

SIMULASI POLA TANAM (PALAWIJA) BERDASARKAN POTENSI KETERSEDIAAN AIR DI KAMPUNG KWEEL DISTRIK ELIKOBEL, KABUPATEN MERAUKE

Simulation Planting Pattern (Palawija) Based on Potential Water Availability in Kweel Village, Elikobel Distric, Merauke

Yosehi Mekiuw¹, Wahida²

ABSTRACT

Agriculture is one of the sectors that play a role in deciding the rural poverty chain. Agriculture is a productive sector for rural communities in increasing household incomes through cultivation of crops and livestock. The purpose of this study is to plan, establish or simulate appropriate planting pattern based on the potential availability of water resources and land, so that the production or productivity of plants and land can be obtained optimally and can improve the rural economy. The method used in this research is descriptive analytic method. Based on the results obtained that the potential of available water resources in Kampung Kweel is able to be used as an irrigation water source in both monoculture and polyculture (tumpangsari).

Keywords: Elikobel, intercropping, Kweel, monoculture, water availability

Diterima: 14 Juni 2018; Disetujui: 21 November 2018

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu sektor yang berperan dalam memutuskan rantai kemiskinan di pedesaan. Menurut Lowder *et al.* (2018), sektor pertanian sangat penting dalam pembangunan perekonomian pedesaan karena 75% orang yang paling miskin tinggal di daerah pedesaan dan sebagian besar terlibat di sektor pertanian. Pertanian merupakan sektor produktif bagi masyarakat pedesaan dalam peningkatan pendapatan rumah tangga melalui kegiatan budidaya tanaman maupun ternak.

Kampung Kweel merupakan salah satu desa yang secara administrasi termasuk dalam wilayah Distrik Elikobel, Kabupaten Merauke. Penduduk Kampung Kweel merupakan penduduk lokal Papua atau suku Marind Yei, yang bermata

pencaharian sebagai petani, pemburu, dan peramu. Berdasarkan pola ruang potensi lahan pertanian pada lokasi tersebut termasuk kategori sesuai. Kweel termasuk dalam kawasan pertanian lahan kering dengan luasan 781.56 km². Namun seperti diketahui bahwa kendala utama pengembangan lahan kering adalah ketersediaan air. Chenglong dan Ping (2017), menyatakan bahwa kekurangan sumberdaya air tersedia saat ini telah menjadi faktor utama yang membatasi pembangunan ekonomi dan sosial, terutama di daerah kering dan semi kering. Ketersediaan air pada lahan pertanian merupakan faktor kunci keberhasilan sistem budidaya tanaman. Menurut Heryani dan Dariah (2014), bahwa dalam rangka peningkatan produksi pertanian terutama tanaman, faktor utama yang sangat penting adalah

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, UNMUS, Merauke. Email: yosehimekiuw@unmus.ac.id

²Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, UNMUS, Merauke. Email: wahida@unmus.ac.id

ketersediaan air.

Mekiuw dan Wahida (2017) melaporkan bahwa bahwa potensi sumber daya air yang tersedia pada Kampung Kweel adalah sebesar $\pm 49\,904.86\text{ m}^3$ yang dapat digunakan untuk kebutuhan air baku penduduk, sektor peternakan dan pertanian. Berdasarkan potensi sumber daya air dan lahan yang tersedia, maka perlu adanya suatu kegiatan budidaya tanaman yang memanfaatkan sumber daya alam (air dan tanah) secara maksimal agar dapat memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan perekonomian pedesaan. Namun sebelum dilakukannya kegiatan budidaya tersebut perlu adanya rancangan atau perencanaan berupa simulasi pola tanam yang tepat sehingga dapat meningkatkan indeks lahan maupun produksi tanaman. Simulasi pola tanam dilakukan secara monokultur dan polikultur (tumpang sari) dan tanaman yang sesuai untuk lahan kering adalah palawija.

