

SIMULASI AQUACROP UNTUK MEMPROYEKSIKAN PRODUKTIVITAS PADI BERDASARKAN SKENARIO PERUBAHAN IKLIM *REPRESENTATIVE CONCENTRATION PATHWAYS* (RCP) 4.5 DI KABUPATEN BENGKULU UTARA

Winda Ayu Kusumawati¹⁾, Mohammad Chozin²⁾, Sigit Sudjarmiko²⁾

¹⁾Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Bengkulu

²⁾Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

ABSTRAK

Perubahan iklim memiliki peran penting dalam keberlanjutan produksi padi. Upaya mitigasi dan rencana aksi terus diupayakan untuk meminimalisasi terjadinya gagal panen oleh sebab itu proyeksi iklim di masa mendatang sangat dibutuhkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model yang dapat digunakan untuk memproyeksikan produktivitas padi di Kabupaten Bengkulu Utara ketika kondisi iklim berubah. Penelitian ini menggunakan model Aquacrop berdasarkan skenario perubahan iklim Representative Concentration Pathways (RCP)4,5 yang divalidasi dengan data observasi parameter iklim dan produktivitas padi di Kabupaten Bengkulu Utara pada kurun waktu tahun 2008 sampai tahun 2017. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data skenario RCP4,5 yang digunakan untuk mengembangkan model Aquacrop 4.0 memiliki kesesuaian yang tinggi terhadap data observasi kecuali pada data parameter curah hujan. Kondisi iklim di Bengkulu Utara hingga tahun 2050 diproyeksikan hanya mengalami perubahan yang relatif kecil. Penggunaan model Aquacrop untuk memproyeksi produktivitas padi di Bengkulu Utara memerlukan koreksi untuk menghindari bias terlalu tinggi.

Kata Kunci : rcp4,5, aquacrop4.0, produktivitas padi, perubahan iklim.

PENDAHULUAN

Padi adalah komoditas pangan utama yang sangat dibutuhkan oleh seluruh masyarakat di dunia tidak terkecuali masyarakat Bengkulu. Adanya pola pikir masyarakat Bengkulu “belum makan kalau belum makan nasi” menunjukkan bahwa padi merupakan komoditas yang strategis karena dibutuhkan oleh semua kalangan masyarakat dan kebutuhannya akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk.

Upaya memenuhi kecukupan pangan akan semakin berat seiring dengan berkurangnya luas panen padi akibat alih fungsi lahan. Alih fungsi lahan terjadi dikarenakan pada sektor pertumbuhan ekonomi menuntut pertumbuhan pembangunan infrastruktur baik berupa jalan, bangunan industri dan pemukiman, sehingga banyak

lahan sawah terutama yang ada di sekitar perkotaan mengalami alih fungsi lahan (Ilham, 2005).

Selain itu, adanya fenomena pemanasan global berdampak pada kondisi iklim dan cuaca yang tidak menentu (Boer, et al.2015). Kondisi demikian pada gilirannya mempengaruhi pencapaian produksi padi yang diharapkan. Karena itu, kegiatan budidaya padi perlu menyesuaikan dengan perilaku iklim dan cuaca tersebut (FAO, 2009; Hadija dan Mariam, 2015). Mengetahui informasi iklim dari sekarang dan proyeksi iklim kedepannya merupakan bentuk mitigasi terhadap risiko kegagalan panen akibat perubahan iklim (Boer et al., 2015; Suryadi et al., 2017), sehingga stabilitas penyediaan pangan dapat direncanakan dengan baik.

Perubahan iklim dapat diukur dengan menggunakan skenario IS92 (Leggett et al. 1992) dan SRES (Special Reports on Emission Scenario) (Nakicenovic et al. 2000). Kedua skenario tersebut didasarkan atas emisi gas rumah kaca, namun skenario ini tidak dapat menggambarkan kondisi iklim dimasa mendatang (Karl et al., 2009). Sebagai alternatif, proyeksi iklim dilakukan dengan menggunakan skenario *Representative Concentration Pathways* (RCP). Skenario RCP dapat dibedakan menjadi empat lintasan (*pathway*), yaitu RCP2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 dan RCP 8.5 (Van Vuuren et al., 2011). Diantara keempat lintasan tersebut, RCP4.5 merupakan lintasan yang paling banyak diteliti. RCP4.5 mengasumsikan bahwa semua negara di dunia turut ambil bagian dalam upaya mitigasi (penurunan gas rumah kaca) secara simultan dan efektif (Thomson, et al. 2011).

