



Analisis Kebutuhan Air Irigasi dan Ketersediaan Sumber Daya Air Berbasis Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Krui Selatan Kabupaten Pesisir Barat

Analysis of Irrigation Water Needs and Availability of Water Resources Based on Geographic Information System in the South Krui District of West Pesisir Regency

Hanissa I Jayanegara¹, Ridwan^{1*}, Muhammad Amin¹, Sandi Asmara¹

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: zahabridwan@gmail.com

Abstract. Krui Selatan Subdistrict has potential in the productivity of rice and other food crops such as corns and soybeans. However, the management of water resources available to meet water needs in agriculture has not been optimal. This study aims to determine the potential amount of water resources for food crops (rice and palawija), to obtain the optimal planting area based on the potential of available water resources and to determine the cropping pattern of food crops according to the potential of available water resources. The analysis of research carried out in this study includes land water balance, crop water needs, irrigation water needs, water resource potential and water resource adequacy. This study uses a Geographic Information System (GIS) equipped with a SWAT (Soil and Water Assessment Tools) model approach during the research process. Potential water resources available in Krui Selatan Subdistrict can be utilized for land development with rice and secondary crops. The intensity of rice planting is carried out 2 (two) times a year with a rice planting area that can be developed of 72,15 ha. Meanwhile, the development of palawija, which this study uses soybeans, can be carried out in planting season III with a rice field area that can be used for crops soybean 54,11 ha.

Keywords: Irrigation, Geographic Information System, Water Resources.

1. Pendahuluan

Kabupaten Pesisir Barat menjadi kabupaten termuda di Provinsi Lampung. Wilayah Kabupaten Pesisir Barat memiliki luas sebesar $\pm 2.907,23 \text{ km}^2$ dengan ibukota kabupaten yaitu Krui. Kabupaten Pesisir Barat secara administratif terdiri dari 11 kecamatan dengan 116 desa/pekon dan 2 kelurahan. Salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Pesisir Barat ialah Kecamatan Krui Selatan dengan luas wilayah sebesar $36,25 \text{ km}^2$ atau 1,25% dari luas total wilayah Kabupaten Pesisir Barat.

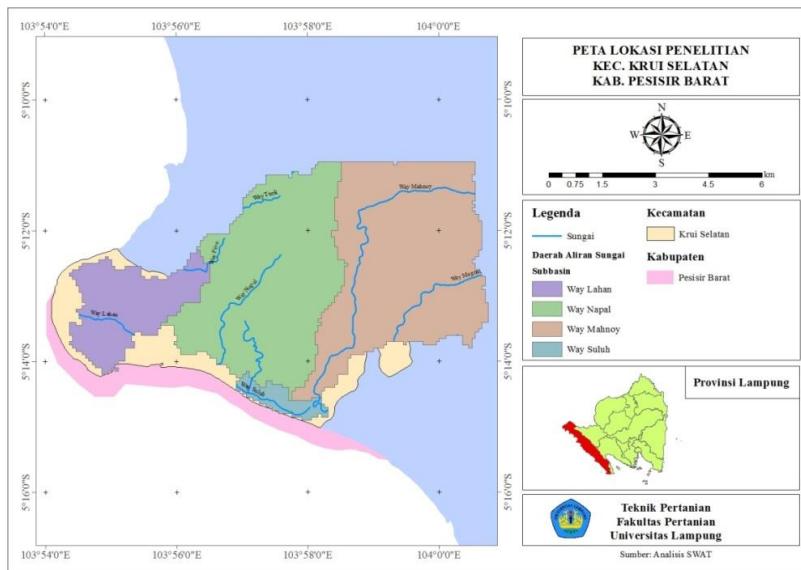
Lahan pertanian yang terdapat di Kabupaten Pesisir Barat dimanfaatkan salah satunya untuk pertanian lahan basah (sawah). Pertanian lahan basah tersebar di beberapa kecamatan, salah satunya di Kecamatan Krui Selatan dengan luas lahan basah sebesar 1745,10 ha atau 18,74% dari total kawasan tanaman pangan lahan basah di Kabupaten Pesisir Barat. Kecamatan Krui Selatan menjadi salah satu kecamatan yang memanfaatkan lahan pertanian untuk tanaman pangan lahan basah terbesar di Kabupaten Pesisir Barat setelah Kecamatan Pesisir Selatan.

Berdasarkan data Kecamatan Krui Selatan dalam angka tahun 2019, luas panen tanaman padi sebesar 824,8 ha dengan hasil produksi sebesar 5.079,4 ton, luas panen tanaman jagung sebesar 58 ha dengan hasil produksi sebesar 587,5 ton dan luas panen tanaman kedelai sebesar 164 ha dengan hasil produksi sebesar 234,5 ton. Total luas panen tanaman padi di Kabupaten Pesisir Barat yaitu sebesar 21.747 ha, jika dibandingkan dengan luas panen tanaman padi di Kecamatan Krui Selatan maka rasio luas panennya sebesar 3,79%. Sedangkan, total produksi tanaman padi di Kabupaten Pesisir Barat yaitu sebesar 103.321 ton, maka rasio produksi tanaman padi di Kecamatan Krui Selatan dengan produksi tanaman padi di Kabupaten Pesisir Barat sebesar 4,92%. Rasio produksi tanaman jagung dan tanaman kedelai di Kecamatan Krui Selatan dengan produksi tanaman jagung dan tanaman kedelai di Kabupaten Pesisir Barat yaitu sebesar 2,23% dan 16,17%.