Tujuan penelitian ini adalah merencanakan, menetapkan atau mensimulasi pola tanam yang tepat berdasarkan potensi ketersediaan sumber daya air dan lahan, sehingga produksi atau produktivitas tanaman dan lahan dapat diperoleh secara maksimal serta dapat meningkatkan perekonomian pedesaan.

METODOLOGI PENELITIAN

Kegiatan simulasi di lakukan pada tahun 2017 dengan menggunakan data dari penelitian pendahuluan tahun 2016. Metode penelitian yang digunakan adalah metode analitik deskriptif. Data yang digunakan adalah data iklim dan data potensi ketersediaan air. Simulasi pola tanam dilakukan berdasarkan potensi ketersediaan air dan perhitungan kebutuhan air tanaman. Selanjutnya tahapan

penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data iklim dengan rentang waktu 10 tahun (2005–2015) dan diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Kabupaten Merauke. Data potensi ketersediaan air pada Kampung Kweel diperoleh berdasarkan hasil penelitian pendahuluan (Mekiuw dan Wahida, 2017).
2. Perhitungan kebutuhan air irigasi tanaman palawija menggunakan persamaan neraca air umum, dimana neraca air diperoleh dari nilai selisih atantara aliran air masuk pada sistem dan aliran keluar dari sistem yang mempengaruhi tampungan air pada sistem tersebut (Kasuri, 2008).

$$\text{Neraca air (WB)} = \text{inflow} - \text{Outflow} = \Delta S$$

- a. *Inflow* atau aliran masuk pada lahan terdiri dari curah hujan efektif (CHe) dan air irigasi (Qir).
- b. *Outflow* atau aliran keluar dari lahan terdiri dari evapotranspirasi (ETO).
- c. ΔS merupakan perubahan volume tampungan pada sistem.
- d. Dalam (Perencanaan Jaringan Irigasi, KP-01, 1986) curah hujan efektif (CHe) untuk tanaman palawija adalah, $R50 \times 0.7 \times 1/15$.
- e. Nilai R50 (curah hujan berpeluang 50%) diperoleh berdasarkan rumus metode probabilitas empiris Weibull, $P = m/n+1 \times 100\%$.
- f. Nilai ETO diperoleh berdasarkan metode FAO Modified Penmann-Monteith dimana perhitungan menggunakan *software Cropwat version 8.0*.
- g. Kebutuhan air konsumtif tanaman per bulan (ETc), dalam Jumin (2002) diperoleh dari perhitungan, $ETc = ETO \times kc$.

Tabel 1. Nilai kc Tanaman Palawija

Tanaman	Tahap Pertumbuhan Tanaman							
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
Jagung	0.5	0.59	0.96	1.05	1.02	0.95		
Kacang Tanah	0.5	0.51	0.66	0.85	0.95	0.95	0.55	0.55
Buncis	0.5	0.64	0.89	0.95	0.88			
Kedelai	0.5	0.75	1	1	0.82	0.45		
Bawang Merah	0.5	0.51	0.69	0.9	0.95			

- h. Nilai kc untuk setiap jenis tanaman berbeda, dimana tergantung pada jenis tanaman dan periode tumbuh tanaman tersebut. Daftar nilai kc untuk beberapa tanaman yang digunakan dalam simulasi pola tanam (monokultur dan tumpang Sari) dapat dilihat pada Tabel 1.
- i. Kebutuhan air irigasi dihitung berdasarkan persamaan dalam Triatmodjo (2009):
- Padi

$$Q_{ir} = \frac{(ET_c + PL + WLR + P - He)}{IE} \times A_i$$

- Palawija:

$$Q_{ir} = ET_c - CHe / IE \times A_i$$

- Perhitungan neraca air tampungan sesuai persamaan (1)
- Penetapan pola tanaman berdasarkan persamaan (1) dan (5)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jarak tempuh antara kabupaten Merauke dan Kampung Kweel Distrik Elikobel adalah 183 km dari kota Merauke. Kampung Kweel termasuk dalam wilayah administrasi Distrik Elikobel dengan luas 2 366.9 km². Batas-batas administrasi Distrik Elikobel adalah sebelah utara berbatasan dengan Distrik Uililin,

