

DINAMIKA IKLIM

Vicca Karolinoerita dan Muhammad Noor

Iklim merupakan salah satu faktor penting dalam proses produksi pertanian di lahan rawa, yang dapat menjadi faktor yang berpengaruh terhadap produksi padi dan tanaman lainnya di lahan rawa seperti halnya faktor tanah dan air. Dalam budi daya padi atau komoditas lainnya di lahan rawa, faktor iklim mendapatkan perhatian sejak penentuan waktu tanam, penyiapan lahan, pengolahan tanam, pola tanam sampai pada panen. Hasil padi dan komoditas lainnya di lahan rawa sulfat masam umumnya pada musim hujan lebih baik dibandingkan musim kemarau tidak lepas karena pengaruh ketersediaan air dan kondisi reduksi-oksidasi dari tanah sulfat masam yang sangat rentan terhadap perubahan iklim.

Fenomena iklim seperti siklus iklim, iklim ekstrem (El Nino, La Nina), kondisi unsur-unsur iklim seperti suhu, curah hujan, kelembapan, dan lama penyinaran sangat penting diketahui. Dalam hubungannya dengan pertanian di lahan rawa, kondisi iklim berkelindan dengan tinggi muka air di lahan rawa, tingkat serangan hama dan penyakit, dan tingkat produksi tanaman atau produktivitas lahan. Berikut akan dikemukakan tentang fenomena iklim, unsur-unsur iklim, dan hubungan pertanian di lahan rawa pasang surut sulfat masam dengan iklim.

A. Fenomena Iklim

1. Siklus Musim

Indonesia mempunyai iklim tropis, di mana berdasarkan kondisi intensitas dan durasi curah hujan dibagi menjadi dua musim utama, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Musim kemarau jatuh pada bulan April sampai dengan September, yaitu periode tanam padi musim kemarau. Musim kemarau dibagi dua musim, yaitu musim kemarau I (April sampai Juni) dan musim kemarau II (Juli sampai September). Musim hujan jatuh pada bulan Oktober sampai dengan Maret, yaitu periode tanam padi musim hujan.

Pada kondisi iklim ekstrem, periode tanam tersebut di atas akan mengalami pergeseran. Misalnya pada kondisi El Nino, musim kemarau dapat lebih lama dan kondisi suhu akan lebih panas sehingga musim tanam (untuk padi) bergeser mundur. Pada kondisi tersebut tidak jarang gagal panen karena tanaman padi atau palawijanya akan mengalami

kekeringan atau *puso*. Sedangkan pada kondisi La Nina, musim tanam (padi) mengalami pergeseran, yaitu musim tanam bisa lebih cepat, namun ada risiko banjir bagi tanaman karena curah hujan lebih tinggi.

Pada kondisi ekstrem kering (El Nino), banyak lahan rawa yang kekeringan, terutama di daerah rawa yang terbuka. Suhu daerah rawa pasang surut di Kalimantan dan Sumatera antara 26 sampai 34°C dan kelembapan sekitar 80%. Suhu dan kelembapan daerah rawa dipengaruhi oleh kerapatan tanaman atau vegetasi penutup lahan. Pada kondisi terbuka suhu dapat mencapai 40°C. Bagi tanaman pertanaman, suhu yang ideal antara 23 sampai 31°C (Noor, 2004). Sebaliknya, pada kondisi ekstrem basah (La Nina), sebagian besar daerah rawa mengalami kebanjiran. Daerah rawa menjadi daerah tampung hujan, muka air di rawa hampir sejajar dengan sungai sehingga kelebihan air tidak mungkin dibuang ke sungai.

Pengaruh iklim baik suhu, kelembapan, dan curah hujan terhadap hasil produksi dan produktivitas tanaman sendiri cukup besar karena tanaman memerlukan kondisi suhu dan kelembapan atau curah hujan (air) yang baik dan cukup. Penelitian tentang dinamika iklim pada agroekosistem rawa ini masih sangat sedikit dibandingkan pada daerah dengan agroekosistem lahan lainnya. Padahal, fenomena iklim atau iklim ekstrem (El Nino dan La Nina) menunjukkan pengaruh nyata terhadap produksi pertanian di lahan rawa karena pada saat El Nino sebagian besar sawah mengalami kekeringan dan tanaman padi mengalami stres berat sampai *puso* (tidak panen) karena kahat (defisiensi) air. Sedangkan pada saat La Nina sebagian sawah tergenang atau banjir sehingga tidak dapat tanam. Dalam konteks lahan, fenomena El Nino dapat menjadi berkah karena sebagian lahan rawa, khususnya rawa lebak yang pada musim normal tergenang air setinggi 1-2 m menjadi kering sehingga dapat ditanami. Iklim ekstrem El Nino dapat mengakibatkan penambahan luas tanam disebabkan lahan yang kering di lahan rawa lebak semakin luas (Noor, 2007).

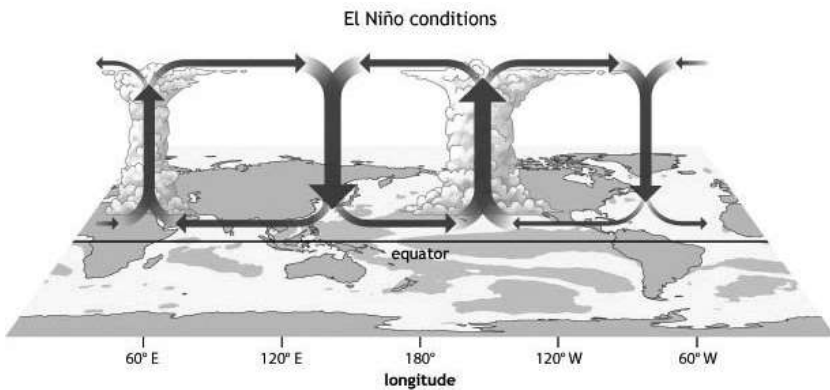
2. El Nino dan La Nina

Iklim Indonesia dikendalikan oleh tiga sistem peredaran (sirkulasi) angin global dan lokal, yaitu sirkulasi secara meridional (angin pasat atau *tradewind*), sirkulasi secara zonal (angin *moonson*), dan sirkulasi secara lokal (angin lokal). Dominasi masing-masing sistem sirkulasi udara tersebut sangat tergantung pada musim dan dinamika atmosfer

global.