Kabupaten Bengkulu Utara merupakan daerah penghasil padi yang sangat penting bagi Provinsi Bengkulu. Data hasil sensus pertanian tahun 2013 menunjukkan bahwa total produksi padi Provinsi Bengkulu adalah 598,111 ton GKG dan 85,708 ton (14,3%) diantaranya berasal dari Kabupaten Bengkulu Utara. Sekalipun total produksi tersebut berfluktuasi pada tahun – tahun berikutnya, fluktuasinya tidak terlalu besar, yaitu sekitar 7% (BPS Prov.Bengkulu,2016). Dari segi produktivitas, rata-rata sebesar 4.52 t gabah kering panen/ha termasuk masih rendah jika dibandingkan dengan rata-rata produktivitas nasional yang mencapai 5.27 kering panen /ha (Pusdatin, 2015)

Sebagai daerah penyumbang beras ke dua terbesar di Provinsi Bengkulu, stabilitas produksi di daerah tersebut akan mempengaruhi penyediaan pangan di seluruh provinsi. Karena itu, tindakan mitigasi dan rencana aksi sangat dibutuhkan untuk mengantisipasi dan meminimalisasi dampak perubahan iklim. Sejauh ini upaya untuk membuat proyeksi iklim dan produktivitas padi di daerah tersebut belum

pernah dilaksanakan. Sebagai konsekuensinya, tindakan mitigasi dan rencana aksi tidak dapat dilaksanakan secara maksimal.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan model yang dapat digunakan untuk memproyeksikan produktivitas padi di Kabupaten Bengkulu Utara ketika kondisi iklim berubah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan model Aquacrop berdasarkan skenario perubahan iklim *Representative Concentration Pathways* (RCP)4,5 yang divalidasi dengan data observasi parameter iklim dan produktivitas padi di Kabupaten Bengkulu Utara pada kurun waktu tahun 2008 sampai tahun 2017. Data produktivitas padi diperoleh dari Laporan Tahunan Dinas Pertanian Bengkulu Utara dan buku tahunan Bengkulu Dalam Angka, BPS Provinsi Bengkulu.

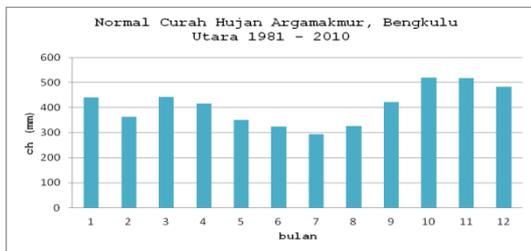
Lokasi penelitian ini dilakukan di wilayah Kuro Tidur, Padang Jaya dengan koordinat 03°22'0,51" LS dan 102°2,6' BT dengan ketinggian 77 m dari permukaan laut, Kemumu Argamakmur dengan koordinat 03° 25' 55.6" LS dan 102° 16' 15.6" dengan ketinggian dari permukaan 376 m BT dan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Provinsi Bengkulu. Pemilihan wilayah ini dikarenakan data dukung yang digunakan cukup representatif mewakili wilayah Kab. Bengkulu Utara.

Penelitian dilakukan melalui tahapan pengumpulan data, ekstraksi data (menggunakan software *Beam V-Sat*), koreksi data (koreksi suhu, Evapotranspirasi, Presipitasi), validasi perubahan iklim dan produktivitas padi, dan proyeksi produktivitas padi menggunakan Software Aquacrop 4.0

HASIL DAN PEMBAHASAN

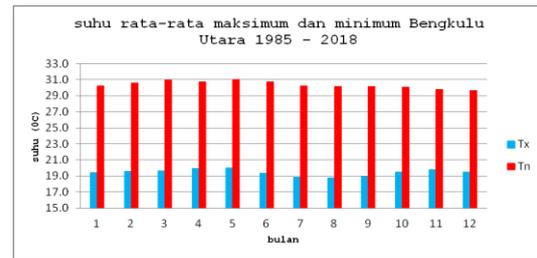
Iklim di Bengkulu Utara

Kondisi iklim Bengkulu Utara secara umum memiliki tipe pola hujan ekuatorial yang dicirikan dua puncak maksimum curah hujan yang terjadi sekitar bulan Maret dan Oktober dengan distribusi curah hujan hampir tersebar sepanjang tahun. Hal ini dapat dilihat dari pola curah hujan normal bulanan selama tiga puluh tahun (Gambar 1). Biasanya dengan pola distribusi hujan demikian kebutuhan air untuk budidaya tanaman padi dapat disediakan sepanjang tahun. Dalam prakteknya, petani di Bengkulu Utara telah menerapkan frekuensi penanaman padi sebanyak 3 kali dalam setahun (indek pertanian = IP=300).