sebelah selatan Distrik Sota, sebelah barat Distrik Muting dan sebelah timur berbatasan dengan Negara Papua New Guinea (PNG). Secara Geografis Distrik Elikobel terletak pada 7° – 7°60'LS dan 140°60' – 140°BT. Luas wilayah ± 781.56 km² dengan jumlah penduduk 381 (BPS 2016, Distrik Elikobel dalam angka 2014). Batas-batas wilayah Kampung Kweel; sebelah Timur berbatasan langsung dengan Papua New Guinea (PNG), sebelah Barat berbatasan dengan Lokasi Jagebob XIII Distrik Jagebob, sebelah Utara berbatasan dengan Kampung Bupul (pusat Distrik Elikobel) dan bagian Selatan berbatasan dengan Kampung Erambu Distrik Sota. Secara hidrologi terletak dalam daerah tangkapan air Sungai Maro. Secara Geografis terletak pada 7°40'2.9'LS dan 140°56'59.154"BT. Selanjutnya lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Mekiuw dan Wahida (2017), melaporkan bahwa porositas tanah di Kweel tergolong tinggi yaitu 79.34%. Tekstur tanahnya termasuk lempung berpasir dengan komposisi pasir 54.21%, debu 28.09% dan liat 17.70%. Kandungan bahan organik cukup tinggi yaitu 7.75% dan C-Organik 4.49%. Nilai *Bulk density* yang diperoleh 1.65 g/cm³ karena mempunyai tekstur agak kasar dan mengandung bahan organik yang cukup tinggi sehingga mempunyai *Bulk density* sedang sampai tinggi. Nilai kadar air tanah sangat bervariasi karena berkaitan dengan penutupan lahan, dimana: pada lahan sagu kadar airnya cukup tinggi yaitu 52.66%, di daerah perumahan

40.01%, dan di tanah lapang yang ditumbuhi oleh rerumputan sebesar 29.81%. Nilai infiltrasi lahan pada lokasi penelitian adalah (7200 m³/ha), evaporasi (285 m³/ha) dan perkolasi (5 m³/ha). Hasil analisa potensi ketersediaan air pada lokasi tersebut sebesar ± 49 904.86 m³ yang dapat digunakan untuk kebutuhan konsumsi, peternakan, dan pertanian. Nilai potensi ketersediaan air pada lokasi penelitian selanjutnya ditampilkan pada Tabel 2.

Berdasarkan data iklim Kabupaten Merauke selama 10 tahun, diperoleh rata-rata kondisi iklim pada lokasi penelitian yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Nilai Potensi Ketersediaan Air (Qt)

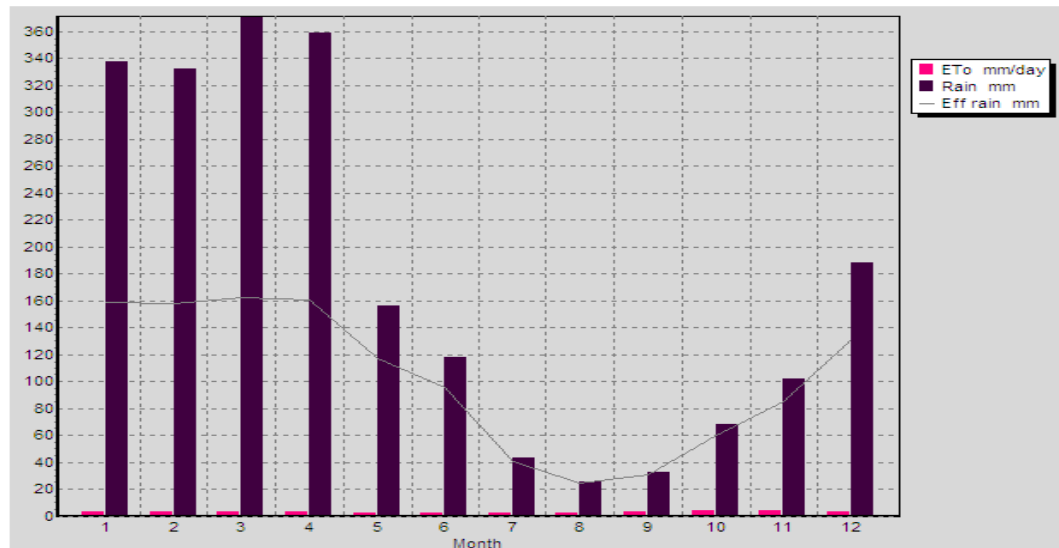
Bulan	Volume Air (m ³)		
	Qi (aliran masuk)	Qo (aliran keluar)	Neraca air (ΔS)
1	14791.73	7490	-594.86
2	12861.19	7490	4776.33
3	15604.08	7490	12890.41
4	14436.86	7490	19837.27
5	4495.12	7490	16842.39
6	4209.27	7490	13561.66
7	2278.17	7490	8349.83
8	1574.75	7490	2434.58
9	316.14	7490	-4739.28
10	2892.08	7490	-9337.20
11	1270.32	7490	-6219.68
12	5813.09	7490	-7896.59
Total air tersedia (Qt): 49 904.86 m ³			