Pada kondisi normal, angin pasat dan *moonsoon* lebih dominan sesuai dengan dinamika *Inter Tropical Convergence Zone* (ITCZ). Pengaruh sistem sirkulasi udara pada saat anomali iklim secara zonal Asia Pasifik yang dikendalikan oleh El Nino Southern Oscillation (ENSO) sebagai perbedaan tekanan udara antara Darwin (Australia) dan Tahiti (Afrika Barat) lebih dominan dibanding sirkulasi udara zonal, khususnya angin zonal yang bertiup dari dan ke wilayah equator lautan Pasifik. Kondisi ini yang kemudian menjadi penyebab penyimpangan iklim El Nino dan La Nina.

El Nino adalah penyimpangan suhu permukaan laut di Samudra Pasifik bagian tengah yang menjadi panas di atas kondisi normalnya (Philander, 1985). Pemanasan suhu permukaan laut ini meningkatkan potensi pertumbuhan awan di Samudra Pasifik tengah dan mengurangi curah hujan di wilayah Indonesia, sehingga memicu terjadinya kondisi kekeringan untuk wilayah Pulau Kalimantan, dan wilayah Indonesia yang ada di sisi barat Samudra Pasifik.

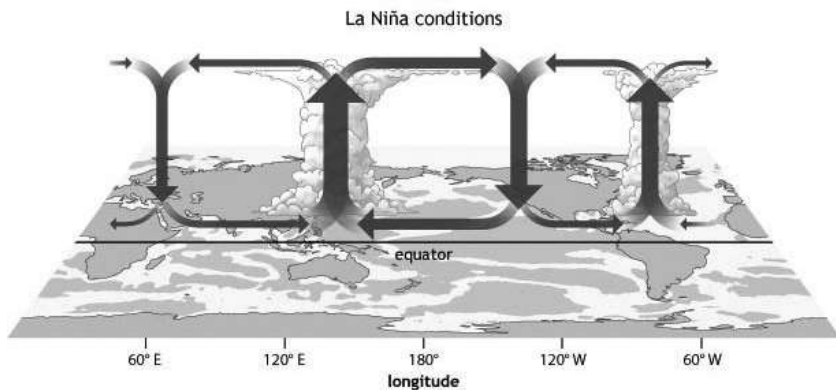


Gambar 25. Sirkulasi Atmosfer di Atas Khatulistiwa—Sirkulasi Walker Berubah Secara Substansial dengan Datangnya El Nino. Pemanasan Laut yang Tidak Wajar di Pasifik Tengah dan Timur (Oranye)

Sumber: Ilustrasi oleh NOAA/Climate.gov/ Fiona Martin

La Nina merupakan fase dingin atau kebalikan dari El Nino (Philander, 1985). Fenomenanya ditandai dengan adanya penurunan temperatur muka air laut. Akibat dari La Nina ini, di daerah pusat ENSO menjadi pusat tekanan tinggi, sehingga terjadi pergeseran sel sirkulasi zonal. Pergeseran tersebut dikenal dengan nama pergeseran pusat konveksi Walker (Lau dan Yang, 2003), yang menyebabkan udara pada

saat El Nino turun akan berubah menjadi naik di atas wilayah Indonesia bagian tengah dan timur. Anormali temperatur muka laut perairan Indonesia dengan Samudra Pasifik menimbulkan sirkulasi atmosfer yang memengaruhi curah hujan di Pulau Sumatera, Kalimantan, dan Jawa. Akibatnya, tiga pulau tersebut akan mengalami kenaikan curah hujan, di mana pada musim hujan terjadi curah hujan yang melebihi curah hujan rata-rata dan pada musim kemaraunya bersifat basah.



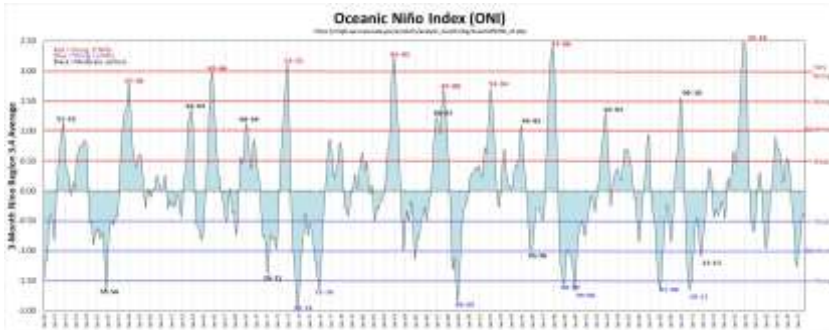
Gambar 26. Sirkulasi Atmosfer di Atas Khatulistiwa—Sirkulasi Walker— Berubah Secara Substansial dengan Datangnya La Nina. Anomali Pendinginan Samudra (Biru-Hijau) di Tengah dan Timur Samudra Pasifik dan Pemanasan di Samudra Pasifik Barat

Sumber: Ilustrasi oleh NOAA/Climate.gov/Fiona Martin

Oceanic Nino Index (ONI) adalah indikator utama NOAA untuk memantau El Nino dan La Nina. NOAA menganggap kondisi El Nino hadir ketika Oceanic Nino Index $+0,5$ atau lebih tinggi, menunjukkan Pasifik tropis timur-tengah secara signifikan lebih hangat dari biasanya. Kondisi La Nina terjadi ketika Oceanic Nino Index berada $-0,5$ atau lebih rendah, menunjukkan wilayah tersebut lebih dingin dari biasanya.