Dari uraian di atas, dapat dilihat bahwa Kecamatan Krui Selatan memiliki potensi dalam produktivitas tanaman padi maupun tanaman pangan lainnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya pengembangan sumber daya air untuk meningkatkan luas tanam dan produksi tanaman pangan di Kecamatan Krui Selatan. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis kebutuhan air irigasi tanaman serta potensi sumber daya air yang tersedia dalam upaya peningkatan luas tanam dan produksi tanaman pangan Kecamatan Krui Selatan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Subaryono (2005) mengatakan bahwa GIS sering digunakan untuk pengambilan keputusan dalam suatu perencanaan. Para pengambil keputusan akan lebih mudah untuk menganalisa data yang ada dengan menggunakan SIG. Dalam bidang pertanian, SIG dimanfaatkan untuk tujuan analisis kesesuaian atau kemampuan lahan untuk pertanian, evaluasi dan klasifikasi tanah hingga perencanaan jaringan irigasi.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini digunakan satu hamparan sawah yang terletak di Kecamatan Krui Selatan, Kabupaten Pesisir Barat, Provinsi Lampung dan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang dijadikan objek penelitian yaitu DAS Way Suluh. Lokasi penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah theodolite, GPS, laptop dengan *software* seperti ArcGIS 10.2 serta SWAT. Bahan yang digunakan ialah data sekunder berupa data sekunder spasial dan data sekunder non spasial. Data sekunder spasial antara lain peta administrasi Kabupaten Pesisir Barat, DEM (*Digital Elevation Model*) Area Kabupaten Pesisir Barat, peta penutupan lahan Kabupaten Pesisir Barat dan peta jaringan sungai Kabupaten Pesisir Barat, sedangkan data sekunder non spasial antara lain data klimatologi meliputi data suhu udara dan data curah hujan wilayah Kabupaten Pesisir Barat.

2.1. Prosedur Penelitian

Kegiatan analisis data hasil penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan.

2.1.1 Analisis Neraca Air Lahan

Analisis neraca air lahan pada penelitian ini dilakukan dengan pendekatan model SWAT (Soil and Water Assessment Tools). Data spasial dan data non spasial dipadukan dalam model SWAT menggunakan software berbasis GIS (*Geographical Information System*), dalam hal ini adalah ArcGIS 10.2.

2.1.2 Analisis Kebutuhan Air Tanaman

Untuk menghitung besarnya kebutuhan air tanam (*consumptive use*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$ET_c = K_c \times ET_0 \quad (1)$$

Dimana ET_c adalah evapotranspirasi tanaman (mm/hari), K_c adalah koefisien tanaman, dan ET_0 adalah evapotranspirasi potensial (Penman modifikasi) (mm/hari).

2.1.3 Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Banyaknya air yang diperlukan oleh tanaman pada suatu petak sawah dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$NFR = ET_c + P + WLR - Re \quad (2)$$

dimana NFR (*Netto Field Water Requirement*) merupakan kebutuhan bersih air di sawah

(mm/hari), P adalah perkulasi perkolasi (mm/hari), WLR adalah penggantian lapisan air (mm/hari), dan Re adalah curah hujan efektif (mm/hari).

2.1.4 Analisis Potensi Sumber Daya Air

Analisis potensi sumber daya dilakukan dengan menggunakan pendekatan model SWAT, melalui model SWAT dapat didelineasi bentuk dan karakteristik daerah aliran sungai serta output berupa debit dengan panjang series data selama 20 tahun.

2.1.5 Evaluasi Kebutuhan dan Ketersediaan Air Irigasi

Kegiatan evaluasi kebutuhan dan ketersediaan air irigasi dilakukan dengan membandingkan data hasil analisis potensi sumber daya air tersedia terhadap kebutuhan irigasi (netto) baik untuk memenuhi kebutuhan padi maupun palawija pada setiap masa pertumbuhan tanaman.

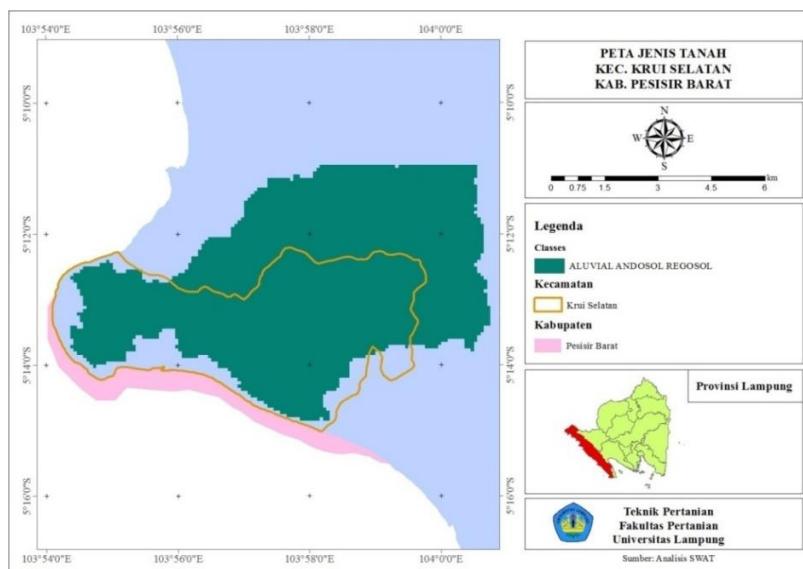
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Gambaran Umum Wilayah