Sumber: Mekiuw dan Wahida (2017)

Tabel 3. Rata-rata kondisi iklim lokasi

Bulan	Rerata hujan (mm)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Lama penyinaran (jam)	Kecepatan angin (km/hari)	ET0 (mm/hari)
1	337.76	74.43	27.84	5	22.90	3.54
2	332.15	75.14	25.06	5	24.40	3.40
3	371.25	75.55	27.61	5	21.40	3.38
4	359.24	74.04	27.91	6	17.00	3.15
5	156.38	73.86	27.43	6	16.90	2.97
6	118.21	73.86	26.22	5	18.50	2.57
7	43.62	73.01	25.31	5	18.00	2.55
8	26.06	63.36	26.35	6	20.10	3.00
9	32.69	69.81	27.20	7	22.00	3.61
10	68.34	68.86	28.07	9	22.60	4.31
11	102.51	69.88	28.86	8	19.00	4.22
12	188.22	70.90	29.00	6	19.90	3.76

Sumber: Mekiuw dan Wahida (2017)



Gambar 2. Grafik neraca air lahan

Gambar 2. Menunjukkan bahwa hujan terdiri dari dua komponen yaitu rerata hujan dan hujan efektif. Rerata hujan dengan intensitas tinggi terjadi selama 5 bulan (Desember – April) dan hujan dengan intensitas rendah terjadi selama 7 bulan (Mei – November). Hujan efektif merupakan hujan langsung yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman dengan peluang 80% untuk tanaman padi dan 50% untuk palawija. Hujan efektif juga dapat dikatakan sebagai gambaran untuk memprediksikan neraca air suatu lahan. Sehingga berdasarkan Grafik 2, dapat dilihat bahwa pada bulan April hingga September merupakan bulan kering, sehingga neraca air lahan pada lokasi tersebut dalam kondisi defisit atau kering, dan pada kondisi tersebut ketersediaan kadar air tanah sangat rendah. Menurut Asdak *et al.* (2013), neraca air lahan didasarkan pada kesetimbangan ketersediaan air di lahan dengan kebutuhan airnya. Ketersediaan air di lahan kering didasarkan pada nilai curah hujan efektif bulanannya.

Ketersediaan air dalam tanah sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman secara langsung. Pada budidaya tanaman lahan kering, air merupakan faktor pembatas yang paling menentukan dan sumber air

utama bagi pertumbuhan tanaman adalah hujan. Bervariasinya hujan baik dalam jumlah, intensitas, dan waktu datangnya hujan, dapat menjadi penyebab sulitnya prediksi waktu yang tepat melakukan penanaman atau mengatur pola tanam yang diakibatkan ketersediaan air yang fluktuatif. Kondisi iklim yang kurang menguntungkan, ditandai dengan periode penghujan singkat dan musim kemarau yang cepat mengakibatkan pengelolaan tanaman di lahan kering akan mengalami kendala yang cukup besar karena kekurangan ketersediaan air bagi tanaman. Menurut Kurnia (2004), air merupakan salah satu sumberdaya alam yang sangat esensial bagi sistem produksi pertanian. Air bagi pertanian tidak hanya berkaitan dengan aspek produksi, melainkan juga sangat menentukan potensi perluasan areal tanam (ekstensifikasi), luas areal tanam, intensitas pertanaman (IP), serta kualitas hasil.

