) hasil perhitungan hujan wilayah ditunjukkan pada

dua puncak musim yaitu musim tanam pertama fase generatif dan musim tanam kedua fase semai.

Evapotranspirasi standar yang berlangsung saat penerapan pertanian relatif dinamis dengan rentang nilai 2,6 – 3.2 mm/hari. Evapotranspirasi standar tertinggi ditemukan pada peralihan musim yang bertepatan dengan fase semai musim tanam pertama dan fase pemasakan musim tanam kedua. Berdasarkan hasil pengolahan data iklim pada

evaporasi tanah berkisar antara 0,5 – 1,7 mm/hari tergantung pada satuan waktunya (Persamaan 3 dan Persamaan 4).

Baik curah hujan maupun evapotranspirasi standar yang berlangsung di DAS Opak-Oyo memiliki variasi antar tahun. Hal ini ditunjukkan dengan nilai standar deviasi pada

musim tanam pertama fase semai dan musim tanam kedua fase pemasakan (peralihan musim). Hal ini mengindikasikan bahwa hujan di kedua waktu tersebut paling tidak dapat diandalkan. Sementara itu standar deviasi untuk evapotranspirasi relatif kecil. Simpangan bakunya hanya berkisar 3% dari nilai rata-ratanya.

Tabel 3. Curah hujan wilayah dan evapotranspirasi standar teringkas dalam unit geomorfologi

Curah Hujan Harian Rata-rata (mm/hari)																
BL	11	Stdv	12	Stdv	13	Stdv	14	Stdv	21	Stdv	22	Stdv	23	Stdv	24	Stdv
F1	2.95	2.66	7.42	2.98	10.49	4.02	10.35	2.9	10.62	3.03	8.1	2.75	4.6	2.39	2.21	2.38
F2	2.56	2.46	8.25	3.4	11.63	5.27	9.86	3.16	10.04	3.34	8.8	3.67	4.35	3	2.07	2.55
S1	2.88	2.37	7.02	3	9.42	3.01	9.4	2.66	9.63	3.13	7.46	2.49	4.21	2.12	2.12	2.04
S2	2.99	2.45	6.17	2.96	7.91	2.17	8.46	2.65	8.78	3.61	6.49	2.2	3.78	1.64	2.06	1.96
S3	3.15	2.6	7.03	3	9.6	3.44	9.45	2.3	9.75	3.57	7.83	2.25	4.18	2.36	2.27	2.24
V1	3.4	3.04	8.19	3.39	9.71	2.98	11.03	3.21	11.49	2.99	8.2	3.13	5.95	2.67	2.79	2.33
V2	2.63	1.92	6.77	2.99	8.82	2.8	9.56	3.46	10.63	2.54	7.45	2.98	4.94	2.56	2.11	1.56
Evapotranspirasi Standar Harian Rata-rata (mm/hari)																
BL	11	Stdv	12	Stdv	13	Stdv	14	Stdv	21	Stdv	22	Stdv	23	Stdv	24	Stdv
F1	3.21	0.19	2.65	0.15	2.95	0.17	2.85	0.19	2.97	0.16	3.09	0.14	3.21	0.13	3.23	0.16
F2	3.23	0.19	2.67	0.15	2.97	0.17	2.87	0.19	2.99	0.16	3.11	0.14	3.24	0.13	3.26	0.16
S1	3.19	0.19	2.63	0.15	2.93	0.17	2.83	0.19	2.95	0.16	3.07	0.14	3.19	0.13	3.21	0.16
S2	3.17	0.19	2.61	0.15	2.91	0.17	2.81	0.19	2.93	0.16	3.05	0.14	3.17	0.13	3.19	0.16
S3	3.17	0.19	2.62	0.15	2.91	0.17	2.82	0.19	2.93	0.16	3.05	0.14	3.17	0.13	3.19	0.16
V1	3.11	0.19	2.56	0.15	2.85	0.17	2.75	0.19	2.87	0.16	2.99	0.14	3.11	0.13	3.13	0.16
V2	3.16	0.19	2.61	0.15	2.91	0.17	2.81	0.19	2.92	0.16	3.04	0.14	3.17	0.13	3.19	0.16