Secara Astronomis Kecamatan Krui Selatan berada disekitar $5,23336^{\circ}$ LS dan $103,94453^{\circ}$ BT. Sementara secara geografis Kecamatan Krui Selatan berada di wilayah selatan Kabupaten Pesisir Barat dengan batas-batas sebagai berikut:

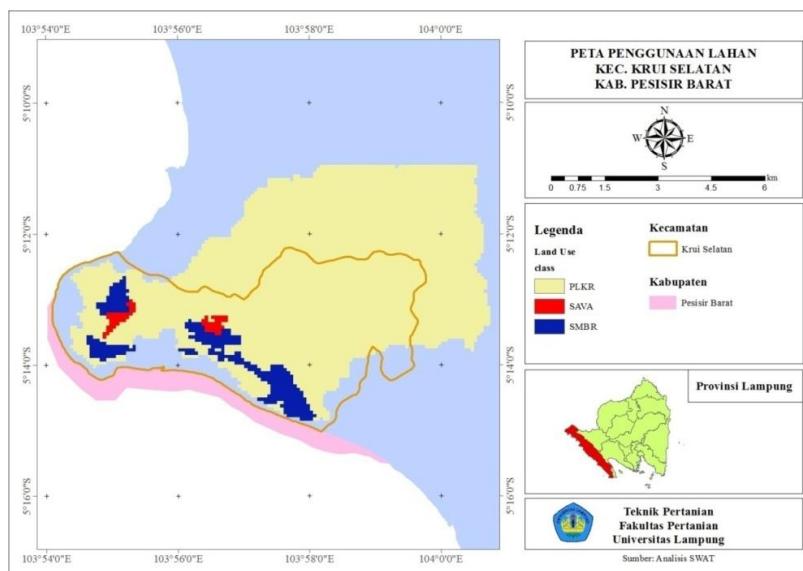
- Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Pesisir Tengah
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Pesisir Selatan
- Sebelah Barat berbatasan dengan Samudera Indonesia
- Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Pesisir Tengah

Luas wilayah Kecamatan Krui Selatan sebesar $36,25 \text{ km}^2$ yang terbagi dalam 10 pekon. Jenis tanah dilihat berdasarkan sifat tanahnya di Kecamatan Krui Selatan terdiri dari tanah aluvial, tanah andosol dan tanah regosol. Peta jenis tanah di Kecamatan Krui Selatan disajikan pada Gambar 2. Tanah aluvial terbentuk dari material halus hasil endapan aliran sungai, tanah ini subur sehingga cocok dimanfaatkan sebagai lahan pertanian. Tanah andosol dan regosol terbentuk dari material erupsi gunung api, tanah ini juga cocok dijadikan lahan pertanian, tanaman yang cocok antara lain sayuran dan palawija.



Gambar 2. Peta jenis tanah Kecamatan Krui Selatan

Topografi Kecamatan Krui Selatan merupakan daerah dataran dan sebagian berbukit. Sebagian besar wilayah Kecamatan Krui Selatan masih merupakan hutan negara dan laut. Wilayah yang lainnya merupakan area perkebunan dan hutan rakyat. Iklim di Kecamatan Krui Selatan dipengaruhi oleh laut di sekitarnya sehingga cuacanya cenderung sejuk dan lembab namun panas terik di siang hari (Kecamatan Krui Selatan dalam Angka 2019). Pada Gambar 3 disajikan peta penggunaan lahan Kecamatan Krui Selatan, terdapat 3 tipe penggunaan lahan di Kecamatan Krui Selatan yaitu pertanian lahan kering, savana dan semak/belukar yang sebagian besar dimanfaatkan oleh pertanian lahan kering. Lahan kering didefinisikan sebagai hamparan yang tidak pernah tergenang atau digenangi air pada sebagian waktu dalam setahun atau sepanjang tahun (Hidayat et al., 2005). Lahan kering dapat digunakan untuk usaha pertanian dengan menggunakan air secara terbatas dan biasa hanya bersumber dari air hujan. Sebagian besar lahan kering terdapat di dataran rendah dan sesuai untuk budidaya pertanian penghasil bahan pangan seperti padi, jagung, kedelai, kacang tanah dan komoditas lainnya. Lahan kering juga penghasil produk pertanian dalam arti luas seperti perkebunan, peternakan kehutanan dan bahkan perikanan (darat) (Soepardi dan Rumawas, 1980).