Gambar 6. Pola Curah Hujan Normal Bengkulu Utara

Berbeda dengan curah hujan, suhu udara di Bengkulu Utara relatif stabil di sepanjang tahun. Rata – rata suhu maksimum hanya berkisar antara 29 °C – 31 °C sedangkan rata – rata suhu minimum juga hanya berkisar antara 15 °C – 17 °C (Gambar 2). Dengan demikian, suhu udara bukan menjadi pembatas bagi aktivitas pertanian tanaman padi. Tanaman padi akan tumbuh secara optimal pada kisaran suhu tersebut (Hasnunidah et al., 2009).



Gambar 7. Suhu Rata-rata Maksimum dan Minimum

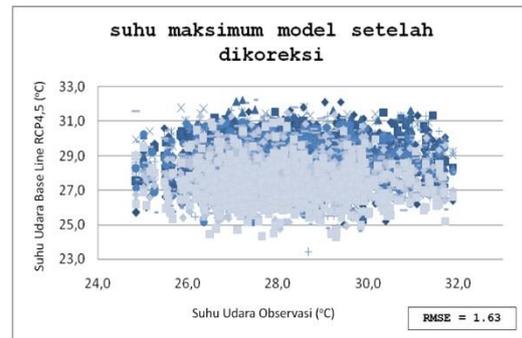
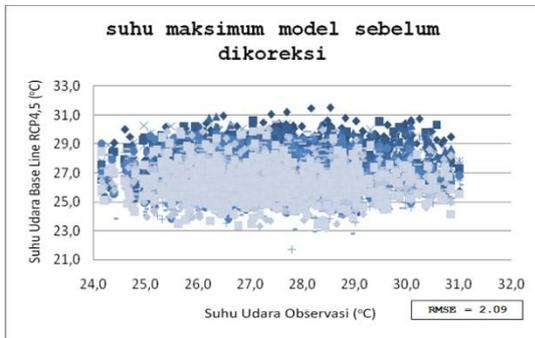
Hasil Koreksi Parameter Iklim

Tabel 1 menunjukkan besarnya faktor koreksi untuk data *baseline* model skenario RCP4,5 agar memiliki kesesuaian dengan data observasi di wilayah penelitian. Untuk suhu udara koreksi perlu dilakukan penambahan rata – rata sebesar 1,28 °C (suhu maksimum) dan pengurangan sebesar 0,38 °C (suhu udara minimum) dengan RSME masing – masing sebesar 1.63 dan 4.43 Koreksi terbesar terjadi pada bulan september, masing – masing sebesar 1,9 °C dan -0,8 °C. Bulan September merupakan peralihan musim kemarau ke musim hujan, sehingga suhu udara harian masih fluktuatif (Kasiharani, 2013). Gambar 3 menunjukkan perubahan kesesuaian suhu udara maksimum antara data *baseline* model skenario RCP4,5 dengan data observasi sebelum dan sesudah dikoreksi. Dari segi sebarannya, terlihat tidak banyak mengalami perubahan namun nilainya mengalami sedikit peningkatan. Demikian juga untuk suhu minimum, koreksi data *baseline* hanya mengalami perubahan nilainya sementara sebarannya masih seperti sebelum dikoreksi (Gambar 4).

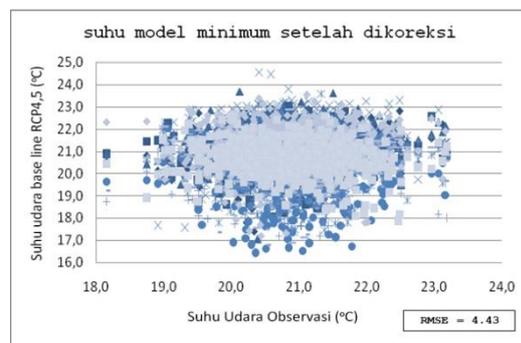
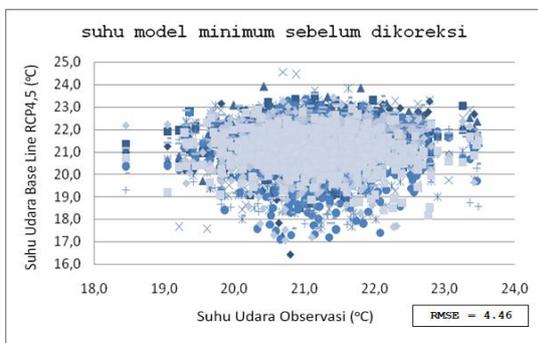
Tabel 1. Faktor Koreksi Parameter Iklim