Kode angka pada judul kolom menunjukkan musim (angka pertama) dan fase tanam (angka kedua)

Cadangan air dan Aliran Permukaan

Curah hujan yang merupakan masukan air serta evapotranspirasi standar yang memicu penggunaan air tanaman dan evaporasi tentu akan mendapatkan respon tertentu oleh tanah di lahan pertanian. Bentuk responnya antara lain perkolasi, penyimpanan air dalam lengas, pembentukan cadangan air permukaan, pembentukan aliran permukaan. Karakteristik lahan dan kondisi iklim dari masing-masing unit geomorfologi relatif beda satu sama lain, hal ini menyebabkan adanya perbedaan keseimbangan air di masing-masing lahan. Hasil kalkulasi neraca air yang mengindikasikan respon lahan pertanian di DAS Opak-Oyo (teringkass dalam unit geomorfologi) ditunjukkan pada tabel 4.

Di awal musim hujan (musim tanam pertama fase semai) terlihat rata-rata lengas tanah di DAS Opak-Oyo masih berada di bawah kapasitas lapang. Perubahan lengasnya rata-rata bernilai 1 mm/hari. yang berarti aktivitas penyimpanan air berlangsung pada waktu ini. Namun demikian hasil pemodelan menemukan adanya pembentukan cadangan air permukaan di unit geomorfologi S1, S2, dan S3. Hal ini menunjukkan bahwa pada rentang tahun 2004 – 2017, ada kalanya hujan berlebih sehingga unit geomorfologi dengan kapasitas simpanan lengas terendah mampu membentuk air permukaan. Kondisi tersebut relatif jarang hal ini dibuktikan dengan nilai rata-rata perubahan cadangan air yang relatif kecil.

Ketersediaan air mulai terjamin saat pertanian memasuki musim tanam pertama fase

kedua. Seluruh unit geomorfologi memiliki lengas tanah di atas kapasitas lapang. Perubahan lengas tanah juga bernilai positif dengan nilai sekitar 2 –4 mm/hari. Hal ini mengindikasikan masukan air lebih besar dibandingkan penggunaannya. Di unit geomorfologi S1, S2, dan S3 cadangan air permukaan dan perubahan cadangan air permukaannya terbentuk dalam jumlah besar meskipun relatif tidak stabil (ditunjukkan oleh nilai standar deviasi melebihi nilai rata-rata) sementara itu di unit geomorfologi lain, cadangan air permukaan masuk dalam kategori kasus ekstrim (tidak banyak muncul).

Ketersediaan air relatif stabil mulai dari musim tanam kedua fase generatif hingga musim tanam kedua fase vegetatif. Lengas tanah relatif mendekati jenuh dan cadangan air permukaan yang terbentuk berkisar antara 20 – 50 mm. Di rentang waktu ini hampir semua unit geomorfologi memproduksi aliran permukaan dengan jumlah yang berbeda satu sama lain. Produksi terbesar ditunjukkan pada kelompok geomorfologi struktural. Kapasitas simpanan yang kecil menyebabkan masukan air tidak tertampung maksimal dan justru keluar dari lahan pertanian. Produksi aliran permukaan terkecil ditunjukkan pada kelompok geomorfologi vulkanik. Lahan ini cenderung mengalami kehilangan air melalui proses perkolasi dibandingkan dengan pembentukan aliran permukaan.

Saat memasuki akhir musim hujan, curah hujan yang masuk tidak mampu memenuhi kebutuhan air lahan pertanian secara keseluruhan.

