

APLIKASI DATA CITRA SATELIT UNTUK PENYUSUNAN MODEL NERACA AIR DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

APPLICATION OF SATELLITE DATA IMAGERY FOR COLLECTION WATER BALANCE MODEL IN PALM OIL PLANTATIONS

Abdur Rahman¹, Mijani Rahman¹, Akhmad Murjani², Muhammad Syarbini³,

¹)Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Universitas Lambung Mangkurat

²)Program Studi Akuakultur Universitas Lambung Mangkurat

³)Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat

Jalan A. Yani KM.36 Kotak Pos 6 Banjarbaru, Indonesia

Corresponding author: arrahman@ulm.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji nilai evaporasi potensial (Etc) tanaman kelapa sawit dan tanaman hutan konversi dengan menggunakan model perubahan neraca air menurut Mather (1957) dan Blaney-Criddle pada perkebunan kelapa sawit dengan lahan hutan konversi. Lokasi penelitian terletak di PTPN IX Danau Salak, Kecamatan Astambul Kabupaten Banjar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai curah hujan peluang kejadian terlampaui 75% selama 10 tahun terlihat bahwa curah hujan tertinggi diperoleh pada bulan Januari sebesar 249,6 mm/bulan, sedangkan curah hujan terendah diperoleh pada bulan September yaitu sebesar 66,5 mm/bulan. Nilai evapotranspirasi potensial (ETc) rata-rata di lahan kebun sawit adalah 129,96 mm, sedangkan evapotranspirasi aktual (ETA) adalah sebesar 174,23 mm. Nilai kandungan air tanah (KAT) rata-rata sebesar 66,68 mm dengan surplus air sebesar 14,06 mm. Nilai evapotranspirasi potensial (ETc) rata-rata di lahan hutan konversi (karet) sebesar 122,97 mm, sedangkan evapotranspirasi aktual (ETA) sebesar 174,23 mm. Nilai kandungan air tanah (KAT) rata-rata sebesar 66,68 mm, dengan rata-rata surplus air sebesar 21,05 mm. Terdapat perbedaan antara lahan hutan konversi dengan lahan yang sudah dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Perubahan ini menyebabkan penurunan nilai surplus air yang ada sekitar 9 mm per tahun dengan perhitungan nilai surplus pada hutan konversi sebesar 1.569 mm per tahun menjadi 1.560 mm per tahun pada lahan perkebunan. Penurunan ini akan berakibat pada pengurangan pada debit air yang berakibat pada pengurangan nilai air tersedia yang mampu dimanfaatkan oleh stakeholder pengguna air, dan salah satunya adalah sektor domestik.

Kata kunci: *evaporasi potensial, kelapa sawit, evaporasi aktual, konversi, neraca air*

ABSTRACT

This study aims to assess the potential evaporation value (Etc) of oil palm and conversion forest plantations using the water balance change model according to Mather (1957) and Blaney-Criddle on oil palm plantations with conversion forest land. The research location is PTPN IX Lake Salak, Astambul District, Banjar Regency. The results showed that the probability of rainfall being exceeded by 75% for 10 years showed that the highest rainfall was obtained in January of 249.6 mm/month, while the lowest rainfall was obtained in September of 66.5 mm/month. The average potential evapotranspiration (ETc) in oil palm plantations is 129.96 mm, while the actual evapotranspiration (ETA) is 174.23 mm. The average value of soil water content (KAT) is 66.68 mm with a surplus of 14.06 mm. The average potential evapotranspiration (ETc) in conversion forest land (rubber) is 122.97 mm, while the actual evapotranspiration (ETA) is 174.23 mm. The average value of soil water content (KAT) is 66.68 mm, with an average surplus of 21.05 mm. There is a difference

between conversion forest land and land that has been converted to oil palm plantations. This change causes a decrease in the value of the existing surplus of water by about 9 mm per year with the calculation of the surplus-value in conversion forests from 1,569 mm per year to 1,560 mm per year on plantation land. This decrease will result in a reduction in water discharge which results in a reduction in the value of available water that can be utilized by water user stakeholders, and one of them is the domestic sector.