P.iklim	Faktor koreksi												Rata-Rata
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des	
Tx (oC)	0,9	0,6	1,0	1,4	1,5	1,4	1,3	1,7	1,9	1,3	1,4	1,0	1,28

Tn (oC)	-0,3	-0,4	-0,5	-0,2	0,0	-0,2	-0,7	-0,6	-0,8	-0,7	0,1	-0,3	-0,38
Rr (mm)	1,1	0,8	0,8	0,9	1,4	0,9	1,0	0,8	0,8	1,0	1,0	0,9	0,95
Et (mm)	0,98	0,96	0,97	1,00	1,02	1,00	0,97	0,98	1,00	0,99	1,02	1,02	0,99



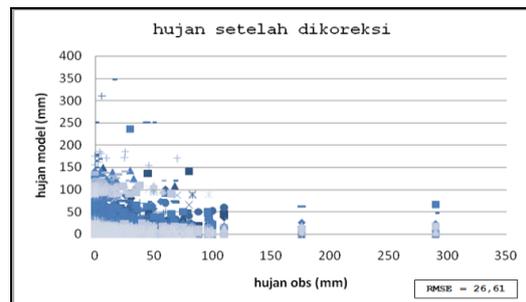
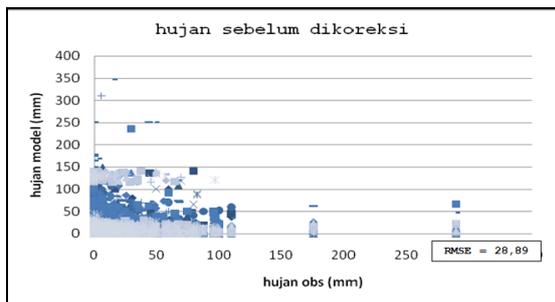
Gambar 3.Pola Sebaran Suhu Udara Maksimum Skenario RCP4,5 Sebelum dan Sesudah Koreksi



Gambar 4. Pola Sebaran Suhu Udara Minimum Skenario RCP4,5 Sebelum dan Sesudah Koreksi

Untuk curah hujan, data *baseline* model skenario RCP4,5 perlu koreksi melalui penambahan rata-rata sebesar 0,95 % dengan koreksi tertinggi sebesar 1,4 % terjadi pada bulan Mei dengan RSME sebesar 26,61. Koreksi tersebut termasuk sangat rendah. Bengkulu Utara termasuk daerah NonZom tidak memiliki perbedaan tegas anatara musim hujan dengan musim kemarau, sehingga untuk jangka panjang

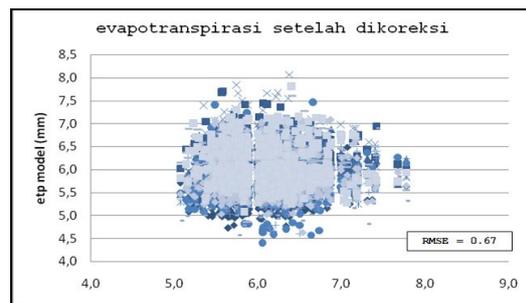
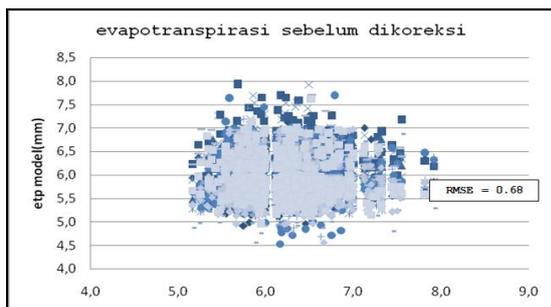
fluktuasi curah hujan harian dapat diminimalkan. Perubahan kesesuaian curah hujan maksimum antara data *baseline* model skenario RCP4,5 dengan data observasi sebelum dan sesudah dikoreksi (Gambar 5). Seperti halnya suhu udara, sebaran dan intensitas curah hujan data *baseline* RCP4,5 tidak mengalami perubahan setelah dikoreksi.



Gambar 5 Pola Sebaran Curah Hujan Skenario RCP4,5 sebelum dan sesudah koreksi.

Laju evapotranspirasi padi sawah umumnya berkisar antara 0.96 mm dan 1,02 mm (Gambar 6). Koreksi data *baseline* model skenario RCP4,5 sebesar

rata – rata 0,99 mm termasuk kecil. Demikian juga koreksi terbesar untuk bulan Mei, November, dan Desember (1,02 mm) dapat dikategorikan kecil.