Hal ini menyebabkan pertanian mengandalkan simpanan air baik lengas tanah maupun air permukaan untuk memenuhi kebutuhannya. Di unit geomorfologi struktural, simpanan air mengalami

tren penurunan (penggunaan air) pada musim tanam kedua fase semai. Sementara itu unit vulkanik dan fluvial mulai mengalami tren penurunan di fase berikutnya

Tabel 4. Aliran permukaan, cadangan air, dan perubahan cadangan air lahan pertanian di DAS Opak-Oyo berdasarkan unit geomorfologi

Cadangan Lengas Tanah Rata-rata (mm)																
BL	11	Stdv	12	Stdv	13	Stdv	14	Stdv	21	Stdv	22	Stdv	23	Stdv	24	Stdv
F1	161	52	254	64	355	58	366	50	396	19	384	29	348	46	241	47
F2	188	64	277	67	381	44	386	40	398	26	397	20	360	43	258	61
S1	123	29	164	23	185	15	187	8	190	1	189	2	181	12	133	27
S2	143	38	191	31	223	26	227	20	234	10	231	14	214	24	158	34
S3	156	48	218	43	268	29	270	24	279	4	278	5	264	18	195	40
V1	93	48	183	55	252	48	257	45	287	30	269	41	233	60	145	46
V2	109	41	181	47	254	49	258	51	297	39	281	46	243	57	149	42
Cadangan air permukaan rata-rata (mm)																
BL	11	Stdv	12	Stdv	13	Stdv	14	Stdv	21	Stdv	22	Stdv	23	Stdv	24	Stdv
F1	-	-	3.23	8.29	20.96	25.48	25.75	32.98	43.16	32.43	33.64	33.18	15.55	20.82	0.06	0.2
F2	-	-	6.2	13.23	36.82	29.9	38.42	34.87	50.32	33.24	44.24	34.74	16.92	21.5	1.06	3.1
S1	4.46	15.3	23.89	31.65	62.7	29.27	64.39	34.71	82.9	18.37	69.18	27.12	39.41	25.25	3.96	10.9
S2	1.59	5.41	15.09	28.31	40.41	30.29	47.79	36.18	66.74	31.68	50.87	35.74	23.46	24.75	1.12	3.31
S3	0.41	1.27	14.05	24.87	55.2	27.9	60.02	33.98	77.72	23.21	62.25	31.51	32.44	23.13	3.1	10.17
V1	-	-	3.33	9.56	13.51	23.12	19.76	27.62	38.07	34.15	20.4	25.65	13.95	21.56	-	-
V2	-	-	1.06	3.48	10.77	22.05	14.47	25.52	27.37	34.17	16.5	24.68	9.19	19.66	0	0
Perubahan cadangan lengas tanah rata-rata (mm/hari)																
BL	11	Stdv	12	Stdv	13	Stdv	14	Stdv	21	Stdv	22	Stdv	23	Stdv	24	Stdv
F1	1.58	2.35	3.68	1.69	1.37	2.25	1.11	2.41	0.61	2.69	-1.03	1.51	-3.92	1.8	-3.27	2.24
F2	1.02	1.72	4.31	1.55	1.4	2.72	0.17	2.17	0.15	2.28	-0.98	1.34	-3.88	1.98	-3.26	2.1
S1	1.2	1.6	1.8	1.67	0.02	1.05	0.01	0.9	-0.26	1.07	-0.6	0.84	-2.83	1.52	-2.47	1.77
S2	1.36	1.85	1.65	1.74	0.39	1.17	0.35	1.53	-0.39	1.53	-0.8	1.11	-2.73	1.52	-2.44	1.77
S3	1.59	2.21	2.63	1.74	0.35	1.34	0.43	1.28	-0.14	0.66	-0.54	0.87	-3.23	1.81	-2.92	2.05
V1	1.56	2.64	3.12	1.9	0.25	1.86	1.6	2.66	0.4	2.01	-1.3	1.7	-2.87	1.85	-2.68	1.94
V2	1.05	1.61	2.78	1.83	0.49	1.52	1.39	2.74	1.13	2.23	-1.1	1.59	-3.23	1.91	-2.88	1.88
Perubahan cadangan air permukaan rata-rata (mm/hari)																
BL	11	Stdv	12	Stdv	13	Stdv	14	Stdv	21	Stdv	22	Stdv	23	Stdv	24	Stdv
F1	-	-	-	-	0.2	0.68	0.2	0.45	0.62	0.96	0.07	0.2	-	-	-	-
F2	-	-	-	-	0.21	0.5	0.4	0.75	0.71	1.17	0.04	0.14	-	-	-	-
S1	-	-	0.35	0.77	0.54	0.85	0.59	0.76	0.7	1.17	0.09	0.18	0.02	0.09	-	-
S2	-	-	0.38	0.91	0.35	0.57	0.5	0.76	0.72	1.14	0.12	0.23	0	0.01	-	-
S3	-	-	0.1	0.33	0.64	0.89	0.37	0.58	0.6	0.83	0.07	0.22	0.05	0.2	-	-
V1	-	-	-	-	0.26	0.79	0.12	0.31	0.48	0.9	0.04	0.1	-	-	-	-
V2	-	-	-	-	0.25	0.87	0.05	0.14	0.38	0.77	0.04	0.11	-	-	-	-
Aliran Permukaan rata-rata (mm/hari)																
BL	11	Stdv	12	Stdv	13	Stdv	14	Stdv	21	Stdv	22	Stdv	23	Stdv	24	Stdv
F1	-	-	0.05	0.18	0.78	1.47	0.76	1.55	0.76	1.27	0.74	1.29	0.21	0.65	-	-
F2	-	-	0.3	0.98	1.96	2.6	1.06	1.77	1.11	1.78	1.68	2.47	0.28	0.99	-	-
S1	-	-	0.91	1.89	2.42	2.45	2.45	2.07	3.2	2.89	1.97	2.11	0.38	0.78	0.02	0.06
S2	-	-	0.53	1.44	0.81	1.1	1.33	1.53	2.35	2.91	1.16	1.53	0.14	0.36	0.01	0.02
S3	-	-	0.56	1.45	1.78	2.31	1.99	1.59	2.85	3.44	1.85	1.83	0.29	0.61	0.02	0.09
V1	-	-	0.09	0.33	0.2	0.51	0.3	0.73	0.91	1.84	0.44	0.81	0.14	0.33	-	-
V2	-	-	0.04	0.13	0.15	0.46	0.23	0.6	0.32	0.67	0.25	0.79	0.18	0.66	0.05	0.2