Keywords: potential evaporation, oil palm, actual evaporation, conversion, water balance

PENDAHULUAN

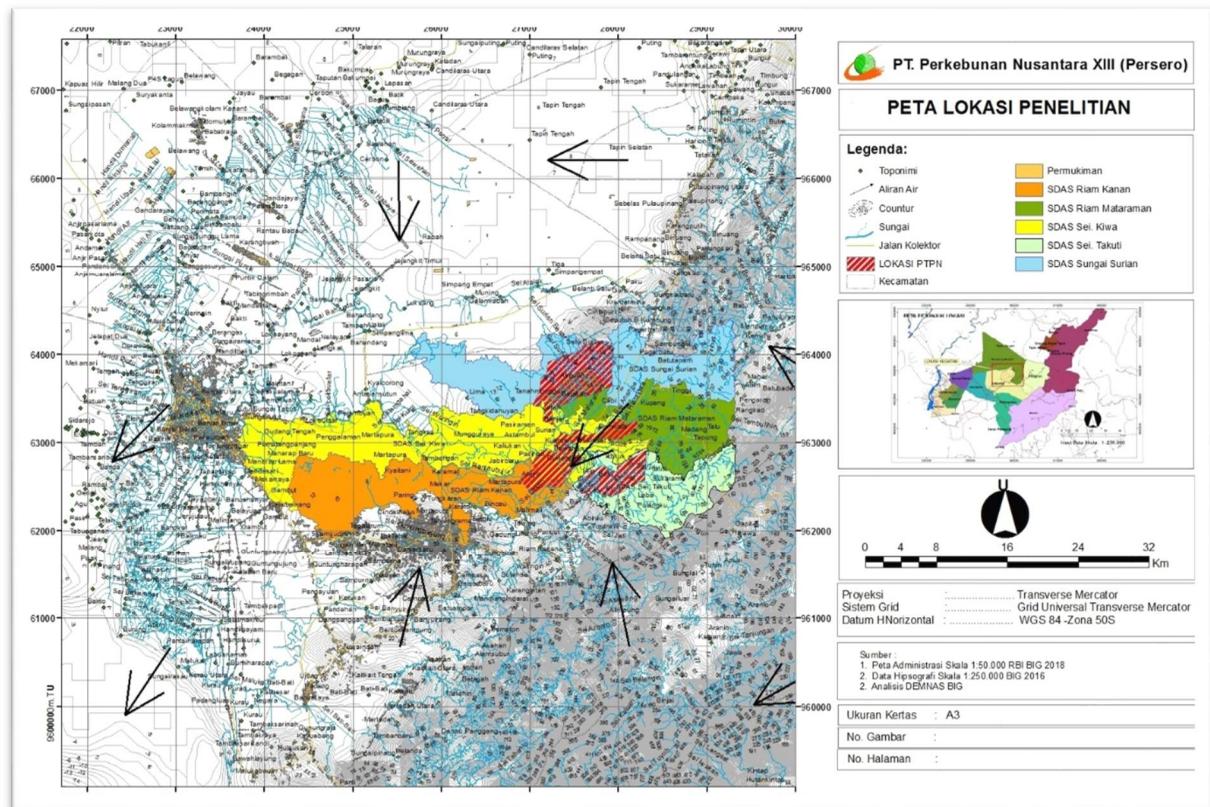
Kebutuhan air suatu tanaman dapat dihitung berdasarkan jumlah air yang dievapotranspirasikan oleh tanaman itu sendiri (*crop evapotranspiration*) atau ETc. Setiap tanaman memiliki koefisien tanaman (*crop coefficient*) yang akan mempengaruhi nilai ETc yang terjadi. Penelitian ini akan membandingkan nilai neraca air tanaman pada lahan perkebunan kelapa sawit dengan lahan hutan konversi. Hutan konversi merupakan salah satu jenis hutan yang disediakan untuk kegunaan lain misalnya seperti perkebunan, pertanian maupun permukiman. Hutan konversi ini terdapat pada area perkebunan sawit tetapi belum dibuka untuk kebutuhan perkebunan. Berikut

data curah hujan dalam perhitungan menggunakan peluang kejadian metode ranking, untuk data curah hujan selama 10 tahun (2008-2017). Umumnya peluang kejadian curah hujan terlampaui yang digunakan di bidang pertanian adalah 75% ($P>75$).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Januari - September 2019, pada Perkebunan Kelapa Sawit (PTPN IX) Danau Salak Kecamatan Astambul Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Analisis data