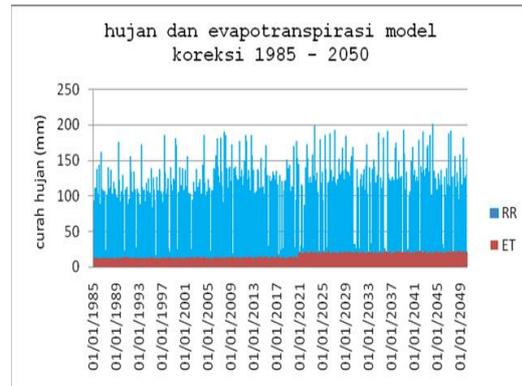
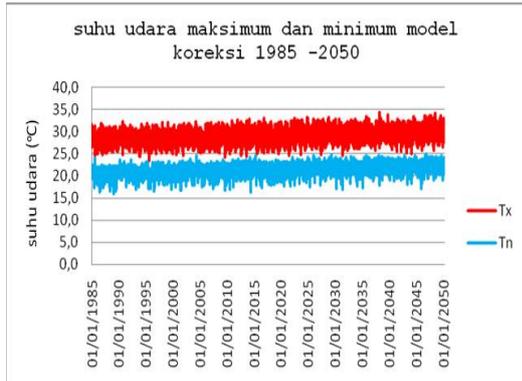


Gambar 6. Pola sebaran evapotranspirasi skenario RCP4,5 sebelum dan sesudah koreksi.

Perubahan Iklim di Bengkulu Utara

Gambar 7 menunjukkan pola iklim Bengkulu Utara untuk kurun waktu dari tahun 1985 sampai dengan tahun 2050 berdasarkan data skenario RCP4,5 yang telah dikoreksi. Berdasarkan kecenderungannya, suhu udara maksimum

maupun minimum mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, sekalipun besarnya laju peningkatan tidak besar. Demikian juga curah hujan maupun evapotranspirasi menunjukkan kecenderungan yang meningkat meskipun peningkatannya tidak besar.



Gambar 7. Parameter Iklim yang Telah Dikoreksi

Tabel 2 menunjukkan besarnya perubahan iklim di Bengkulu Utara dari tahun 1985 sampai dengan tahun 2050. Laju perubahan suhu maksimum selama 65 tahun adalah sebesar $0,1522^{\circ}\text{C}$ dan suhu minimum $0,1160^{\circ}\text{C}$ dengan rata – rata laju perubahan pertahun sebesar $0,0023^{\circ}\text{C}$ untuk suhu maksimum dan $0,0018^{\circ}\text{C}$ untuk suhu minimum. Hal serupa juga ditunjukkan oleh parameter iklim curah

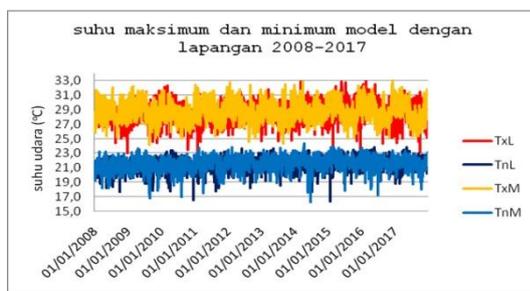
hujan dan evapotranspirasi yang mengalami peningkatan laju perubahan pertahun sebesar $0,0132\text{ mm}$ dengan laju perubahan selama 65 tahun sebesar $0,8593$ untuk curah hujan dan peningkatan sebesar $0,0057\text{ mm}$ untuk rata – rata evapotranspirasi pertahun dan $0,3700\text{ mm}$ rata – rata laju perubahan selama 65 tahun.

Tabel 2. Laju Perubahan Parameter Iklim Selama 65 Tahun dan Per Tahun

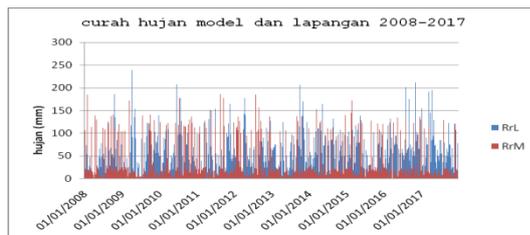
Parameter Iklim	Laju Perubahan 1985 - 2050	Laju Perubahan per tahun
TX	$0,1522^{\circ}\text{C}$	$0,0023^{\circ}\text{C}$
TN	$0,1160^{\circ}\text{C}$	$0,0018^{\circ}\text{C}$
RR	$0,8593\text{ mm}$	$0,0132\text{ mm}$
ETP	$0,3700\text{ mm}$	$0,0057\text{ mm}$