Kode angka pada judul kolom menunjukkan musim (angka pertama) dan fase tanam (angka kedua)
 Simbol “-” menunjukkan nilai kurang dari 0,01 atau lebih besar dari -0,01.

Proses hidrologi lahan pertanian di DAS Opak-Oyo secara umum memiliki pola tertentu namun nilainya relatif tidak stabil. Hal ini ditunjukkan dari nilai standar deviasi dari variabel

hidrologi pada tabel 4. Angka standar deviasi banyak ditemukan lebih besar dari nilai rata-ratanya, yang mengindikasikan keandalan dari satu proses hidrologi tertentu relatif kecil. Sebagai

contoh pembentukan aliran permukaan. Nilai rata-ratanya relatif lebih kecil dari nilai simpangan baku yang menunjukkan pembentukan aliran permukaan berlangsung pada saat kondisi ekstrim (kejadiannya relatif jarang namun saat proses berlangsung memiliki nilai yang besar).

Pengaruh hidrologi lahan terhadap produktivitas padi

Produktivitas padi 34 kecamatan yang berada di DAS Opak-Oyo memiliki produktivitas padi rata-rata sekitar 51,28 – 68,13 kuintal/ha. Di setiap tahunnya produktivitas tersebut relatif mengalami

fluktuasi dengan nilai standar deviasi sekitar 0,78 – 7,2 kuintal/ha seperti yang ditunjukkan pada tabel 5. Berdasarkan nilai rata-ratanya, produksi padi paling baik berada di unit geomorfologi F2 dan F1 sementara produksi paling buruk ditemukan pada unit geomorfologi S1 dan S2. Ditinjau dari nilai standar deviasi per nilai rata-ratanya (koefisien variasi), tidak ditemukan adanya pola yang menghubungkan antara unit geomorfologi (mewakili karakteristik lahan) dengan kestabilan produksi padi. Hal ini menunjukkan bahwa peranan variabel penentu produktivitas padi di masing-masing kecamatan relatif berbeda satu sama lain.