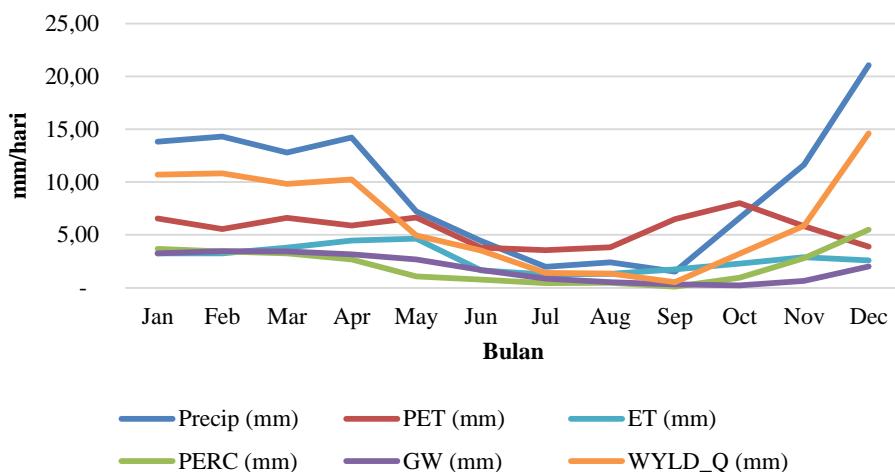


Gambar 3. Peta penggunaan lahan Kecamatan Krui Selatan

Daerah Aliran Sungai (DAS) yang dijadikan sebagai objek pada penelitian ini yaitu DAS Way Suluh. Sungai utama dari DAS Way Suluh yaitu Sungai Way Suluh dengan panjang sungai utama 1.7621 km. Lebar rata-rata sungai yaitu 1.5867 m dengan kemiringan rata-rata sungai 0.004 m/m, dan nilai koefisien manning dasar sungai sebesar 0.014. Luas DAS Way Suluh yaitu 1.42 km².

3.2. Neraca Air Lahan

Hasil simulasi model SWAT diperoleh gambaran neraca air lahan rata-rata bulanan di Kecamatan Krui Selatan disajikan pada Gambar 4. Setiap variabel memiliki nilai rata-rata harian dari perhitungan selama satu tahun.

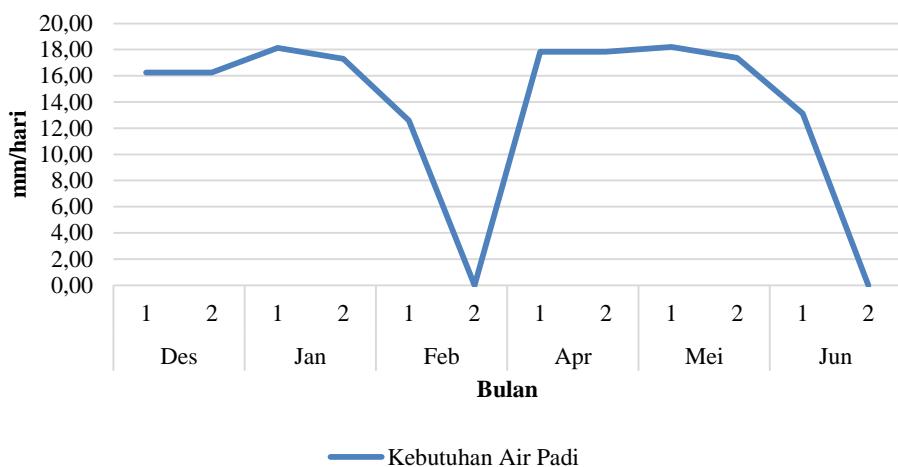


Gambar 4. Neraca air lahan kecamatan krui selatan

Berdasarkan Gambar 4, nilai rerata curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember yaitu 21,06 mm/hari sedangkan nilai rerata curah hujan terendah terjadi pada bulan September yaitu 1,52 mm/hari. Nilai rerata evapotranspirasi potensial tertinggi terjadi pada bulan Oktober yaitu 8 mm/hari dengan suhu rerata 25,3°C, sedangkan nilai rerata evapotranspirasi potensial terendah terjadi pada bulan Juli yaitu 3,56 mm/hari dengan suhu rerata 25,3°C. Pada grafik menunjukkan bahwa pada bulan Januari sampai bulan Juni dan bulan November hingga bulan Desember memiliki nilai rerata curah hujan lebih tinggi daripada nilai rerata evapotranspirasi potensial yang terjadi, hal ini menunjukkan bahwa pada bulan-bulan tersebut terjadi surplus air. Sedangkan pada bulan Juli hingga bulan Oktober memiliki nilai rerata curah hujan lebih rendah daripada nilai rerata evapotranspirasi potensialnya, hal ini menunjukkan bahwa pada bulan-bulan tersebut terjadi defisit air.