Berdasarkan kondisi tersebut, agar tanaman dapat tumbuh maka perlu adanya suplay air dari sumber lainnya seperti waduk lapangan atau lainnya. Hasil analisa potensi air pada lokasi penelitian adalah ± 49

904.86 m³, potensi air yang cukup besar namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Sehingga untuk dapat memanfaatkan potensi air tersebut perlu diusulkan alternatif pola tanam. Penetapan pola tanam dibatasi hanya pada RTTG (Rencana Tata Tanam Global) yang menggambarkan rencana jadwal tanam pada lahan daerah sekitar pemukiman. Alternatif pola tanam yang diterapkan yaitu:

- a. Pola tanam monokultur
- b. Pola tanam polikultur (tumpangsari)

Menurut Pracaya (2007), pola tanam sistem monokultur adalah menanam satu jenis tanaman pada lahan dan waktu yang sama. Kelebihan sistem ini yaitu teknis budidayanya relatif mudah karena tanaman yang ditanam maupun yang dipelihara hanya satu jenis. Di sisi lain, kelemahan sistem ini adalah tanaman relatif lebih muda terserang hama maupun penyakit. Sedangkan pola tanam polikultur adalah menanam lebih dari satu jenis tanaman pada lahan dan waktu yang sama. Dengan pemilihan tanaman yang tepat, sistem polikultur dapat memberikan beberapa keuntungan antara lain: (1) mengurangi hama dan penyakit tanaman; (2) menambah kesuburan tanah; (3) siklus hidup hama atau penyakit dapat terputus; (4) memperoleh hasil panen yang beragam.

Komponen yang sangat berpengaruh dalam penetapan pola tanam yaitu nilai evapotranspirasi (ET₀), koefisien tanaman (k_c), hujan efektif (R₅₀), efisiensi irigasi (e_i = 0.6), kebutuhan air konsumtif (Etc), kebutuhan air tanaman (NFR) dan kebutuhan air irigasi (QIR).

Data hujan efektif untuk tanaman palawija (R₅₀) diperoleh berdasarkan perhitungan probabilitas yang ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hujan Efektif (R₅₀) untuk tanaman palawija

Bulan	R ₅₀ (mm)
1	275.40
2	349.30
3	403.80
4	252.40
5	67.70
6	127.90
7	21.60
8	6.90
9	9.20
10	27.20
11	59.30
12	99.90

Setelah nilai parameter hujan efektif diketahui maka diperoleh nilai kebutuhan air irigasi untuk masing-masing pola tanam, dimana ditampilkan dalam Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan bahwa total rata-rata kebutuhan air irigasi pada ketiga alternatif pola tanam yang diusulkan adalah ±1000 m³/ha,

Tabel 5. Total Kebutuhan air Irigasi Sistem Monokultur

Alt.Pola tanam	Total kebutuhan air irigasi (m ³ /ha)				Q tersedia (m ³)	Perubahan tampungan(ΔS) (m ³)
	MT-1	MT-2	MT-3	Total		
Kacang tanah-bawang merah-buncis	-1225.80	-44.88	-129.92	-1400.60	49 904.86	+48 504.26
Jagung-kedelai-buncis	-1397.00	-170.91	-137.30	-1705.21	49 904.86	+48 199.65
Jagung-buncis-bawang merah	-1397.00	-184.44	+25.81	-1581.44	49 904.86	+48 323.42

artinya bahwa jumlah air yang dibutuhkan dari sumber lain adalah sebesar $\pm 1000 \text{ m}^3/\text{ha}$. Potensi air tersedia di lokasi tersebut adalah $\pm 49\,904.86 \text{ m}^3$, sehingga neraca air tampungan adalah selisih antara potensi air tersedia dan kebutuhan air irigasi, dimana masih dalam kondisi surplus atau kelebihan air. Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4, diperoleh pola tanam sistem monokultur sebagai berikut:

1. Alternatif I, kacang tanah-bawang merah-buncis, MT1-Februari, MT2-Juni, MT3-September.
2. Alternatif II, jagung-kedelai-buncis, MT1-Februari, MT2-Mei, MT3-September.
3. Alternatif III, Jagung-buncis-bawang merah, MT1-Februari, MT2-Mei, MT3-Agustus.

Rata-rata neraca tampungan setelah dikurangi dengan kebutuhan air irigasi adalah kurang lebih memenuhi atau dapat dikatakan bahwa tampungan dalam kondisi surplus. Artinya potensi sumber daya air yang ada jika digunakan untuk kebutuhan air irigasi untuk pola tanam sistem monokultur ternyata tidak efisien, oleh sebab itu perlu diusulkan pola tanam secara polikultur atau tumpangsari.

Menurut Herlina *et al.* (2013), pola tanam sistem tumpangsari memiliki nilai *LER (Land Equivalent Ratio)* tinggi dan hal tersebut mengindikasikan tingginya tingkat produktivitas lahan. Buhaira (2007), menyatakan bahwa pertanaman tumpangsari sebagai salah satu usaha intensifikasi yang memanfaatkan ruang dan waktu, banyak dilakukan terutama pada pertanian lahan sempit, lahan kering atau lahan tadah hujan. Sebagai salah satu sistem produksi, tumpangsari digunakan karena mampu meningkatkan efisiensi penggunaan faktor lingkungan (cahaya, unsur hara, dan air), tenaga kerja, serta menurunkan

serangan hama dan penyakit dan menekan pertumbuhan gulma. Selain itu sistem tumpangsari dapat memberikan peluang bagi petani untuk mendapatkan hasil jika salah satu jenis tanaman yang ditanam gagal panen. Sarman (2001), sistem tanam tumpang sari adalah salah satu sistem tanam dimana mendapat dua atau lebih jenis tanaman yang berbeda ditanam secara bersamaan dalam waktu relative sama atau berbeda dengan penanaman berselang-seling dan jarak tanam teratur pada sebidang tanah yang sama. Kombinasi tanaman yang memberikan hasil yang baik pada tanaman tumpangsari adalah jenis-jenis tanaman yang mempunyai kanopi daun yang berbeda, yaitu jenis tanaman yang lebih rendah yang akan menggunkan sinar matahari lebih efisien. Tanaman yang biasa ditanam secara tumpangsari adalah kacang-kacangan (kedelai, kacang tanah, kacang hijau) dan jagung atau ubi kayu. Tanaman jagung dan kacang tanah merupakan jenis tanaman yang sesuai untuk ditumpangsarkan karena kedua tanaman ini mampu beradaptasi pada lingkungan secara luas dan relatif mempunyai syarat tumbuh yang sama (Adisarwanto, 2000).

Tabel 6 menunjukkan bahwa ternyata potensi sumber air tersedia mampu digunakan untuk kebutuhan air irigasi tanaman per satu luasan, yang ditunjukkan dengan nilai neraca air tampungan tetap masih dalam kondisi surplus atau tidak mengalami kekurangan air. Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5, diperoleh pola tanam sistem tumpangsari sebagai berikut;