Fenomena iklim ekstrem El Nino dan La Nina dalam dekade terakhir ini menimbulkan perubahan atau pegeseran musim yang cukup signifikan. Fenomena iklim ekstrem ini dirasakan akhir-akhir ini semakin kerap dan jarak selang kejadiannya semakin rapat. Kalau dulu iklim ekstrem terjadi rata-rata per 5 tahunan, akhir-akhir ini dapat terjadi lebih dekat sekitar 3 atau 4 tahunan sehingga perlu mendapatkan perhatian yang lebih serius. Fenomena iklim ekstrem tersebut dalam hubungannya dengan pertanian di lahan rawa sangat kuat, khususnya berkaitan dengan hasil atau produktivitas lahan akibat deraan kekeringan atau kebasahan.

Tanaman pangan, khususnya padi paling sensitif (*vulnerable*) terhadap fenomena iklim ekstrem baik El Nino maupun La Nina. Selama rentang 70 tahun, telah terjadi 18 kali El Nino, di antaranya 3 kali kejadian El Nino sangat kuat, 4 kali El Nino kuat, 4 kali El Nino moderat, dan 7 El Nino lemah. Sedangkan fenomena La Nina dialami Indonesia sebanyak 15 kali, di antaranya 4 La Nina kuat, 5 La Nina moderat, dan 6 La Nina lemah (Gambar 27, Sulaiman, 2018).



Keterangan: nilai yang tertera pada Puncak Kurva Menunjukkan Tahun El Nino (merah) dan La Nina (hitam)

Gambar 27. Historis Fenomena Iklim Ekstrem El Nino dan La Nina

Sumber: Sulaiman, *et al.*, (2018)

Hasil survei dan penelitian Irawan (2013) menunjukkan bahwa El Nino pada rentang waktu tahun 1970-2010 mengakibatkan penurunan produksi padi nasional -0,50% dan pada rentang waktu yang sama La Nina mengakibatkan penurunan produksi padi lebih besar -0,65%. Fenomena iklim ekstrem dapat menjadi cekaman (*stress*) bagi tanaman padi secara agronomis secara langsung yaitu mundurnya awal tanam, menurunnya produktivitas, menurunnya luas panen dan secara tidak langsung ledakan hama dan/atau penyakit tanaman. Dampak El Nino mulai menjadi perhatian khusus sejak El Nino kuat tahun 1997, yang mengakibatkan impor beras mengalami puncaknya yang belum pernah terjadi hingga sebesar 5 juta ton. Pentingnya antisipasi atas penurunan produksi akibat El Nino mendorong munculnya Inpres No. 5 Tahun 2011 tentang Pengamanan Produksi Beras Nasional dalam kondisi ekstrem, menyangkut analisis risiko, distribusi beras, dan penyebaran informasi kepada petani (Sulaiman, *et.al.*, 2018).

Pada tingkat nasional kejadian iklim ekstrem El Nino seperti 1972/1972, 1982/1983, 1991/1992, 1997/98, 2009/2010, dan

2015/2016 secara konsisten menimbulkan penurunan produksi padi, tetapi tidak selalu untuk produksi jagung dan kedelai (Sulaiman, *et al.*, 2018). Mekanisme fisiologis pada masa kekeringan, maka hambatan pertumbuhan dialami tanaman akibat dehidrasi sehingga perkembangan akar dan tajuk tanaman terganggu. Dehidrasi menyebabkan menurunnya tekanan turgor dengan menutupnya mulut daun (*stomata*) sehingga difusi gas karbon dioksida (CO₂) terhambat dan fotosintesis terganggu, pembentukan karbohidrat menurun sehingga tanaman tumbuh kerdil atau merana. Sebaliknya, kebanjiran atau genangan berpengaruh negatif terhadap produktivitas secara tidak langsung melalui terjadi pemadatan tanah, keracunan besi, asam sulfida dan asam-asam organik lainnya, kahat oksigen karena terbentuknya suasana reduktif. Kondisi reduktif mengakibatkan perubahan metabolisme fisiologi tanaman sehingga pada gilirannya menyebabkan menurunnya produktivitas dibandingkan pada kondisi normal.

B. Unsur Iklim

Iklim secara umum diartikan sebagai gambaran dinamika atau variabel atmosfer. Iklim dapat dipandang sebagai sebuah sintesis atau agregat dari cuaca. Menurut WMO (World Meteorological Organization), jangka waktu 30 tahun adalah durasi waktu yang dibutuhkan secara statistik untuk menentukan iklim (Goosse, *et al.*, 2008). Unsur pembentuk iklim adalah dinamis dan berubah-ubah secara permanen.

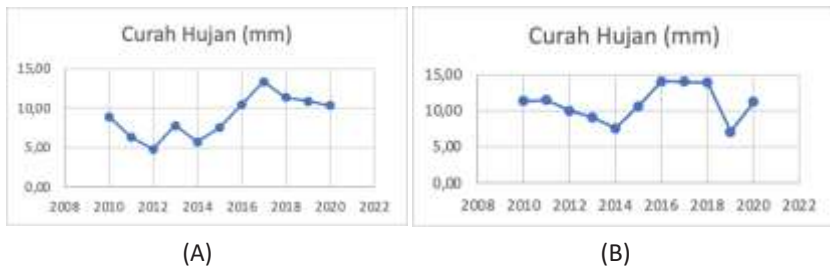
Menurut Balasubramanian (2017), unsur-unsur penting pembentuk iklim antara lain: lama penyinaran (*solar radiation*), kecepatan dan arah angin (*air masses-wind and storms*), tekanan udara (*pressure system*), kelembapan (*humidity*), suhu udara (*temperature*), arus samudra (*ocean currents*), topografi (*topography*), curah hujan (*precipitations*), tutupan awan (*cloudiness*), dan visibilitas (*visibility*). Adapun faktor-faktor yang mengontrol iklim, adalah: ketinggian (*altitude*), garis lintang (*latitude*), daratan dan perairan (*land and water*), jarak daratan dan perairan, tinggi rendahnya tekanan udara, kecepatan angin dan massa udara, *barrier* pegunungan (*relief*), dan arus samudra (*ocean currents*). Meskipun para ahli mempunyai argumen yang berbeda tentang unsur-unsur iklim penting, namun semuanya mempunyai kesamaan dalam empat unsur utama pembentuk iklim, yaitu: suhu udara, kelembapan, curah hujan, dan lama penyinaran. Oleh karena itu, buku ini akan membahas empat unsur utama iklim ini. Data yang disajikan merupakan data yang