Analisis Kegiatan ini menggunakan model neraca air tanaman yang dikembangkan oleh Thorthwaite dan Mather (1957) dan Blaney-Criddle yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Curah hujan
 Nilai curah hujan, diperoleh dari Stasiun Meterologi dan Geofisika Stasiun Banjarbaru. Curah hujan digunakan yaitu nilai curah hujan bulanan dari tahun 2008-2017.
2. Curah hujan peluang 75%
 Nilai curah hujan peluang kejadian 75% ($P>75\%$) yaitu diperoleh dari

hasil perhitungan dengan menggunakan metode ranking.

3. ET_0 (Evapotranspirasi acuan)
 Nilai evapotranspirasi standar harian (ET_0) diperoleh menurut metode empiris Blaney dan Criddle:

$$ET_0 = a + bf, \dots \dots \dots (1)$$

dimana: ET_0 adalah evapotranspirasi tanaman referensi, a,b adalah konstanta. f dapat dicari dengan rumus:

$$f = p (0,46t + 8,13) \dots \dots \dots (2)$$

dimana; f adalah faktor kebutuhan air (mm/hari), p adalah prosentase rerata dari jumlah jam siang bulanan dalam setahun dan t adalah

temperatur udara rerata pada bulan yang ditinjau.

4. Kc (crop coefisien)

Nilai *coefisien crop* (kc) yaitu koefisien tanaman yang diperoleh secara empiris dari percobaan di lapang yang bersifat khusus untuk setiap jenis tanaman dan berubah menurut fase perkembangan tanaman.

Nilai kc rata-rata untuk jenis hutan adalah 0,87 - 0,89 (Shuttleworth, 1988; dalam Van de Wert, 1994; dalam Widodo, 2010), sedangkan untuk tanaman kelapa sawit adalah sebesar 0,93 untuk tanaman kelapa sawit yang berumur lebih dari 7 tahun (Harahap, 1999; dalam Widodo, 2010).

5. ETc (Evapotranspirasi Potensial)

Nilai ETc (evapotranspirasi pertanian) bulanan diperoleh berdasarkan hasil kali antara koefisien tanaman dengan evapotranspirasi standar.

$$ETc = kc \times ET_0$$

6. CH - ETc

Nilai CH - ETc diperoleh dari pengurangan curah hujan peluang kejadian 75% dengan evapotranspirasi pertanian.

7. APWL (*Accumulation of Potensial Water Loss*)

Nilai APWL (*Accumulation of Potensial Water Loss*) diisi dengan nilai negatif dari pengurangan curah hujan ($P > 75\%$) dengan evapotranspirasi pertanian yang diakumulasikan bulan demi bulan.

8. KAT (Kandungan Air Tanah)

Untuk mengisi baris ini, terlebih dahulu menentukan nilai kapasitas lapang (KL) dan titik layu permanen (TLP) tanah yang bersangkutan serta kedalaman tinjaunya. Nilai KL dalam satuan mm. Nilai KL dan TLP (%) pada skala pF 2,4 dan 4,2 setara dengan cm/m atau 10 mm/m.