Tabel 5. Produktivitas Padi di DAS Opak-Oyo berdasarkan Kecamatan tahun 2015 - 2017 (Sumber: Data BPS - Kecamatan dalam Angka)

Kecamatan	BL	Rata-Rata	Stdv	Kecamatan	BL	Rata-Rata	Stdv	Kecamatan	BL	Rata-Rata	Stdv
Banguntapan	F1	59.63	0.78	Sanden	F2	65.74	2.7	Patuk	S2	55.69	6.4
Piyungan	F1	60.9	3.53	Cangkringan	V1	60.23	3.19	Semin	S2	57.13	5.48
Pleret	F1	58.37	7.24	Ngaglik	V1	60.93	5.12	Manyaran	S2	58.83	5.47
Sewon	F1	66.75	3.14	Ngemplak	V1	62.59	3.07	Karangmojo	S3	64.52	5.55
Berbah	F1	62.76	3.51	Pakem	V1	60.65	3.7	Paliyan	S3	53.83	5.71
Prambanan	F1	61.6	4.31	Sleman	V1	62.63	6.01	Playen	S3	56.67	4.19
Bambanglipuro	F2	63.26	4.68	Gedangsari	S1	59.06	5.26	Ponjong	S3	63.86	6.83
Bantul	F2	67.07	2.35	Panggung	S1	51.28	4.62	Wonosari	S3	56.88	5.29
Imogiri	F2	57.74	4.5	Patuk	S1	55.69	6.4	Depok	V2	61.04	4.58
Jetis	F2	64.4	2.19	Dlingo	S2	57.37	3.21	Mlati	V2	59.5	4.17
Kretek	F2	68.13	1.77	Ngawen	S2	55.23	4.69	Kalasan	V2	61.15	5.32
Pundong	F2	61.95	3.72	Nglipar	S2	57.2	5.43				

Nilai koefisien variasi untuk produktivitas padi memiliki rentang nilai 1 – 12%. Sementara itu mengacu pada tabel 3 dan tabel 4, variabel hidrologi lahan memiliki koefisien variasi antara 3% hingga lebih dari 100%. Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas padi relatif lebih stabil dibandingkan dengan kondisi hidrologi lahan. Namun demikian, belum tentu keduanya tidak memiliki keterkaitan satu sama lain. Tanaman padi sendiri memiliki nilai resistensi tertentu terhadap kondisi hidrologi. Resistensi untuk setiap fase tanam juga relatif berbeda. Pengaruh hidrologi akan muncul pada kondisi melebihi batas resistensi dari tanaman padi. Oleh karena itu perlu dilakukan uji regresi linier ganda yang menghubungkan antara variabel – variabel hidrologi di semua fase tanam dengan produktivitas padi dalam setahun. Pemilihan variabel dilakukan secara otomatis dengan perangkat lunak SPSS dengan pola variasi sebagai basis operasinya. Hasil pemilihan variabel hidrologi

dan uji regresi linier ganda (telah melalui proses uji beda dan multikolinieritas) ditunjukkan pada tabel 6.

Uji regresi pada penelitian ini menggunakan skema variasi. Nilai simpangan variabel bebas dan terikat dari rata-ratanya akan dibandingkan satu sama lain untuk memperoleh nilai regresinya. Persamaan regresi pada tabel 6 dapat diartikan dengan “setiap kenaikan 1 mm dari variabel bebas dapat meningkatkan atau menurunkan (tergantung simbol matematis) produktivitas padi sebanyak 1 kuintal/ha”. Analisis tersebut menunjukkan adanya kekuatan pengaruh sebesar 0,39 – 0,97 dengan signifikansi kurang dari 0,05. Sebagian besar nilai regresi menunjukkan angka di atas 0,7 yang menunjukkan bahwa fluktuasi variabel hidrologi berpengaruh kuat terhadap variabilitas produktivitas padi di DAS Opak-Oyo.