dikumpulkan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) di Jambi, Kalimantan Selatan, Riau, dan Sumatera Selatan. Lebih khusus secara rinci akan dilihat perubahan yang terjadi pada empat kabupaten, yaitu Kabupaten Barito Kuala, Banjar, Tanah Laut, dan Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan sebagai daerah yang didominasi lahan rawa pasang surut.

1. Curah Hujan

Hujan adalah fenomena alam berupa titik-titik air yang jatuh ke permukaan bumi. Proses terjadinya hujan dimulai dengan penyinaran matahari pada air laut, danau, sungai, dan lain-lain sehingga menyebabkan terjadinya penguapan. Hasil penguapan berupa uap air terbawa oleh angin ke tempat yang lebih tinggi. Karena proses pendinginan (kondensasi) pada ketinggian tertentu, terjadilah titik-titik air yang semakin lama semakin besar volumenya, lalu jatuh sebagai hujan.

Hujan memiliki peran penting terhadap produksi pertanian karena hampir semua tanaman memerlukan air untuk hidup. Curah hujan yang berlebihan di lahan rawa dapat menimbulkan banjir yang membahayakan pertanaman dan dapat menyebabkan gagal panen. Sementara kondisi lembap atau basah yang berkepanjangan dapat mendorong pertumbuhan jamur dan berkembangnya penyakit busuk pada akar tanaman (busuk akar). Demikian juga, pada intensitas hujan yang kurang dapat menimbulkan pertumbuhan tanaman tidak optimal dan gagal panen. Gambar 28 menunjukkan pola curah hujan di Muaro Jambi dan Kalimantan Selatan yang meningkat, pada kondisi lahan rawa pasang surut dapat menimbulkan genangan yang lama.

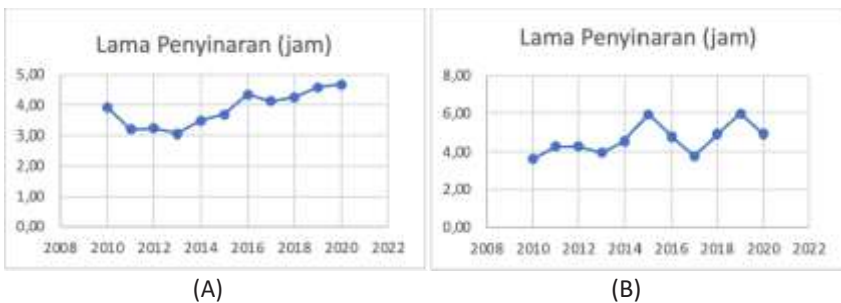


Gambar 28. Curah Hujan (mm) di Stasiun Meteorologi Muaro, Jambi (A) dan Stasiun Meteorologi Banjarbaru, Kalsel (B)

Sumber: Pengolahan Data BMKG Muaro Jambi dan Banjarbaru, Tahun 2010-2020

2. Lama Penyinaran

Lama penyinaran matahari merupakan bagian unsur cuaca dan iklim, yaitu durasi sinar matahari yang sampai ke permukaan bumi dalam satu hari. Lamanya penyinaran matahari ini akan menentukan besarnya radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi. Semakin lama durasi penyinaran, maka semakin besar pula jumlah radiasi yang diterima oleh bumi. Dampaknya terhadap cuaca dan iklim adalah naiknya suhu udara, meningkatnya penguapan dan turunnya tekanan udara. Data selama 5 tahun 2005-2010 menunjukkan lama penyinaran yang menunjukkan peningkatan dan lebih lama penyinaran di Muaro Jambi dibandingkan dengan Kalimantan Selatan (Gambar 29). Lama penyinaran di lahan rawa berkaitan dengan budi daya jenis padi lokal yang bersifat *peka fotopriode* seperti varietas Siam dan sejenisnya. Padi-padi jenis *peka fotopriode* ini akan berbuah pada lama penyinaran terpendek yang jatuh pada bulan Juni.



Gambar 29. Lama Penyinaran Matahari di Stasiun Meteorologi Muaro, Jambi (A) dan Stasiun Meteorologi Banjarbaru, Kalsel (B)

Sumber: Pengolahan Data BMKG Muaro Jambi dan Banjarbaru, Tahun 2010-2020

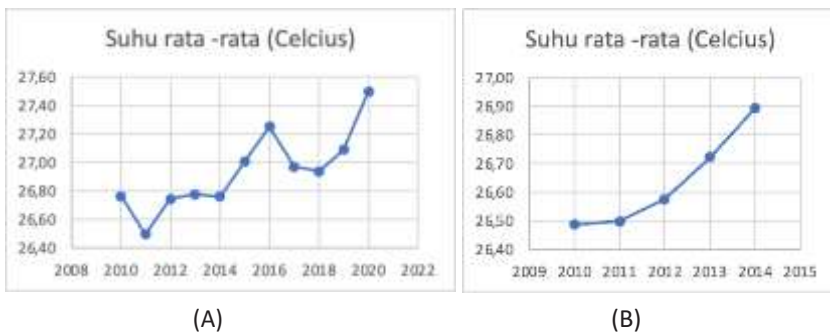
3. Suhu Udara

Suhu merupakan unsur yang sangat penting, dan dapat diukur dengan termometer dengan berbagai skala pembacaan (celcius, fahrenheit, kelvin, reamur). Definisi suhu secara fisik adalah tingkat gerakan molekul benda, di mana semakin cepat gerakan molekulnya, maka suhu semakin tinggi. Definisi lain dari suhu adalah tingkat panas suatu benda. Panas ini bergerak dari sebuah benda yang mempunyai suhu tinggi ke benda dengan suhu rendah. Suhu udara adalah derajat