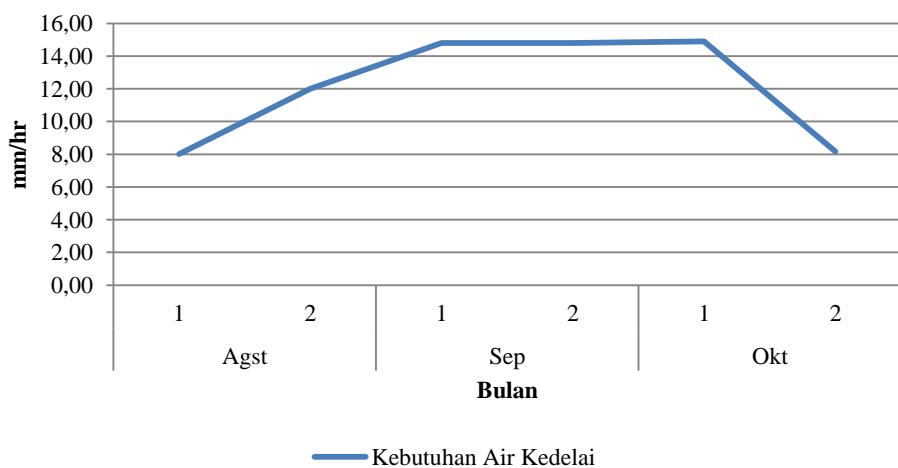
3.3. Kebutuhan Air Tanaman

Analisis kebutuhan air untuk tanaman padi dan palawija pada penelitian ini dilakukan dengan pendekatan metode Thornthwaite. Harga koefisien tanaman padi yang digunakan pada penelitian ini ialah padi dengan varietas lokal menurut FAO. Gambar 5 merupakan grafik kebutuhan air konsumtif tanaman padi pada musim tanam I dan musim tanam II. Kebutuhan air tertinggi terjadi pada bulan Januari dan Mei, sedangkan kebutuhan air terendah terjadi pada bulan Februari dan Juni. Kebutuhan air tanaman padi mengalami fluktuasi karena dipengaruhi oleh nilai koefisien tanaman, sedangkan besarnya koefisien tanaman dipengaruhi oleh jenis tanaman dan fase pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hasanah dkk (2015), koefisien tanaman secara umum memiliki nilai yang relatif rendah pada fase awal pertumbuhan (*initial season*) dan perkembangan (*crop development*).



Gambar 5. Kebutuhan air tanaman padi

Tanaman palawija yang digunakan dalam penelitian ini ialah tanaman kedelai. Gambar 6 merupakan grafik kebutuhan air konsumtif tanaman kedelai pada bulan Agustus sampai Oktober. Pada pertumbuhan awal, kebutuhan air tanaman cenderung lebih rendah dibandingkan tahap selanjutnya. Selanjutnya, kebutuhan air mengalami peningkatan dan puncaknya pada bulan Oktober. Pada tahap akhir, kebutuhan air mengalami penurunan kembali. Kebutuhan air tanaman kedelai mengalami fluktuasi karena dipengaruhi oleh faktor koefisien tanaman dan evapotranspirasi potensial. Menurut Yuliawati (2014), laju evapotranspirasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu (1) faktor iklim; mencakup radiasi netto, suhu, kelembapan, dan arah kecepatan angin, (2) faktor tanaman; mencakup jenis tanaman, derajat penutupannya, struktur tanaman, stadia perkembangan sampai masak, keteraturan dan banyaknya stomata serta, mekanisme menutup dan membukanya stomata, dan (3) faktor tanah; mencakup kondisi tanah, aerasi tanah, potensial air tanah, dan kecepatan aliran tanah menuju akar tanaman.