Validasi Data Iklim dan Produktivitas Padi 2008-2017

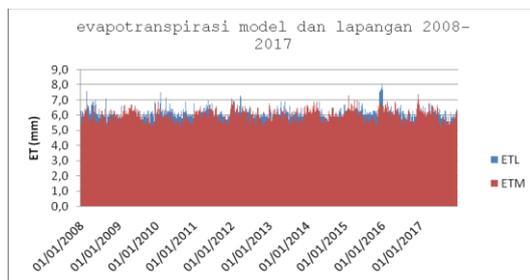
Gambar 8, 9 dan 10 menunjukkan pola perubahan iklim pada periode 2008 – 2017 yang berasal dari data iklim skenario RCP4,5 dan data observasi. Dari keseluruhan pola terlihat bahwa hanya pola curah hujan yang menunjukkan tingkat kesuaiannya paling rendah. Hal ini dapat juga dilihat dari besarnya nilai RSME yang menunjukkan tingkat kesesuaian antara data iklim skenario RCP4,5 dengan nilai tertinggi ditunjukkan oleh data curah hujan (Tabel 4.).



Gambar 8. Data Suhu Udara Inputan Aquacrop 2008 – 2017



Gambar 9. Data Hujan Inputan Aquacrop 2008 – 2017



Gambar 10. Data Evapotranspirasi Inputan Aquacrop 2008 – 2017

Tabel 4. RMSE parameter iklim pengukuran observasi dengan model RCP 4.5

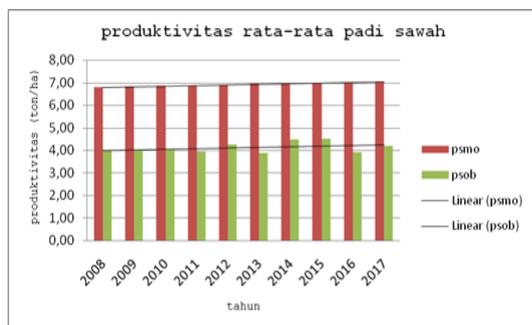
Parameter Iklim	Tx	Tn	RR	ET
RMSE	1,84	1,25	35,93	0,59

Tabel 4 menunjukkan bahwa data suhu maksimum (Tx), suhu minimum (Tn) dan evapotranspirasi (ET) memiliki nilai RMSE yang relatif kecil dibandingkan dengan data hujan (RR). Hal ini disebabkan karena variasi datanya tidak menunjukkan perubahan drastis pada suatu waktu. Berbeda halnya dengan data hujan yang variasi datanya sangat besar. Terkadang memiliki nilai yang tinggi di atas normal, terkadang tidak memiliki nilai sama sekali. Karena variasi data yang besar tersebut, nilai RMSE hujan menjadi besar.

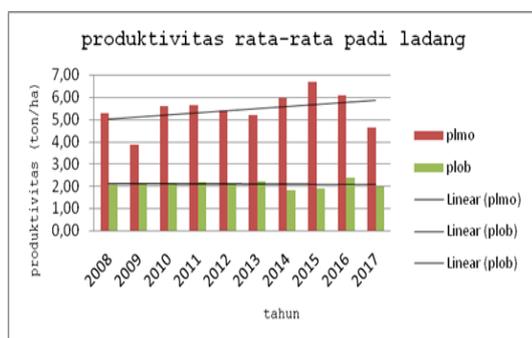
Gambar 11 dan Gambar 12 menunjukkan pola perubahan iklim pada periode 2008 – 2017 yang berasal dari data iklim skenario RCP4,5 dan perubahan produktivitas padi sawah dan padi ladang pada kurun waktu yang sama. Baik padi ladang maupun padi sawah diprediksi lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi sebenarnya. Untuk padi sawah, produktivitasnya diprediksi lebih tinggi sekitar 3 t/ha dibandingkan produktivitas yang diperoleh dari data observasi. Bahkan untuk padi ladang, Produktivitas yang diprediksi hingga mencapai 4 t/ha lebih tinggi dibanding dengan data observasi. Hal ini dapat terjadi karena data yang digunakan sebagai input dalam Aquacrop4.0 hanya terbatas pada data parameter iklim (suhu udara, curah hujan, evapotranspirasi, dan karbon dioksida). Sementara data varietas padi yang digunakan merupakan penyetaraan dengan varietas IR-64 dan IR-66 dari Los Banos, Filipina yang mungkin tidak sama penampilannya dengan varietas biasa yang ditanam petani di Bengkulu Utara. Penggunaan default Aquacrop4.0 untuk data tanah (profil tanah dan status air tanah) dan data manajemen tanaman

(sistem irigasi, kesuburan tanah, permukaan lahan) juga berperan dalam ketidaksesuaian taksiran produktivitas padi pada kedua agroekosistem.