panas dari aktivitas molekul dalam atmosfer, di mana suhu udara dapat berubah sesuai dengan tempatnya. Suhu di permukaan bumi semakin rendah dengan bertambahnya lintang dan juga semakin rendah dengan bertambahnya ketinggian (Tjasyono, 1999). Keadaan unsur iklim dan posisi suatu tempat terhadap daratan dan lautan juga memengaruhi variasi suhu. Di daerah tropis seperti Indonesia, fluktuasi rata-rata suhu harian relatif kecil sepanjang tahun.

Selama kurang lebih seratus tahun terakhir, suhu rata-rata di permukaan bumi telah meningkat 0.74 ± 0.18 °C. Meningkatnya emisi gas rumah kaca, seperti karbon dioksida, metana, hidrofluorokarbon, dinitroksida, sulfur heksafluorida, dan perfluorokarbon di atmosfer ini dapat meningkatkan suhu rata-rata permukaan bumi. Emisi ini terutama dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar fosil (minyak bumi dan batu bara) serta akibat penggundulan dan pembakaran hutan (Utina, 2009).

Suhu yang meningkat akan menimbulkan reaksi berantai di seluruh dunia. Ini terjadi karena naiknya suhu udara akan berimbas ke lautan, pola cuaca, salju dan es, serta tumbuhan dan satwa liar. Semakin panas suhu udara, semakin parah dampak yang akan diterima oleh manusia dan lingkungan. Suhu rata-rata antara Kalimantan Selatan (Stasiun Banjarbaru) dan Jambi (Stasiun Muaro Jambi) dari 2009 sampai 2020 disajikan pada Gambar 30 menunjukkan pola yang semakin meningkat dikhawatirkan berimbas pada produksi dan produktivitas pertanian.



Gambar 30. Suhu Rata-Rata di Stasiun Meteorologi Muaro, Jambi (A) dan Stasiun Meteorologi Banjarbaru, Kalsel (B)

Sumber: Pengolahan Data BMKG Muaro Jambi dan Banjarbaru, Tahun 2010-2020

4. Kelembapan

Kelembapan udara merupakan unsur penting iklim. Kelembapan udara merupakan banyak sedikitnya uap air yang ada di udara. Pengendapan air yang terjadi di udara dipengaruhi oleh kelembapan udara. Wujud fisiknya berupa awan, kabut, embun serta hujan. Tingkat kelembapan udara yang ada di suatu tempat dapat diukur dengan menggunakan suatu alat tertentu, yaitu hidrografi. Kelembapan udara atas dua macam, yakni kelembapan relatif dan juga kelembapan absolut. Kelembapan relatif adalah persentase uap air yang ada di udara pada suhu tertentu. Kelembapan ini dinyatakan oleh rasio dan persentase tekanan uap terhadap tekanan uap jenuh. Atau dengan kata lain, kelembapan relatif adalah jumlah uap air yang ada di udara, yang dapat ditahan pada suhu tertentu. Ini adalah persentase kelembapan yang bisa ditahan udara. Nilai kelembapan relatif tidak menunjukkan kelembapan udara kecuali jika disertai dengan suhu. Jika kelembapan di udara konstan, kelembapan relatif menurun ketika suhu naik, dan sebaliknya (Nasir, *et al.*, 2017).

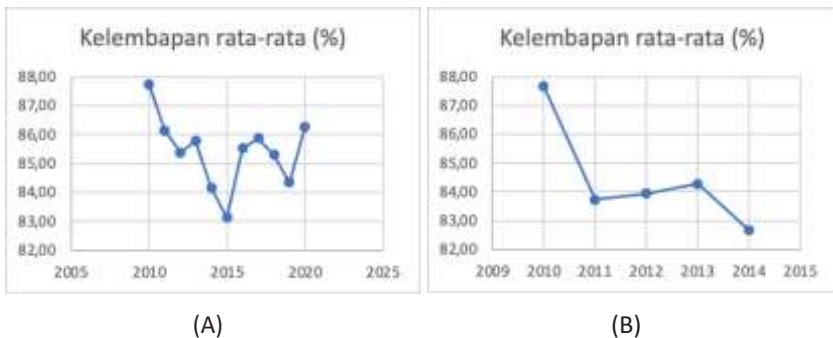
Kelembapan absolut, adalah jumlah sebenarnya uap air yang ada di udara. Dengan kata lain, kelembapan absolut adalah rasio uap air dengan massa udara kering. Kelembapan absolut dikenal sebagai rasio kelembapan dan dinyatakan dalam gram (m/m^3) per meter kubik udara. Kelembapan absolut tidak tergantung pada suhu karena ditentukan oleh sifat permukaan di bawah massa udara. Sebagai contoh, bila berat uap air dalam 1 m^3 kubik udara adalah 35 gram, maka kelembapan udara absolut adalah 35 g/m^3 (Nasir, *et al.*, 2017).

Perbedaan antara kelembapan absolut dan relatif terletak pada definisi, ukuran, dan pengaruh suhu.

- a. Kelembapan absolut merupakan rasio uap air dengan massa udara kering, sedangkan kelembapan relatif adalah sebaliknya, yaitu jumlah uap air yang ada di udara relatif terhadap jumlah yang dapat dipegang pada suhu itu.
- b. Kelembapan absolut adalah jumlah uap air per unit gas pada suhu dan tekanan, dinyatakan dalam gram (g/m^3) per meter kubik udara, sedangkan kelembapan relatif dinyatakan sebagai persentase uap air relatif terhadap suhu udara.
- c. Kelembapan absolut tidak tergantung pada suhu, sedangkan kelembapan relatif tergantung pada suhu. Nilai kelembapan relatif

akan menentukan kelembapan udara bila dikombinasikan dengan suhu. Jadi, jika kelembapan di udara tetap konstan, kelembapan relatif menurun ketika suhu naik, atau kelembapan relatif meningkat ketika suhu turun. Jika kelembapan absolut tetap tidak berubah, tetapi suhu naik, kelembapan relatif pada akhirnya akan menurun.