Mengisi nilai KAT Tabel komputasi, berdasarkan APWL, mulai dari bulan pertama APWL (permulaan bulan kering) hingga APWL bulan terakhir, dengan cara sebagai berikut :

$AT = KL - TLP$, dimana AT = air tersedia, TLP = titik layu permanen dan KL = kapasitas lapang

$$KAT = TLP + \left[\left(\frac{1,00041}{1,07381/AT} \right)^{APWL} - 1 \right] \times AT \dots \dots \dots (4)$$

Lanjutkan pengisian KAT dengan menambah nilai KAT bulan terakhir dengan nilai positif (CH- ETp) bulan berikutnya, hasilnya adalah KAT bulan berikut. Hal ini dilakukan apabila tidak terjadi APWL dibulan tersebut. Teruskan penjumlahan tersebut hingga KAT maksimum,

yaitu kapasitas lapang atau KAT = KL

Mengisi KAT = KL hingga bulan terakhir. Apabila nilai KAT mencapai nilai kapasitas lapang.

9. dKAT

Baris perubahan KAT atau dKAT diperoleh dari rumus:

$$dKAT = KAT_i - KAT_0 \dots \dots \dots (5)$$

10. ETA (Evapotranspirasi Aktual)

Nilai ETA (evapotranspirasi aktual) diperoleh dari hasil:

$$ETA = CH + |dKAT|, \text{ jika } CH < ET_c \dots (6)$$

Jika $CH > ET_c$, maka $ETA = ET_c$ (7)

11. Defisit

Nilai defisit diperoleh dari hasil:

$$(D) = ET_c - ETA \dots \dots \dots (8)$$

12. Surplus

Mengisi kolom Surplus (S) yang tidak terjadi defisit (D).

$$S = CH - ET_c - D_{kat} \dots \dots \dots (9)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desember	208
----------	-----

Sumber: Pengolahan data primer (2019)

Hasil

Hasil perhitungan nilai peluang curah hujan 75 % dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Nilai Peluang Curah Hujan 75 % (P>75%)

Bulan	(P > 75%)
Januari	249.6
Pebruari	188.20
Maret	239.9
April	131.5
Mei	163
Juni	75.2
Juli	101
Agustus	95
September	66.5
Oktober	104.2
Nopember	106.2

Berdasarkan nilai curah hujan peluang kejadian terlampaui 75% selama 10 tahun terlihat bahwa curah hujan tertinggi diperoleh pada bulan Januari yaitu sebesar 249,6 mm/bulan, sedangkan curah hujan terendah diperoleh pada bulan September yaitu sebesar 66,5 mm/bulan. Kemudian dilanjutkan dengan nilai evapotranspirasi tanaman (ET_c). Nilai evapotranspirasi acuan ini diperoleh menurut metode empiris Thornwhite and Matter 1957. Berikut disajikan Tabel hasil perhitungan evapotranspirasi acuan (ET_o) sebagai berikut.

Tabel 2. Nilai evapotranspirasi acuan ini metode empiris Thornwhite and Matter 1957

Bulan	Suhu Max (°C)	Suhu Min (°C)	Kelembaban Udara (%)	Kecepatan Angin (km/hr)	Penyinaran Matahari (Jam)	Radiasi (MJ/m ² /hr)	ET _o (mm/hr)
Jan	28.5	26.1	86.32	2.7	11.8	12.79	14.99
Peb	28	26.4	86.57	2.4	11.9	12.93	15.01
Mar	28.5	26.3	87.71	2.4	12.0	12.93	15.02
Apr	28.8	26.4	86.62	2.4	12.2	13.06	15.19

Mei	29.3	24.5	87	2.4	12.3	13.16	15.18
Jun	27.8	25.1	86.12	2.3	12.4	12.41	15.14
Jul	27.8	25.5	85.75	2.4	12.3	12.40	15.06
Ags	28.2	25.6	84.58	3.0	12.3	12.70	15.08
Sep	27.5	26.3	83.12	3.3	12.1	12.88	15.13
Okt	27.8	26.5	84.5	2.9	12.0	12.97	15.04
Nop	27.7	26.9	85.95	2.7	11.9	12.88	15.06
Des	27.8	26.1	86.9	2.7	11.8	12.95	15.01

Sumber: Pengolahan data primer (2019)