1. Alternatif I. Jagung + kacang tanah, jagung + kedelai, jagung + buncis; MT-1 Februari; MT-2 Juni; MT-3 Oktober.

Tabel 6. Total Kebutuhan air Irigasi Sistem Tumpangsari

Alt. Pola Tanam	Total Kebutuhan Air Irigasi (m ³ /ha)				Q Tersedia (m ³ /ha)	Perubahan Tampung (ΔS) (m ³)
	MT-1	MT-2	MT-3	Total		
Jagung+kacang tanah, Jagung+kedelai, Jagung+buncis	-2788.49	-50.69	-8795.26	-11 634.44	49 904.86	+38 270.42
Jagung+buncis, Jagung+bawang, Jagung+kedelai	-2636.05	-141.72	-10 434.10	-13 211.87	49 904.86	+36 692.99
Jagung+kedelai, Jagung+buncis, Jagung+kacang tanah	-2810.95	-129.02	-19 582.50	-22 522.47	49 904.86	+27 382.39

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017.

2. Alternatif II. Jagung + buncis, jagung + bawang merah, jagung + kedelai; MT-1, Februari; MT-2 Mei; MT-3 Oktober.
3. Alternatif III. Jagung + kedelai, jagung + buncis, Jagung + kacang tanah; MT-1 Februari; MT-2 Mei; MT-3 Oktober.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan dengan alternatif tiga pola tanam, maka dapat disimpulkan bahwa sumber daya air yang tersedia pada Kampung Kweel berpotensi untuk digunakan sebagai sumber air irigasi baik pada pola tanam monokultur maupun polikultur (tumpangsari). Saran yang dapat disampaikan yaitu perlu adanya peningkatan atau penambahan areal luasan lahan sehingga dapat memanfaatkan sumber daya air secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2015. *Pedoman Teknis Pengembangan Jaringan Irigasi TA 2015*. Jakarta (ID): Direktorat Jenderal Prasarana
- dan Sarana Pertanian Kementerian Pertanian.
- Adisarwanto T. 2000. *Meningkatkan Produksi Kacang Tanah di Lahan Sawah dan Lahan Kering*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Buhaira. 2007. Respons kacang tanah (*arachis hypogaea* L.) Dan jagung (*zea mays* L.) Terhadap beberapa pengaturan tanam jagung pada sistem tanam tumpangsari. *Jurnal Agronomi*. 11 (1).
- Chenglong Z, Ping G. 2017. A generalized fuzzy credibility-constrained linear fractional programming approach for optimal irrigation water allocation under uncertainty. *Journal of Hydrology*. 553: 735-749.
- Heryani N, Dariah A. 2014. Pemberdayaan Lahan Kering Suboptimal Untuk Mendukung Kebijakan Diversifikasi Dan Ketahanan Pangan. *Jurnal Sumber Daya Lahan*. 8(3): 1-16.
- Herlina N, Nawawi M, Karima, Sukma S. 2013. Pengaruh saat tanam Jagung dalam tumpangsari tanaman jagung

- (zea mays l.) dan brokoli (brassica oleracea l. Var. Botrytis). *Jurnal Produksi Tanaman*. 1(3): 2338-3976.
- Jumin HB. 2002. *Agronomi*. Jakarta (ID): Raja Grasindo Persada.
- Pracaya. 2007. *Bertanam Sayuran Organik di Kebun, pot, dan Polibag*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Sarman S. 2001. Kajian tentang Kompetisi Tanaman dalam Sistem Tumpang Sari di Lahan Kering. *Jurnal Agronomi*. 5.
- Triatmodjo B. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta (ID): Beta Offset.
- Kasuri AR. 2008. Kajian Penyediaan Air Baku DAS Krueng Aceh Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam [Tesis]. Yogyakarta (ID): Universitas Gadjah Mada.
- Kurnia U. 2004. Prospek Pengairan Pertanian Tanaman Semusim Lahan Kering. *Jurnal Litbang Pertanian*. 23(4).
- Mekiuw Y, Wahida. 2017. Analisa Potensi Ketersediaan Air Untuk Pembuatan Embung di Kampung Kweel Distrik Elikobel Kabupaten Merauke. *Jurnal Agricola*. 7 (2):121.
- Lowder SK, Knowles M, Croppenstedt A. 2018. Social protection and agriculture: Introduction to the special issue. *Global Food Security*. 16:65-68.