Ditinjau dari kemunculan variabel bebasnya, Variabel Hujan (P) muncul di 40% kecamatan,

variabel Evapotranspirasi (Eto) muncul di 89% kecamatan, aliran permukaan (Ro) muncul di 23% kecamatan, Cadangan air (Fw - total, Sw - lengas, dan Ow- air permukaan) muncul di 43% kecamatan, dan variabel perubahan cadangan air (dFw - total, dSw - lengas, dan dOw - total) muncul di 63%

kecamatan. Kemunculan tersebut belum menunjukkan kekuatan dominasi dari masing-masing variabel mengingat nilai koefisiennya berbeda satu sama lain. Kenaikan 1 mm evapotranspirasi tentu lebih sulit dibandingkan kenaikan 1 mm lengas tanah dari nilai rata-ratanya.

Tabel 6. Pengaruh Variabilitas Hidrologi terhadap variabilitas produktivitas padi di DAS Opak-Oyo

No	Kecamatan	Bentuklahan	Persamaan	Waktu Penting	R ²	Sig
1	Pleret		$y = 1,098 P11 - 43,26 ETo22 + 94,322 ETo23$	11, 22, 23	0,88	0,000
2	Sewon		$y = 19,791 ETo23 + 0,043 Swc21$	21,23	0,81	0,000
3	Banguntapan	Dataran	$y = -7,076 dFw12 + 4,734 ETo23$	12, 23	0,73	0,001
4	Berbah	Fluviovulkanik	$y = 0,035 Swc13 + 16,842 ETo23$	13, 23	0,79	0,000
5	Piyungan	(F1)	$y = 21,413 ETo23$	23	0,65	0,001
6	Prambanan		$y = 23,46 ETo23$	23	0,52	0,005
7	Bambanglipuro		$y = 15,4 dFw11 + 0,52 P13 + 16,2 ETo21$	11,13,21	0,92	0,001
8	Bantul		$y = 0,317 P11 + 0,206 P13 + 9,8 ETo23$	11,13,23	0,9	0,000
9	Imogiri		$y = 0,56 P11 + 37,97dOw21 + 36,07 ETo23$	11,21,23	0,92	0,000
10	Jetis	Dataran	$y = 0,217P11 + 8,3 dFw21 + 16,9 ETo23$	11,21,23	0,88	0,000
11	Kretek	Alluvial (F2)	$y = 0,047 Ow13 + 0,551 Ro22 + 3,9 ETo14$	13,14,22	0,89	0,000
12	Pundong		$y = 12,3 dFw11 + 1,073Ro13 + 11,5 ETo21$	11,13,21	0,92	0,000
13	Sanden		$y = 12,57 dFw11 + 0,3 P13 + 10,17 ETo21$	11,13,21	0,91	0,000
14	Patuk		$y = -18,62 dFw12 + 12,49 ETo13 + 5,814 ETo24 + 1,61 Ro14$	12,13,14,21	0,93	0,000
15	Gedangsari	Pegunungan	$y = 49,29 dFw11 + 1,262 Ro12 + 70,66 dOw14 + 16,026 ETo24$	11,12,14,24	0,86	0,002
16	Panggang	Struktural (S1)	$y = -43,17dFw11 + 0,11 Fw14 + 12,69 ETo13 + 62,429 dOw13 - 0,442Ro21$	11,13,14,21	0,97	0,000
17	Patuk		$y = 1,592 Ro14 + 21,27Eto21$	14,21	0,65	0,005
18	Dlingo		$y = 11,62 dFw11 + 0,308P13 + 13,18 ETo23$	11, 13, 23	0,88	0,000
19	Ngawen	Perbukitan	$y = 0,234 Swc12 - 0,131 Ow12 + 88,13dSwc14 + 15,85dFw21$	12,14,21	0,86	0,002
20	Semin	Struktural (S2)	$y = 1,31 P14 + 29,65 ETo22$	14, 22	0,77	0,001
21	Manyaran		$y = -102,65 dFw13 + 0,085 Ow21$	13, 21	0,8	0,004
22	Nglipar		$y = 4,59 Ro14 + 32,53 Eto24 + 63,56 dSwc21 - 0,18OW23$	14,21,23,24	0,87	0,001
23	Playen		$y = -7,2 ETo11 + 1,15 P12 - 0,081 Ow12 + 0,527 P14 + 28,07 dSwcc23$	11,12,14,23	0,98	0,000
24	Paliyan		$y = 1,28 P12 + 143,05 dOw12 - 9,98 ETo13 - 0,08 OW23 - 12,94dFw24$	12,13,23,24	0,98	0,000
25	Wonosari	Dataran	$y = 1,53 P14 + 25,67 ETo22 + 0,73P23 - 4,57 Ro23$	14,22,23	0,96	0,000
26	Karangmojo	Basin (S3)	$y = 301,48 dOw12 - 351,424 dOw22 + 9,2 ETo11 + 39,5 dFw23$	11,12,22,23	0,89	0,001
27	Ponjong		$y = -21,03 dSwc21 + 0,104 OW21 + 46,1 ETo22$	21,22	0,82	0,001
28	Ngaglik		$y = 1,184 P12 + 13,97 ETo13$	12, 13	0,67	0,004
29	Cangkringan		$y = 13,655 ETo23 - 2,38 Ro12$	12, 23	0,83	0,000
30	Ngemplak	Lereng	$y = 0,043 Fw12 + 0,029 Swc22 + 0,66 P24$	12, 22, 24	0,91	0,000
31	Pakem	Vulkanik (V1)	$y = 19,72 ETo12 + 0,876 P12$	12	0,91	0,000
32	Sleman		$y = 0,09 Fw12 + 18,55 ETo13$	12,13	0,78	0,000
33	Depok		$y = 29,097 ETo23 + 0,03 Swc14$	14, 23	0,71	0,002
34	Mlati	Lereng Kaki	$y = -13,099 ETo21 + 29,794 ETo23$	21, 23	0,65	0,005
35	Kalasan	Vulkanik (V2)	$y = 24,89 ETo23$	23	0,39	0,022