Tabel 3.. Neraca Air Lahan Kelapa Sawit

No.	Unsur Iklim	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sep	Okt	Nop	Des
1	CH Bulanan > 75%	249.6	188.20	239.9	131.5	163	75.2	101	95	66.5	104.2	106.2	208
2	Kelembaban (Awal)	86.32	86.57	87.71	86.62	87	86.12	85.75	84.58	83.12	84.5	85.95	86.9
3	Kelembaban Total	335.9	274.8	327.6	218.1	250.0	161.3	186.8	179.6	149.6	188.7	192.2	294.9
4	Kecepatan Angin	2.7	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.4	3.0	3.3	2.9	2.7	2.7
5	Faktor (Blaney-Criddle) ^p	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27
6	Rata-rata Suhu	26.8	26.9	27.0	27.2	27.1	26.9	26.3	26.5	26.8	27.1	27.3	26.9
7	$f = p (0.46t+8.13)$	11.45	11.47	11.48	11.63	11.62	11.59	11.52	11.54	11.58	11.50	11.52	11.47
8	$ET_o = a + bf$	14.99	15.01	15.02	15.19	15.18	15.14	15.06	15.08	15.13	15.04	15.06	15.01
9	Kc Sawit	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
10	$Etc=kc \times ET_o$	13.94	13.96	13.97	14.12	14.12	14.08	14.00	14.03	14.07	13.99	14.01	13.96
11	CH - ETP adj.	235.66	174.24	225.93	117.38	148.88	61.12	87.00	80.97	52.43	90.21	92.19	194.04
12	APWL				116.31		60.06	147.05	228.02	280.45	370.67	462.86	192.99
13	KAT	107.70	107.70	107.70	107.70	107.70	54.00	43.00	27.00	13.00	10.00	7.00	107.70
14	A KAT	0	0.00	0.00	0.00	0.00	-53.70	-11.00	-16.00	-14.00	-3.00	-3.00	100.70
15	ETA	249.60	188.20	239.90	239.20	163.00	129.20	144.00	122.00	79.50	114.20	113.20	308.70
16	Defisit (D)	234.61	173.19	224.88	224.01	147.82	114.06	128.94	106.92	-64.37	-99.16	-98.14	-293.69
17	Surplus (S)	235.66	174.24	225.93	117.38	148.88	61.12	87.00	80.97	52.43	90.21	92.19	194.04
18	Run Off (Ro)	117.83	146.04	185.99	151.68								

Sumber: Pengolahan data Primer (2019)

Tabel 4. Neraca Air Lahan Hutan Konversi

No.	Unsur Iklim	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nop	Des
1	CH Bulanan > 75%	249.6	188.20	239.9	131.5	163	75.2	101	95	66.5	104.2	106.2	208
2	Kelembaban (Awal)	86.32	86.57	87.71	86.62	87	86.12	85.75	84.58	83.12	84.5	85.95	86.9
3	Kelembaban Total	335.9	274.8	327.6	218.1	250.0	161.3	186.8	179.6	149.6	188.7	192.2	294.9
4	Kecepatan Angin	2.7	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.4	3.0	3.3	2.9	2.7	2.7
5	Faktor (Blaney-Criddle) ^p	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27
5	Rata-rata Suhu	26.8	26.9	27.0	27.2	27.1	26.9	26.3	26.5	26.8	27.1	27.3	26.9
6	$f = p (0.46t+8.13)$	11.45	11.47	11.48	11.63	11.62	11.59	11.52	11.54	11.58	11.50	11.52	11.47