Selama kurun waktu 11 tahun menunjukkan adanya penurunan kelembapan rata-rata, meskipun terjadi fluktuasi penurunan dan kenaikan antara tahun 2014-2016 di Muaro Jambi (Gambar 31).



Gambar 31. Kelembapan Rata-Rata (%) di Stasiun Meteorologi Muaro, Jambi (A) dan Stasiun Meteorologi Banjarbaru, Kalsel (B)

Sumber: Pengolahan Data BMKG Muaro Jambi dan Banjarbaru, Tahun 2010-2020

C. Iklim dan Pertanian

1. Iklim dan Tinggi Muka Air

Iklim berpengaruh terhadap tinggi muka air atau terjadinya pasang. Tinggi pasang baik pada saat pasang besar (*spring tide*) maupun pasang kecil (*neap tide*) pada saat musim kemarau lebih rendah dibandingkan dengan musim hujan karena debit air pasang pada musim kemarau berkurang. Pada musim kemarau, desakan air laut dapat lebih kuat, lebih tinggi, dan lebih jauh merajuk (*intake*) kepedalaman karena debit sungai berkurang sehingga pengaruh intrusi air laut melampaui batas pada keadaan normal. Air laut dapat masuk lebih jauh kepedalaman sehingga banyak lahan rawa yang berubah dari lahan pertanian menjadi lahan garam atau tambak. Dampak kenaikan muka air laut terhadap penurunan produksi padi karena terjadinya peningkatan salinitas.

Salinitas yang tinggi menimbulkan peningkatan tekanan otomatis dalam sel sehingga menghambat penyerapan air dan hara oleh tanaman. Selain itu, salinitas juga dapat menimbulkan keracunan ion Na dan Cl terhadap tanaman (Noor, 2004). Menurut Grattan, *et al.*, (2012), tingkat salinitas di bawah 2,0 dS/m tidak berpengaruh terhadap hasil padi. Apabila salinitas meningkat di atas 2 dS/m maka hasil padi akan menurun sekitar 10% untuk setiap kenaikan 1 dS/m. Tanaman padi tahan salinitas sampai pada 4 dS/m (Noor, 2004). Menurut Dent, 1986 (dalam Noor, 2004) tingkat salinitas yang dapat ditoleran tanaman berkisar 10-20 dS/m. Tanaman yang toleran terhadap salinitas selain padi, juga kelapa dan kelapa sawit. Sedangkan tanaman yang peka atau rentan terhadap salinitas antara lain cokelat, jeruk, dan tanaman kacang-kacangan (legum). Dengan demikian, kondisi salinitas akan berpengaruh terhadap produksi padi yang dihasilkan di lahan rawa pasang surut.

2. Iklim dan Hama Penyakit Tanaman

Peningkatan intensitas banjir akan memengaruhi produksi padi secara tidak langsung dari akibat meningkatnya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), seperti keong mas dan wereng coklat (Bappenas, 2010). Hasil penelitian Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra) tahun 2012 menunjukkan serangan tungro, tikus, dan penggerek batang meningkat apabila jumlah curah hujan bulanan pada musim hujan >200 mm. Serangan wereng coklat meningkat pada curah hujan 100-150 mm, sedangkan penyakit blas meningkat pada curah hujan >200 mm (Khairullah, *et al.*, 2013). Peningkatan suhu juga berpengaruh terhadap populasi dan serangan hama penyakit, terutama jika diikuti oleh peningkatan kelembapan udara.

Pada kondisi kering, antara musim hujan menjelang kemarau, hama orong-orong biasanya meningkat, kondisi hujan yang tidak menentu dapat menyebabkan timbulnya serangan busuk akar dan blas. Pada padi di lahan rawa yang ditanam pada musim kemarau sering muncul gejala penyakit habang (merah) yang disinyalir akibat keracunan besi. Kondisi ini perlu diantisipasi dengan melakukan penggenangan, pemberian kapur, pemupukan kalium dan pemberian kompos (Noor, 2004). Dengan demikian, kondisi iklim dan perkembangan sebagai dampak dari perubahan iklim akan berpengaruh juga kepada produksi tanaman, khususnya padi di lahan rawa pasang surut.

3. Iklim, Produksi, dan Produktivitas Tanaman

Iklim sangat berpengaruh khususnya pada tanaman padi. Kerentanan tanaman padi sangat berhubungan dengan sistem penggunaan lahan dan sifat tanah, pola tanam, teknologi pengelolaan tanah, air, tanaman, dan varietas (Las, *et al.*, 2008b). Kerentanan tanaman padi terhadap pola curah hujan akan berimbas pada luas areal tanam dan panen, produktivitas, dan kualitas hasil. Kejadian iklim ekstrem, terutama El Nino atau La Nina, antara lain menyebabkan: 1) kegagalan panen, penurunan IP yang berujung pada penurunan produktivitas dan produksi; 2) kerusakan sumber daya lahan pertanian; 3) peningkatan frekuensi, luas, dan bobot/intensitas kekeringan; 4) peningkatan kelembapan; dan 5) peningkatan intensitas gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT) (Las, *et al.*, 2008a).

Kekeringan, banjir, dan pergeseran pola curah hujan sebagai akibat dari perubahan iklim ekstrem menurunkan produksi tanaman pangan, khususnya padi. Penelitian Konsorsium Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim (KP3I), Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan), memprediksi perubahan iklim, terutama akibat El Nino, akan memperluas areal pertanaman yang terancam kekeringan, khususnya padi sawah, dari 0,3-1,4% menjadi 3,1-7,8%, sementara areal yang mengalami puso akibat kekeringan meningkat dari 0,04-0,41% menjadi 0,04-1,87%.