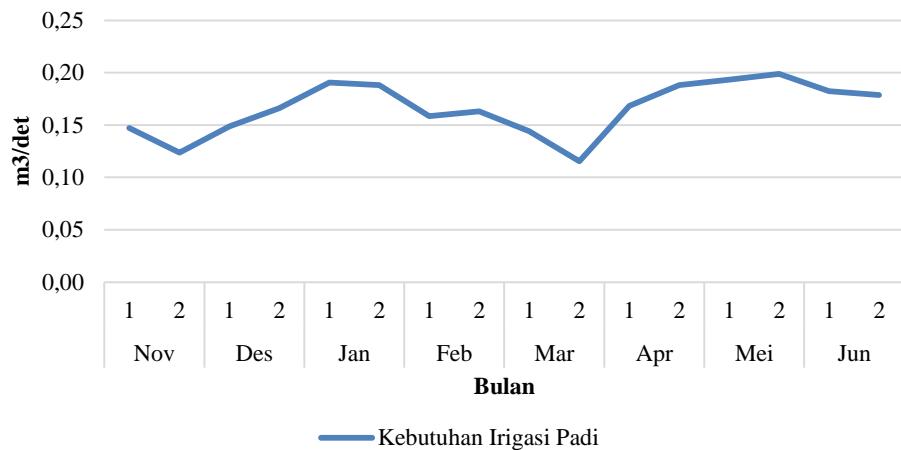


Gambar 6. Kebutuhan air tanaman palawija

3.4. Kebutuhan Air Irrigasi

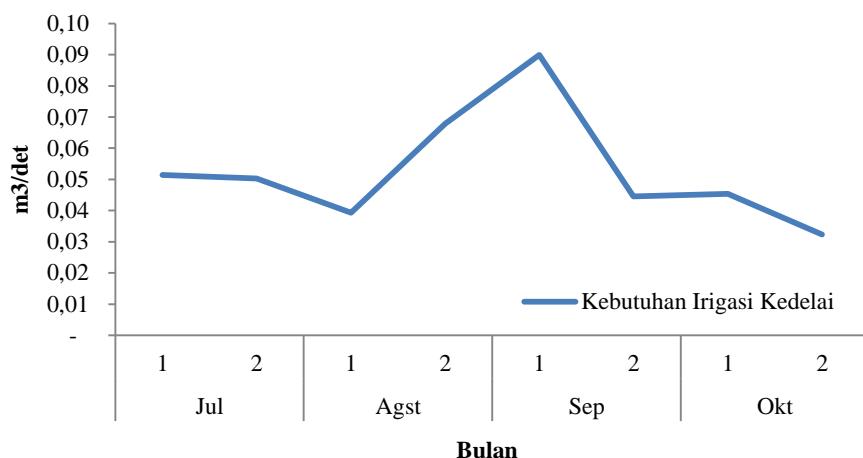
Kebutuhan air di sawah untuk padi ditentukan oleh faktor-faktor seperti penyiapan lahan, kebutuhan air tanaman (*consumptive use*), perkolasasi, pergantian lapisan air dan curah hujan efektif. Gambar 7 menunjukkan grafik kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi di Kecamatan Krui

Selatan. Kebutuhan air irigasi tanaman padi mengalami fluktuasi dengan kebutuhan air irigasi tertinggi terjadi pada bulan Januari untuk masa tanam I dan terjadi pada bulan Mei untuk musim tanam II. Kebutuhan air akan semakin berkurang seiring pertumbuhan tanaman hingga masa panen dan curah hujan efektif cukup untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Data tanaman meliputi sifat dari tanaman yang tergantung dari koefisien tanaman (K_c) jenis tanaman, fase pertumbuhan dan lama pertumbuhan. Nilai-nilai koefisien ini diberikan untuk menghubungkan evapotranspirasi (ET_o) dengan evapotranspirasi tanaman potensial (Joetata, 1997).



Gambar 7. Kebutuhan air irigasi padi

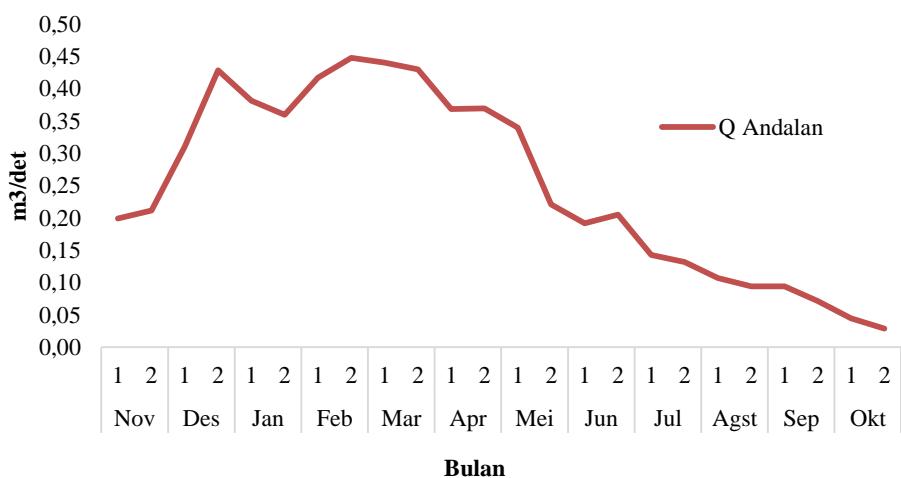
Metode yang digunakan dalam perhitungan kebutuhan air untuk palawija sama dengan perhitungan padi, hanya saja pada tanaman palawija tidak memperhitungkan kebutuhan pada saat penyiapan lahan dan pergantian air. Grafik kebutuhan air irigasi untuk tanaman kedelai di Kecamatan Krui Selatan disajikan pada Gambar 8. Berdasarkan Gambar 8, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan air irigasi untuk tanaman kedelai tertinggi terjadi pada bulan September sedangkan kebutuhan air terendah terjadi pada bulan Oktober. Fluktuasi yang terjadi dalam kebutuhan air irigasi tanaman kedelai dipengaruhi oleh perkembangan tanaman. Menurut pernyataan Fuadi dkk (2016), kebutuhan asupan air akan meningkat seiring dengan nilai pertumbuhan dari tanaman dan mencapai titik tertinggi pada fase vegetatif maksimum, kemudian menurun seiring dengan pematangan biji. Fase vegetatif berkonsentrasi pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman dari benih sampai awal terbentuknya malai di batang utama, sementara pada fase generatif berkonsentrasi pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman dari akhir fase vegetatif yang terkonsentrasi di bagian batang utama sampai pematangan dari gabah yang ada di seluruh malai yang ada (Yugi, 2011).