Masing-masing koefisien secara umum menunjukkan kekuatan dari variabel. Perbandingan nilai sebenarnya dapat diketahui dengan melakukan normalisasi menggunakan rentang nilai dari variabel. Berdasarkan perhitungan normalisasi nilai koefisien, diketahui bahwa evapotranspirasi memiliki pengaruh kuat di 57%, cadangan air dan perubahan cadangan air berpengaruh kuat di 23% kecamatan, aliran permukaan berpengaruh kuat di 11% kecamatan, dan hujan berpengaruh kuat di 9% kecamatan.

Ditinjau dari waktu kemunculan variabel, variabel evapotranspirasi kerap muncul di musim tanam kedua fase generatif. Pada waktu tersebut, pembentukan hingga pengisian bulir padi berlangsung. Evapotranspirasi standar

mempengaruhi besarnya jumlah air untuk proses transpirasi. Semakin banyak transpirasi berlangsung maka proses pembentukan bulir tanaman padi akan semakin maksimal. Variabel yang berkaitan dengan ketersediaan air paling banyak muncul di musim tanam pertama baik fase semai hingga fase generatif. Hal ini mengindikasikan bahwa pertanian ketersediaan air di waktu tersebut relatif tidak stabil sehingga mengganggu kualitas pertumbuhan tanaman. Pola waktu kemunculan variabel ini hanya berlaku pada unit geomorfologi V1,V2, F1, dan F2 yang memiliki kapasitas simpanan yang besar. Di Unit geomorfologi S1, S2, S3, pola waktu kemunculan variabel relatif tidak beraturan. Hal ini disebabkan karena kapasitas simpanan air di lahan tersebut relatif kecil. Hujan yang terlalu besar justru

terbuang melalui drainase sementara hujan yang terlalu kecil mengakibatkan defisit air karena simpanan air di lahan tidak mampu memenuhi kebutuhan air secara keseluruhan dalam waktu yang lama.