7	ETo = a + bf	14.99	15.01	15.02	15.19	15.18	15.14	15.06	15.08	15.13	15.04	15.06	15.01
8	Kc Hutan konversi	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
9	Etc=kc x ETo	13.19	13.21	13.22	13.36	13.36	13.33	13.25	13.27	13.32	13.23	13.25	13.21
10	CH - ETP adj.	236.41	174.99	226.68	118.14	149.64	61.87	87.75	81.73	53.18	90.97	92.95	194.79
11	APWL				116.31		60.06	147.81	229.53	282.72	373.68	466.63	192.99
12	KAT	107.70	107.70	107.70	107.70	107.70	54.00	43.00	27.00	13.00	10.00	7.00	107.70
13	A KAT	0	0.00	0.00	0.00	0.00	-53.70	-11.00	-16.00	-14.00	-3.00	-3.00	100.70
14	ETA	249.60	188.20	239.90	239.20	163.00	129.20	144.00	122.00	79.50	114.20	113.20	308.70
15	Defisit (D)	-234.61	-173.19	-224.88	-224.01	-147.82	-114.06	-128.94	-106.92	-64.37	-99.16	-98.14	-293.69
16	Surplus (S)	236.41	174.99	226.68	118.14	149.64	61.87	87.75	81.73	53.18	90.97	92.95	194.79
17	Run Off (Ro)	118.21	146.60	186.64	152.39								

Sumber: Pengolahan data Primer (2019)

Nilai evapotranspirasi acuan (ETo) yang diperoleh, terlihat bahwa nilai tertinggi terdapat pada bulan April yaitu sebesar 15,19 mm/hari sedangkan nilai terendah terdapat pada bulan Januari sebesar 14,99 mm/hari. Berikut Tabel hasil perhitungan neraca air tanaman yang diperoleh dengan memodifikasi neraca air lahan Thorthwaite dan Mather (1957) dan Blaney dan Criddle.

Tabel 3 merupakan hasil perhitungan untuk neraca air tanaman di lahan kebun sawit. Dari Tabel dapat dilihat bahwa untuk nilai rata-rata curah hujan adalah 298,81 mm berdasarkan nilai curah hujan dari Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Banjarbaru 2018, sedangkan menurut perhitungan metode ranking untuk curah hujan peluang kejadian 75% adalah sebesar 144,05 mm. Untuk nilai evapotranspirasi potensial (ETc) rata-rata di lahan kebun sawit adalah 129,96 mm, sedangkan evapotranspirasi aktual (ETA) adalah sebesar

174,23 mm. Kemudian untuk nilai kandungan air tanah (KAT) rata-ratanya adalah 66,68 mm dan untuk nilai rata-rata surplus air adalah 14,06 mm.

Tabel 4, merupakan hasil perhitungan untuk neraca air tanaman di lahan hutan konversi. Isi Tabel menunjukkan bahwa untuk nilai rata-rata curah hujan adalah 298,81 mm berdasarkan nilai curah hujan dari Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Banjarbaru 2018, sedangkan menurut perhitungan metode ranking untuk curah hujan peluang kejadian 75% adalah sebesar 144,05 mm. Untuk nilai evapotranspirasi potensial (ETc) rata-rata di lahan hutan konversi (karet) adalah 122,97 mm, sedangkan evapotranspirasi aktual (ETA) adalah sebesar 174,23 mm. Kemudian untuk nilai kandungan air tanah (KAT) rata-ratanya adalah 66,68 mm dan untuk nilai rata-rata surplus air adalah 21,05 mm. Dibawah ini merupakan grafik dari perbandingan nilai evapotranspirasi potensial di lahan kebun sawit dengan lahan hutan konversi.

Setiap tanaman memiliki koefisien tanaman (crop coefisien) yang akan mempengaruhi nilai Etc yang terjadi. Nilai kc rata-rata untuk jenis hutan adalah 0,87 – 0,89 (Shuttleworth, 1988; dalam Vande Wert, 1994; dalam Widodo, 2010), sedangkan untuk tanaman kelapa sawit adalah sebesar 0,93 untuk tanaman kelapa sawit yang berumur lebih dari 7 tahun (Harahap, 1999; dalam Widodo, 2010). Kebutuhan air untuk tanaman dapat didefinisikan sebagai jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi kehilangan air melalui evapotranspirasi dari tanaman (Pasaribu dkk, 2012). Dari hasil perhitungan neraca air tanaman, didapatkan rata-rata nilai evapotranspirasi tanaman (ETc) yang terjadi diperkebunan kelapa sawit adalah 129,96 mm/bulan dari curah hujan tahunan peluang 75%. Nilai tersebut lebih besar bila dibandingkan dengan evapotranspirasi tanaman (ETc) yang terjadi pada lahan hutan