Gambar 8. Kebutuhan air irigasi palawija

3.5. Potensi Sumber Daya Air

Kecamatan Krui Selatan berdasarkan perwilayahannya sungai dapat dibagi kedalam 4 Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu DAS Way Lahan, DAS Way Napal, DAS Mahnoy dan Way Suluh. Pada penelitian ini DAS yang digunakan sebagai objek penelitian adalah DAS Way Suluh.

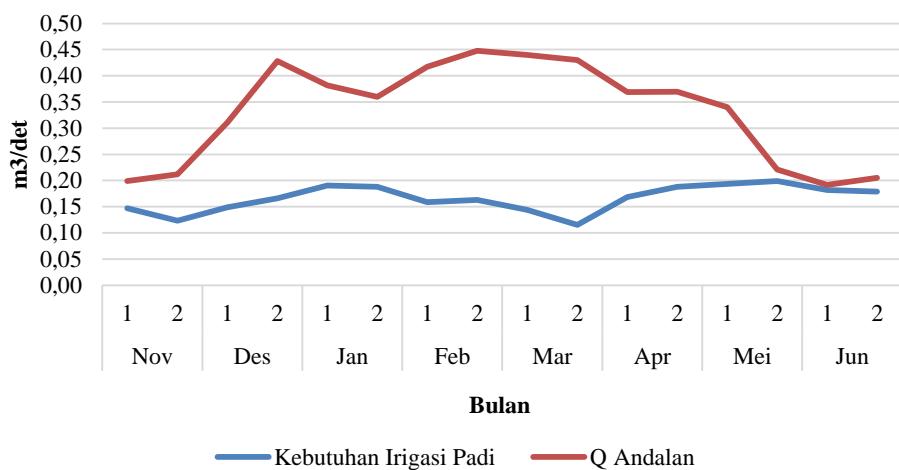


Gambar 9. Debit Andalan DAS Way Suluh

Debit andalan dihitung pada DAS Way Suluh dengan keandalan 80%. Dari data debit 20 tahun, data debit diurutkan dari nilai terkecil hingga nilai terbesar sehingga mendapat nilai probabilitas sebesar 80% dari urutan data. Hasil analisis debit aliran sungai disajikan pada gambar 9. Berdasarkan gambar 9, Debit bulanan terendah terjadi bulan Oktober, sedangkan debit bulanan tertinggi terjadi pada bulan Februari. Fluktuasi debit merupakan karakteristik aliran sungai yang sangat penting karena secara langsung akan menentukan ketersediaan air irigasi serta menentukan pula peluang dan pendugaan terjadinya banjir dan kekeringan.

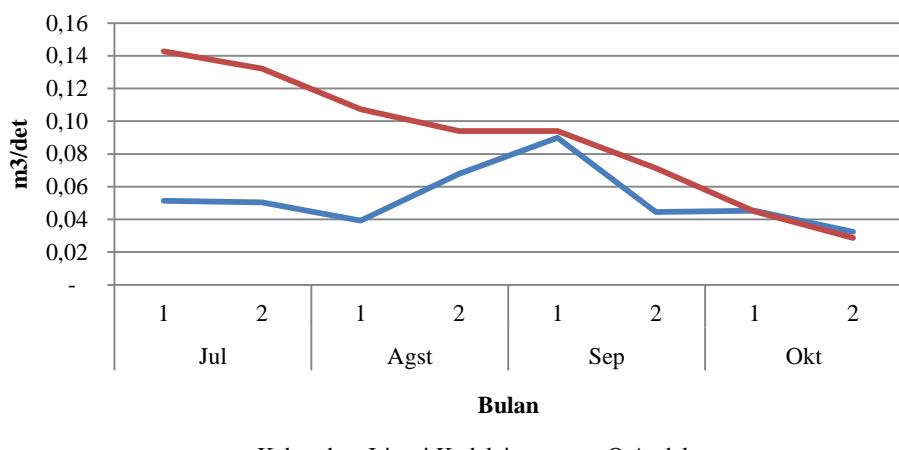
3.6. Evaluasi Kebutuhan dan Ketersediaan Air Irigasi

Untuk mengetahui besarnya kemampuan saluran irigasi dalam memenuhi kebutuhan air pertanian dilakukan dengan menghitung selisih antara kebutuhan air pertanian dengan ketersediaan air irigasi berdasarkan pengelompokan setengah bulanan. Gambar 10 menunjukkan grafik kecukupan air irigasi untuk tanaman padi di Kecamatan Krui Selatan.



Gambar 10. Kecukupan air irigasi tanaman padi

Rasio perbandingan antara debit ketersediaan air dengan debit kebutuhan air irigasi tanaman padi musim tanam I pada dua minggu pertama bulan November sebesar 135,37% menunjukkan bahwa debit aliran sungai dapat memenuhi debit kebutuhan air. Pada musim tanam I, rasio yang menunjukkan debit ketersediaan air lebih besar dari debit kebutuhan air terjadi di bulan November hingga Februari. Sama halnya pada musim tanam I, rasio perbandingan antara debit ketersediaan air dengan debit kebutuhan air irigasi tanaman padi pada musim tanam II juga menunjukkan bahwa debit aliran sungai dapat memenuhi debit kebutuhan air.