KESIMPULAN

Produktivitas padi di DAS Opak-Oyo secara signifikan dipengaruhi secara simultan oleh variabel hidrologi dengan kekuatan 0,39 – 0,97. Variabel paling banyak muncul adalah evapotranspirasi standar (97% kecamatan) dan perubahan cadangan air di lahan pertanian (63% kecamatan). Berdasarkan kekuatan pengaruhnya, produktivitas padi di 57% kecamatan cenderung dipengaruhi kuat oleh evapotranspirasi sedangkan 43% sisanya cenderung dipengaruhi oleh ketersediaan air baik masukan, cadangan, perubahan cadangan, hingga pembentukan aliran permukaan. Rata-rata pengaruh evapotranspirasi muncul di musim tanam kedua fase generatif sementara pengaruh cadangan air di lahan pertanian muncul di musim tanam pertama hampir di semua fase.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, R., Pereira, L., Raes, D. dan Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage Paper, Volume 56.
- BPS, 2022. Ringkasan Eksekutif Luas Panen dan Produksi Padi di D.I. Yogyakarta 2021. BPS-RI.
- Blaney, H.F. dan Criddle, W.D. 1950 Determining Water Requirements in Irrigated Area from Climatological Irrigation Data. US Department of Agriculture, Technival Paper No. 96. 48p.
- Chahal, G., Sood, A., Jalota, S.K., Choudhury, B.U., Sharma, P.K., 2007. Yield, evapotranspiration and water productivity of rice (*Oryza sativa* L.)–wheat (*Triticum aestivum* L.) system in Punjab (India) as influenced by transplanting date of rice and weather parameters. *Agricultural Water Management* 88 (1-3): 14 -22, doi: 10.1016/j.agwat.2006.08.007.
- Clap, R. & Hornberger, G. M., 1978. Empirical equation for some soil hydraulic properties. *Water Resource Research* 14 (4): 601-604, doi: 10.1029/WR014I004P00601.
- Fereres, E. & Soriano, M., 2006. Deficit Irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany* 58(2):147-159, doi: 10.1093/jxb/erl165.
- Frances, A. P., 2008. Spatio-Temporal Groundwater Recharge. Thesis. Enschede: ITC.
- Fulmer, A. & Ostroff, C., 2014. Variance as a Construct: Understanding Variability beyond the Mean. Maryland: University of Maryland.
- Hasanah, N.A.I., Setiawan, B.I., Arif, C. dan Widodo, S. 2015. Evaluasi koefisien tanaman padi pada berbagai perlakuan muka air. *Jurnal Irigasi* 10(2):57-68.
- Kementerian Pertanian, 2018. Pola Tanam DIY. Sikatam. KEMENTAN-RI
- Mock, F.J. 1973. Land capability appraisal Indonesia : water availability appraisal. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Bogor.
- Peprah, K., 2012. Rainfall and Temperature Correlation with Crop Yield: The Case of Asunafo Forest, Ghana. *International Journal of Science and Research* 3(5): 784-789
- Poudel, S. & Shaw, R., 2016. The Relationships between Climate Variability and Crop Yield in a Mountainous Environment: A Case Study in Lamjung District, Nepal. *Climate*, MDPI.
- Razavipour, T. & Farokh, A. R., 2014. Measurement of vertical water percolation through different soil textures of paddy field during rice growth season. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(5): 1379-1388.
- Seyhan, E., 1990. Dasar - Dasar Hidrologi. Yogyakarta: UGM Press.
- USDA, 2011. Guide to Texture by Feel. [Online] Available at: https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/edu/?cid=nrcs142p2_054311
- USDA, 2021. Soil Texture. [Online] Available at: https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/?cid=nrcs142p2_054167