konversi yang rata-rata 122,97 mm/bulan dari curah hujan tahunan peluang 75%. Besarnya nilai evapotranspirasi (ETc) di lahan perkebunan kelapa sawit daripada lahan hutan konversi dipengaruhi oleh beberapa faktor selain faktor iklim mikro dan faktor tanah. Faktor tanaman juga turut mempengaruhi seperti jenis tanaman, derajat penutupannya, struktur tanaman, stadia perkembangan sampai masak, keteraturannya serta banyaknya stomata. Selanjutnya untuk kandungan air tanah (KAT) menunjukkan kapasitas simpan dari zona perakaran. Lahan perkebunan sawit memiliki kandungan air tanah lebih rendah dibandingkan dengan hutan konversi. Hal ini juga dipengaruhi oleh sifat tanaman kelapa sawit yang membutuhkan banyak air. Berikut grafik perbandingan antara nilai surplus air di lahan kebun sawit dengan lahan hutan konversi.



Gambar 1. Perbandingan Nilai ETc di Lahan Kebus Sawit dan Hutan Konversi (karet)



Gambar 2. Perbandingan nilai Surplus di lahan sawit dan hutan konversi (karet)

Gambar 1 dan Gambar 2 di atas menggambarkan perbedaan antara lahan hutan konversi dengan lahan yang sudah dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Perubahan ini menyebabkan penurunan nilai surplus air yang ada pada lahan tersebut. Penurunan surplus ini sekitar 9 mm per tahun, dapat dilihat dari nilai surplus pada hutan konversi sebesar 1.569 mm per tahun sedangkan pada lahan perkebunan 1.560 mm per tahun, dan ini akan mempengaruhi debit yang terjadi. Penurunan debit berarti pengurangan nilai air tersedia yang mampu dimanfaatkan oleh stakeholder pengguna air, dan salah satunya adalah sektor domestik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Model neraca air pada perkebunan kelapa sawit dapat menggunakan

pendekatan Kebutuhan air suatu tanaman dapat dihitung berdasarkan jumlah air yang dievapotranspirasikan oleh tanaman itu sendiri (*crop evapotranspiration*) atau ETc.

Saran

-

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C., 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai: Edisi. Revisi Kelima. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Yogyakarta.
- Analisis Neraca Air Di DAS Kupang Dan Sengkarang. Magister Perencanaan dan Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai (MPPDAS). Program S-2 Geografi. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Murtalaksono, K., Siregar, H.H, Darmosarkoro, W. Model Neraca Air di Perkebunan Kelapa Sawit (Water Balance Model In Oil Palm Plantation). *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 2007, 15(1); 21-35.
- Meitasari, I., Aspan, A , Irsan, R. Pengaruh Perkebunan Kelapa Sawit Terhadap Kuantitas Air Dengan Pendekatan Neraca Air Tanaman (Studi Kasus di PT. Rezeki Kencana), *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 2(1).
- Pasaribu, H., Mulyadi, A. dan Tarumun, S. 2012. Neraca Air Di Perkebunan Kelapa Sawit Di PPKS Sub Unit Kalianta Kabun Riau. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. ISSN 1978-5283. Purnama, S., Trijuni, S., Hanafi, F., Auliya, T. dan Razali, R. 2012.
- Rusmayadi, G. 2011. Dinamika Kandungan Air Tanah Di Areal Perkebunan Kelapa Sawit Dan Karet Dengan Pendekatan Neraca Air Tanaman. *Fakultas Pertanian UNLAM*. Vol. 18. Hlm 86-92.
- Widodo, I.S dan Dasanto, B.D. 2010. Estimasi Nilai Ekonomi Lingkungan Perkebunan Kelapa Sawit Ditinjau Dari Neraca Air Tanaman Kelapa Sawit Studi Kasus Perkebunan Kelapa Sawit Di Kecamatan Dayun. *Institut Pertanian Bogor*.