Sekalipun model Aquacrop tidak menghasilkan prediksi produktivitas padi secara akurat, trend yang dihasilkan memiliki pola yang hampir serupa dengan kondisi aktualnya. Karena itu, koreksi terhadap perbedaan produktivitas antara model dengan observasi perlu dilakukan sebelum model tersebut dapat diimplementasikan, terutama proyeksi produktivitas pada tanaman – tanaman mendatang.



Gambar 11. Produktivitas Rata-rata Padi Sawah Model RCP 4.5 Observasi

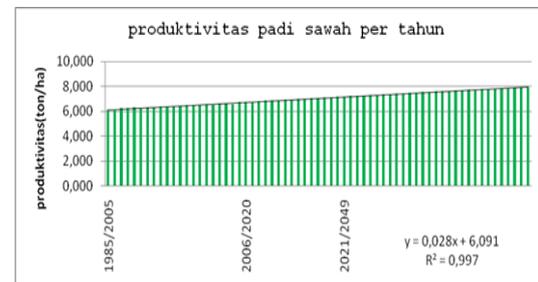


Gambar 12. Produktivitas rata-rata padi ladang model RCP 4.5 observasi

Proyeksi Produktivitas Padi Model Aquacrop 4.0

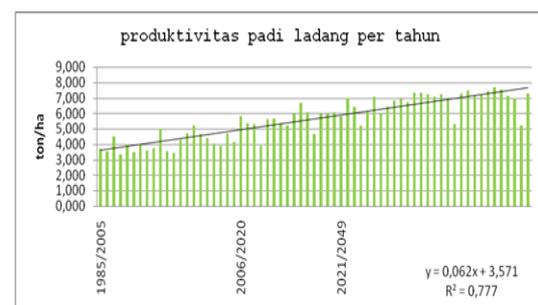
Hasil simulasi dengan menggunakan Aquacrop4.0 berdasarkan data proyeksi dan manajemen tanaman menunjukkan peningkatan produktivitas padi dari kurun

waktu 1985 – 2050. Produktivitas padi sawah per tahun diperkirakan akan mengalami peningkatan yang sangat baik setiap tahunnya sebesar 0.028 t/ha (gambar 18) dan padi ladang sebesar 0.0062 t/ha.



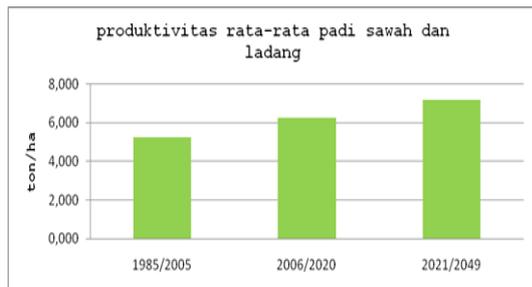
Gambar 13. Hasil Produktivitas Padi Sawah Berdasarkan Model Aquacrop 4.0

Begitu juga dengan produktivitas pada ladang diperkirakan akan mengalami peningkatan yang cukup baik setiap tahunnya pada periode 2021-2049 yaitu dengan R square sebesar 0,777 (Gambar 14).



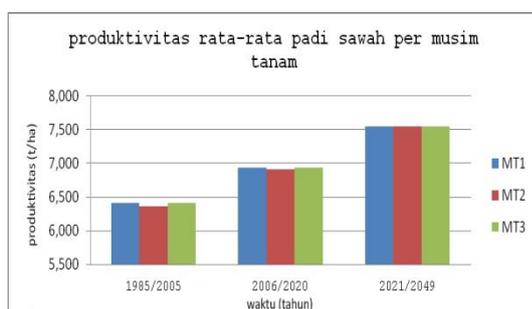
Gambar 14. Hasil produktivitas padi sladang berdasarkan model Aquacrop 4.

Dengan trend peningkatan produktivitas padi tersebut baik pada padi swah maupun padi ladan, maka hingga tahun 2050 Bengkulu Utara akan mampu menjaga ketahan pangan di daerahnya maupun daerah sekitarnya karena hingga akhir tahun tersebut produktivitas padinya mencapai 7 t/ha (Gambar 15).