Pertanaman padi sawah mempunyai frekuensi kejadian kekeringan tiga kali dalam empat tahun, serta secara umum meningkat tajam pada tahun *El Nino*, sedangkan kejadian banjir frekuensinya berkisar antara 2-3 kali dan meningkat tajam pada tahun La Nina (Boer, *et al.*, 2009). Terjadi peningkatan luas areal pertanaman yang rawan banjir disebabkan oleh La Nina, dari 0,75-2,68% menjadi 0,97-2,99%, dan areal pertanaman yang puso karena banjir meningkat dari 0,24-0,73% menjadi 8,7-13,8%. Secara agregat, perubahan iklim potensial diperkirakan menurunkan produksi padi nasional dari 2,45-5,0% menjadi lebih dari 10% (Las, *et al.*, 2011). Di sisi lain, pergeseran pola hujan dapat menyebabkan bergesernya waktu tanam, musim, dan pola tanam yang pada gilirannya akan menurunkan indeks pertanaman padi.

Peningkatan suhu meningkatkan laju transpirasi yang selanjutnya menurunkan produktivitas tanaman padi, meningkatkan konsumsi air, mempercepat pematangan buah/biji, menurunkan mutu hasil dan berkembangnya berbagai hama penyakit (OPT). Menurut Direktur

Jenderal IRRI, setiap kenaikan suhu 1°C akan berkontribusi pada penurunan produksi padi sebesar 8-10%. Hasil penelitian Tschirley (2007) menunjukkan telah terjadi penurunan hasil pertanian lebih dari 20% apabila suhu naik lebih dari 4°C. Penelitian KP3I (2009) menunjukkan bahwa hasil pertanian akan menurun karena peningkatan suhu akibat naiknya konsentrasi CO₂. Apabila tidak ada peningkatan indeks penanaman dan laju konversi lahan sawah 0,77% per tahun, maka produksi padi di tingkat kabupaten akan mengalami penurunan sebesar 42.500-162.500 ton pada tahun 2025.

Berdasarkan data BPS dari empat kabupaten, yaitu Kabupaten Barito Kuala, Banjar, Tanah Laut dan Tapin (Kalimantan Selatan) menunjukkan hubungan yang kuat antara iklim (curah hujan) dengan produksi dan produktivitas padi antara 2009-2019 pada masing-masing kabupaten di atas. Empat kabupaten di atas masing-masing mempunyai luas rawa pasang surut 226.899 ha (41% dari total Kalsel); 74.233 ha (13%), 56.430 ha (10%), dan 37.295 ha (7%) dari total rawa pasang surut di Kalimantan Selatan 553.551 ha (Mawardi, *et al.*, 2019). Misalnya pada daerah Kabupaten Barito Kuala produksi yang tinggi dicapai pada kondisi curah hujan rata-rata tinggi. Curah hujan tahunan 2009-2019 berkisar antara 2.015-3.284 mm dan produksi yang dicapai antara tahun 2009-2019 berkisar 317.605-389.758 ton gabah/tahun. Demikian juga produktivitas tertinggi dicapai pada curah hujan rata-rata tinggi. Produktivitas yang dicapai antara 3,21-3,91 t gabah/ha/musim. Rata-rata sebagian besar daerah rawa (80-90%) masih menanam 1 kali setahun (IP 100) (Gambar 8 dan 9). Walaupun pada tahun 2015 dikenal sebagai kemarau panjang dengan banyaknya lahan rawa (gambut) yang terbakar, tetapi produksi lahan rawa tidak terjadi penurunan drastis. Hal ini karena pada umumnya pada bulan-bulan September yang puncaknya kebakaran, sawah rawa pada umumnya sudah panen.

Sementara puncak produksi pada tahun 2017 terjadi peningkatan produksi karena adanya tambahan luas tanam pasca-kebakaran (kemarau) karena umumnya petani akan membuka seluas-luasnya lahan pada saat kebakaran untuk ditanami tahun berikutnya. Fenomena ini merupakan keuntungan bagi lahan rawa karena penanaman padi semakin luas. Selanjutnya dapat dilihat produksi dan produktivitas padi di empat kabupaten di atas, yaitu Barito Kuala, Banjar, Tanah Laut, dan Tapin pada tiga keadaan iklim yaitu (1) kondisi iklim normal (tahun

2001, 2002, dan 2003); (2) kondisi El Nino (tahun 1991, 1994, dan 1997); dan (3) kondisi La Nina (tahun 1992, 1995, dan 1998) yang disajikan berturut-turut pada Gambar 32, 33, 34 dan 35.



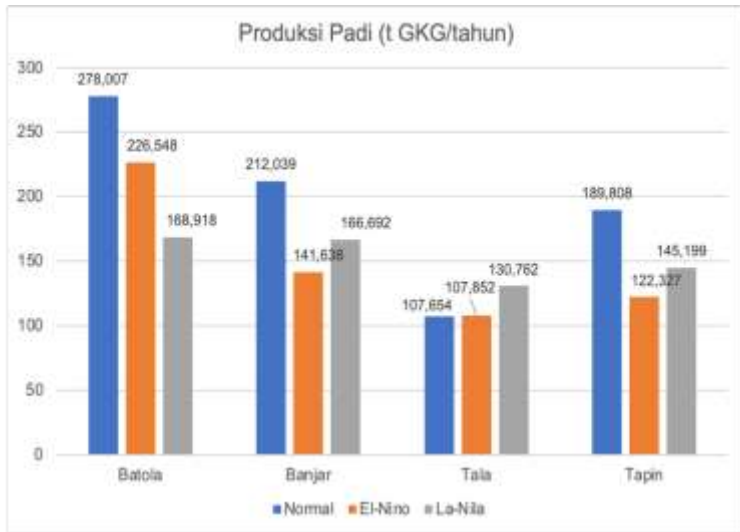
Gambar 32. Hubungan Curah Hujan Tahunan dengan Produksi (t Gabah/Tahun) Padi Tahun 2009-2019 di Kabupaten Batola, Kalimantan Selatan