Gambar 11. Kecukupan air irigasi tanaman palawija

Gambar 11 menunjukkan hubungan ketersediaan air pada sungai dengan kebutuhan air irigasi tanaman kedelai. Rasio perbandingan antara debit ketersediaan air dengan debit kebutuhan air irigasi tanaman kedelai pada dua minggu pertama bulan Juli sebesar 277,33% menunjukkan bahwa debit aliran sungai dapat memenuhi debit kebutuhan air. Rasio yang menunjukkan debit ketersediaan air lebih besar dari debit kebutuhan air terjadi di bulan Juli hingga Oktober.

Tingkat kecukupan pemberian air di DAS Way Suluh memiliki rata-rata 53,3% kategori baik, di mana pada kebutuhan air untuk tanaman padi memiliki tingkat kecukupan sebesar 66,67%, sedangkan pada kebutuhan air untuk tanaman kedelai memiliki tingkat kecukupan sebesar 50%. Tingkat kecukupan air ini diperoleh dari hasil perbandingan antara luas areal dengan luas tanam yang dapat digunakan untuk tanaman padi dan kedelai. Luas areal pada sawah yang terdapat di

Kecamatan Krui Selatan sebesar 108,22 ha, sedangkan luas tanam untuk tanaman padi yang dapat tercukupi kebutuhan airnya sebesar 72,15 ha dan luas tanam untuk tanaman kedelai yang dapat tercukupi kebutuhan airnya sebesar 54,11 ha.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Potensi sumber daya air yang tersedia di Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Suluh yang ditunjukkan dari debit bulanan berfluktuasi antara $0,03 \text{ m}^3/\text{det}$ sampai $0,45 \text{ m}^3/\text{det}$. Rerata debit bulanan selama setahun sebesar $0,25 \text{ m}^3/\text{det}$.
2. Total luas lahan sawah yang terdapat di Kecamatan Krui Selatan yaitu sebesar 108,22 ha. Luas tanam padi yang dapat dikembangkan dengan pemanfaatan potensi sumber daya air tersedia sebesar 72,1467 ha, sedangkan luas lahan sawah yang dapat difungsikan untuk tanaman kedelai selama musim tanam III sebesar 54,11 ha.
3. Berdasarkan hasil analisis potensi sumber daya air, ketersediaan air untuk jaringan irigasi terdapat air yang cukup banyak maka pola tanam yang dapat digunakan di Kecamatan Krui Selatan yaitu pola tanam padi-padi-palawija.

4.2. Saran

Saran dari penelitian ini yaitu:

1. Potensi sumber daya air tidak dapat memberikan kecukupan air secara bersamaan, maka disarankan menerapkan pola pemberian air secara bergiliran atau golongan
2. Selain sumber daya air permukaan, dapat dilakukan analisis potensi sumber daya air tanah untuk memenuhi kebutuhan air irigasi tanaman serta dapat dilakukan perancangan desain jaringan irigasi yang disesuaikan dengan hasil analisis

Daftar Pustaka

- BPS Kabupaten Pesisir Barat. 2019. *Kecamatan Krui Selatan dalam Angka 2019*. Kabupaten Pesisir Barat. Lampung.
- Fuadi, N.A., M.Y.J. Purwanto, dan S.D Tarigan. 2016. Kajian Kebutuhan Air dan Produktivitas Air Padi Sawah dengan Sistem Pemberian Air Secara Sri dan Konvensional Menggunakan Irigasi Pipa. *Jurnal Sumber Daya Lahan*, 3(1): 15-21.
- Hasanah, N. A. I., Setiawan, B. I., Arif, C., dan Widodo, S. 2015. Evaluasi Koefisien Tanaman Padi Pada Berbagai Perlakuan Muka Air. *Tesis*. Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan IPB. Bogor.
- Hidayat, A, A Mulyani. 2005. Lahan Kering Untuk Pertanian. *Prosiding Pengelolaan Lahan Kering Menuju Pertanian Produktif Dan Ramah Lingkungan*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Tanah Dan Agroklimat. Bogor.
- Joetata, 1997. *Irigasi dan Bangunan Air*. Penerbit Gunadarma. Jakarta.
- Soepardi, G, F. Rumawas. 1980. *Lahan dan Tanah, kaitannya dengan transmigrasi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Subaryono. 2005. *Pengantar Sistem Informasi Geografis*. Jurusan Teknik Geodesi, FT UGM. Yogyakarta.
- Yugi, A. 2011. Toleransi Varietas Padi Gogo Terhadap Kondisi Kekeringan Kadar Air Tanah Dan Tingkat Kelayuan. *Jurnal Agrin*, 3(2): 1-7.
- Yuliawati, T. 2014. Pendugaan Kebutuhan Air Tanaman dan Nilai Koefisien Tanaman (Kc) Kedelai (*Glycine max (L) Merril*) Varietas Tanggamus dengan Metode Lysimeter. *Jurnal Ternik Pertanian Lampung*, 3(3).