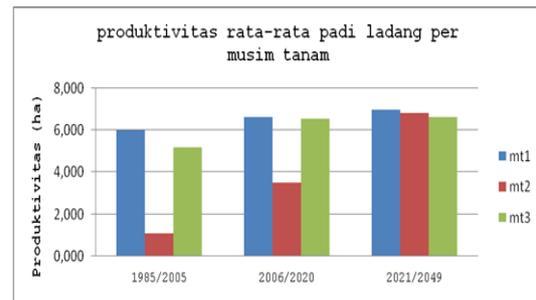


Gambar 15. Hasil Model RCP 4.5 Produktivitas Padi Sawah dan Ladang

Berdasarkan sebaran musim tanamnya, maka pola peningkatan produktivitas padi sangat bergantung pada agroekosistemnya. Untuk sawah peningkatan produktivitas padi tersebut konsisten antar musim tanam dikarenakan padi sawah menggunakan pola irigasi terjadwalkan (Gambar 16), sebaliknya untuk ladang pada periode 1985 -2005 dan periode 2006 - 2020, produktivitas padi cenderung rendah pada musim tanam 2, Hal ini disebabkan karena pada musim tanam 2 yaitu pada bulan May-Agustus curah hujan di Bengkulu Utara menurun drastis karena memasuki musim kemarau (Gambar 22). Dengan pasokan air yang minimum tersebut maka produksi padi yang dihasilkan sedikit.



Gambar 16. Hasil Model RCP 4.5 Produktivitas Padi Sawah Tiap Musim Tanam



Gambar 17. Hasil Model Produktivitas Padi Ladang Tiap Musim Tanam

KESIMPULAN

1. Data Skenario RCP4,5 yang digunakan untuk mengembangkan model Aquacrop 4.0 memiliki kesesuaian yang tinggi terhadap data observasi kecuali pada data parameter curah hujan.
2. Kondisi iklim di Bengkulu Utara hingga tahun 2050 diproyeksikan hanya mengalami perubahan yang relatif kecil.
3. Penggunaan model Aquacrop untuk memproyeksi produktivitas padi di Bengkulu Utara memerlukan koreksi untuk menghindari bias terlalu tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Boer, R, Perdinan, Faqih, A, dan Amanah, SA, 2015. *Kerentanan dan Pengelolaan Risiko Iklim Pada sektor Pertanian, Sumberdaya Air & Sumber Kehidupan Masyarakat Nusa Tenggara Timur*, UNDP-SPARC Project. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutan. Jakarta.
- BPS Kabupaten Bengkulu Utara. 2017. *Kecamatan Putri Hijau Dalam Angka 2017*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Bengkulu Utara. Ar-gamakmur.
- BPS Provinsi Bengkulu. 2012. *Provinsi Bengkulu dalam Angka*. Bengkulu 496 p.
- BPS Provinsi Bengkulu. 2015. *Produksi Padi dan Palawija Provinsi Bengkulu 2015*.

- FAO. 2009. *AquaCrop: The FAO Crop-Model to Simulate Yield Response to Water*.
<http://www.fao.org/nr/water/aquacrop.html> (diakses pada 25-01-2018).
- Hadija, H., & Mariam, M. 2015. *Simulasi model aquacrop untuk analisis pengelolaan air tanaman padi ladang*. *Jurnal Galung Tropika*, 4(3), 144-151.
- Ilham, N., Syaukat, Y., & Friyatno, S. (2005). Perkembangan dan faktor-faktor yang mempengaruhi konversi lahan sawah serta dampak ekonominya. *SOCA (Socio-Economic of Agriculture and Agribusiness)*.
- Suryadi, Yadi, Denny Nugroho Sugianto, and Hadiyanto Hadiyanto. 2017.. "Identifikasi Perubahan Suhu dan Curah Hujan serta Proyeksinya di Kota Semarang." *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning*. Vol. 14. No. 1.
- Thomson, A. M., Calvin, K. V., Smith, S. J., Kyle, G. P., Volke, A., Patel, P., ... & Edmonds, J. A. (2011). RCP4.5: a pathway for stabilization of radiative forcing by 2100. *Climatic change*, 109(1-2), 77.
- Van Vuuren, D., K. Riahi, S. Smith, M. Meinshausen, Michael Mastrandrea and Richard Moss. 2009. *RCP Extension White Paper*. Task Group on Data and Scenarios for Impact and Climate Analysis (TGICA) of the IPCC. IPCC.