Sumber: BPS Kabupaten Barito Kuala (Tahun 2009-2019)



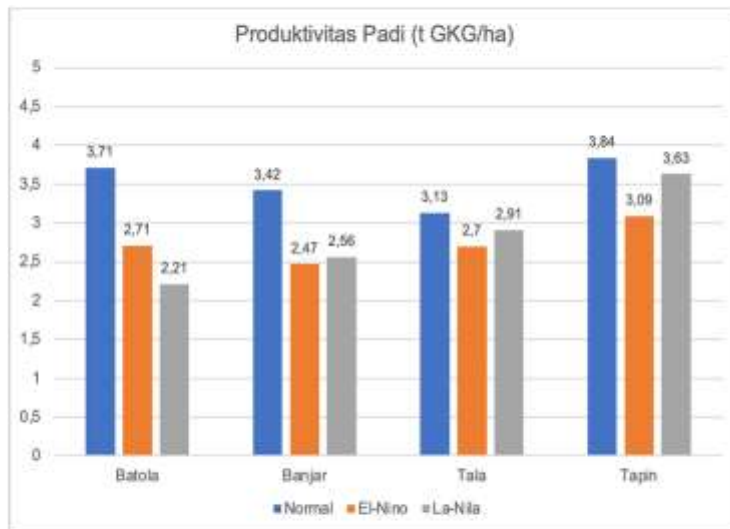
Gambar 33. Hubungan Curah Hujan Tahunan dengan Produksi dan Produktivitas Padi (t Gabah/ha) Tahun 2009-2019 di Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan

Sumber: BPS Kabupaten Barito Kuala (Tahun 2009-2019)



Gambar 34. Produksi Padi Kabupaten Barito Kuala, Banjar, Tapin dan Tanah Laut, Kalsel pada Kondisi Iklim Normal, El Nino dan La Nina

Sumber: BPS Kabupaten Barito Kuala, Banjar, Tanah Laut, dan Tapin (Tahun 1991-2003)



Gambar 35. Produktivitas Padi di Kabupaten Barito Kuala, Banjar, Tapin, dan Tanah Laut, Kalsel pada Kondisi Iklim Normal, El Nino dan La Nina

Sumber: BPS Kabupaten Barito Kuala, Banjar, Tanah Laut, dan Tapin (Tahun 1991-2003)

Menurut Naylor, *et al.*, (2002), terdapat perbedaan luas tanam padi pada tahun La Nina 1975/1976 dan El Nino 1982/1983, yaitu sekitar 800 ribu ha, setara dengan 3,5 juta ton beras atau 7% total produksi padi tahunan. Pada El Nino 1997/1998 terjadi penurunan luas tanam 925 ribu hektar sehingga pada periode September 1997-April 1998 terjadi penurunan produksi padi sekitar 4,8 juta ton. Gambaran di atas menunjukkan bahwa kondisi iklim baik El Nino maupun La Nina sama-sama menurunkan produksi padi di daerah lahan rawa, khususnya di empat kabupaten yang wilayahnya masing-masing dominan memiliki lahan rawa pasang surut, yaitu Kabupaten Barito Kuala, Banjar, Tanah Laut dan Tapin bagi Kalimantan Selatan khususnya dan lahan rawa pada umumnya.

Kondisi iklim di lahan rawa pasang surut dipengaruhi oleh iklim global. Pada kondisi El Nino, musim kemarau dapat lebih lama dan kondisi suhu lebih panas sehingga musim tanam (untuk padi) gagal panen karena puso atau kekeringan dan pada kondisi La Nina, masa tanam bergeser bisa lebih cepat, tetapi curah hujan yang lebih dapat berisiko banjir. Unsur utama iklim di lahan rawa pasang surut antara lain suhu, kelembapan udara, curah hujan, dan penyinaran matahari. Pada kondisi ekstrem kering (El Nino), banyak lahan rawa yang kekeringan, sebaliknya pada kondisi ekstrem basah (La Nina), sebagian besar daerah rawa mengalami kebanjiran. Indonesia selama rentang 70 tahun (1940-2010), mengalami 18 kali El Nino (3 kali El Nino sangat kuat, 4 kali El Nino kuat, 4 kali El Nino moderat, dan 7 El Nino lemah) dan 15 kali La Nina (4 La Nina kuat, 5 La Nina moderat, dan 6 La Nina lemah). El Nino pada rentang waktu tahun 1970-2010 mengakibatkan penurunan produksi padi nasional -0,50% dan pada rentang waktu yang sama La Nina mengakibatkan penurunan produksi padi lebih besar -0,65%.

Fenomena iklim ekstrem dapat menjadi cekaman bagi tanaman padi secara agronomis langsung yaitu mundurnya awal tanam, menurunnya produktivitas, menurunnya luas panen dan secara tidak langsung mengakibatkan ledakan hama dan/atau penyakit tanaman. Pengaruh iklim baik suhu, kelembapan, dan curah hujan terhadap hasil produksi dan produktivitas tanaman sendiri cukup besar karena tanaman memerlukan kondisi suhu dan kelembapan yang baik dan/atau curah hujan (air) yang cukup. Fenomena iklim ekstrem menunjukkan pengaruh nyata terhadap produksi pertanian karena kekurangan air,

bahwa kondisi iklim baik El Nino maupun La Nina yang menurunkan produksi padi lahan sawah di lahan rawa, khususnya di empat kabupaten yang wilayahnya masing-masing dominan lahan rawa pasang surut, yaitu Kabupaten Barito Kuala, Banjar, Tanah Laut dan Tapin.