



JURNAL SEGARA

<http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/segara>

ISSN : 1907-0659

e-ISSN : 2461-1166

Nomor Akreditasi: 766/AU3/P2MI-LIPI/10/2016

VARIABILITAS HIDROLOGIS DAN DINAMIKA PRODUKSI GARAM PADA BERAGAM KONDISI ENSO DI KABUPATEN PATI DAN REMBANG

HYDROLOGIC VARIABILITY AND SALT PRODUCTION DYNAMICS DURING VARIOUS ENSO EVENTS AT PATI AND REMBANG DISTRICTS

Rikha Bramawanto¹⁾, Herlina Ika Ratnawati¹⁾ & Supriyadi²⁾

¹⁾Pusat Riset Kelautan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia KP - KKP
Komplek Bina Samudera, Jalan Pasir Putih II, Jakarta Utara, 14330

²⁾Ilmu Kelautan, UIN Sunan Ampel Surabaya

Diterima : 22 Februari 2019 ; Diterima Setelah Perbaikan : 14 Maret 2019 ; Disetujui Terbit: 20 Maret 2019

ABSTRAK

El Niño Southern Oscillation (ENSO) merupakan salah satu fenomena global yang terbukti mempengaruhi curah hujan dan sekaligus produksi garam di Indonesia. Kajian ini menggali informasi karakteristik variabilitas hidrologis pada beragam kejadian ENSO. Tujuannya untuk memperoleh gambaran kondisi optimum (maksimum dan minimum) hidrologis yang mendukung produksi garam. Dinamika produksi garam di Pati dan Rembang cenderung selaras dengan perubahan kejadian ENSO. Kondisi hidrologis optimum yang terjadi agar produksi garam dapat tetap berlangsung antara lain terdiri dari rata-rata SPL 28,3 - 28,5 °C, rata-rata laju evaporasi 5,8 - 6,3 mm/hari, rata-rata laju presipitasi 0,45 - 4,5 mm/hari dan kadar salinitas 32,7- 32,8 PSU. Dalam kajian ini kondisi maksimum terjadi saat *El Niño* kuat tahun 2015 berlangsung, dan kondisi minimum terjadi saat ENSO netral pada 2014 berlangsung. Nilai rata-rata SPL, laju evaporasi dan laju presipitasi yang melebihi kondisi minimum serta salinitas yang kurang dari kondisi minimum akan berpotensi mengakibatkan gagal panen garam seperti tahun 2016. Informasi ini bermanfaat bagi petambak garam untuk menekan risiko kerugian akibat fase ekstrim dari ENSO.

Kata kunci: Variabilitas hidrologis, produksi garam, ENSO .

ABSTRACT

El Niño Southern Oscillation (ENSO) is one of the global phenomena that affects rainfall and also salt production in Indonesia. This study has sought information on the characteristic of hydrologic variability during ENSO events. The objective was to obtain the hydrologic optimum (maximum and minimum) condition that support salt production. Salt production dynamics in Pati and Rembang Regencies tend to align with ENSO events. The optimum hydrologic conditions for salt production to sustain are, among others, indicating an average SST of 28.3 - 28.5 °C, average evaporation rate of 5.8 - 6.3 mm/day, average precipitation rate of 0.45 - 4.5 mm/day and average salinity of 32.7- 32.8 PSU. In this study, maximum conditions occurred during *El Niño* event in 2015, and minimum conditions occurred throughout the neutral ENSO in 2014. The average values of SST, evaporation rate and precipitation rate that are higher than their minimum values with salinity value lower than its minimum will cause potential failure on salt crop as happened in 2016. This information gives an advantage to salt farmers to minimize the risk of loss due to extreme ENSO events.

Keywords: Hydrologic Variability, ENSO, salt production.

Corresponding author:
Jl. Pasir Putih I Ancol Timur, Jakarta Utara 14430. Email: bramawanto@gmail.com

Copyright © 2018 Jurnal Segara
DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/segara.v15i1.7593>

PENDAHULUAN

Posisi geografis Indonesia membuat wilayahnya mengalami beragam kondisi iklim dan cuaca. Berbagai fenomena global, regional dan lokal mempengaruhi keragaman kondisi iklim dan cuaca tersebut, diantaranya seperti *El Niño Southern Oscillation (ENSO)*, *Indian Ocean Dipole (IOD)*, sirkulasi angin monsun Asia-Australia, Sirkulasi Timur-Barat (*Walker Circulation*), Sirkulasi Utara-Selatan (*Hadley Circulation*), *Inter Tropical Convergence Zone (ITCZ)* yang merupakan daerah pertumbuhan awan, serta kondisi suhu permukaan laut sekitar wilayah Indonesia (Prasetya, 2011; BMKG, 2018). Beberapa studi menunjukkan bahwa fenomena ENSO dan IOD berkaitan dengan curah hujan dan jumlah produksi garam di Indonesia (Tongkukut, 2011; Fadholi, 2013a; Fadholi, 2013b; Vitri & Marzuki, 2014; Bramawanto & Abida, 2017; Herho *et al.*, 2018).

Produksi garam di Indonesia pada umumnya dikerjakan oleh rakyat secara tradisional dan sangat bergantung pada kondisi iklim-cuaca (Azizi *et al.*, 2011; Kumala, 2012). Indonesia yang berada di kawasan tropis sekitar ekuator hanya dapat melakukan produksi garam pada musim kemarau, yaitu ketika laju presipitasi atau curah hujan di Indonesia relatif kecil. Curah hujan saat kemarau, dimana ENSO turut mempengaruhi terjadinya hal tersebut, menjadi faktor pembatas bagi produktivitas dan proses produksi garam dengan sistem evaporasi (Kumala, 2012).

Lahan garam di Indonesia tersebar di 7 propinsi yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, NTB, dan NTT (Suwasono *et al.*, 2013). Kabupaten Pati dan Kabupaten Rembang merupakan produsen garam terbesar di Jawa Tengah. Produksinya didukung oleh keberadaan tambak yang cukup luas yaitu mencapai 3.508,14 Ha, dengan rincian 2.043 Ha di Kabupaten Pati dan 1.465,14 Ha di Kabupaten Rembang. Tingkat produksinya mencapai 80 sampai 90 ton per hektar per tahun pada kondisi kemarau normal (DKP Kab. Pati dalam KKP, 2015; Jaya *et al.*, 2016).

Kondisi klimatologis di wilayah Pati dan sekitar Rembang berdasarkan penelitian Ratnawati (2008) merupakan daerah dengan pengaruh dominan monsun Australia, sedangkan pengaruh monsun Asia di wilayah ini dengan tingkat kekuatan yang melemah karena terdistorsi oleh efek pegunungan Muria. Sedangkan wilayah pesisir didominasi oleh pengaruh interaksi *sea-land breeze* yang kuat dengan efek topografi gunung Muria. Di daerah Pati dan sekitar Rembang juga teridentifikasi adanya *sinyal inter-annual variability* yang terkait dengan fenomena ENSO dan IOD, *sinyal intraseasonal variability signifikan 2-3 bulanan*, terkait dengan *osilasi Madden-Julian (MJO)*

40-70 harian pada kondisi monsun-timuran. Selain itu, juga teridentifikasi sinyal antar-tahunan (*interannual*) dengan frekuensi 2-2,5 tahunan diduga menunjukkan pola yang mirip dengan fenomena QBO-like (*Quasi Biennial Oscillation-like*), (Ratnawati, 2008).

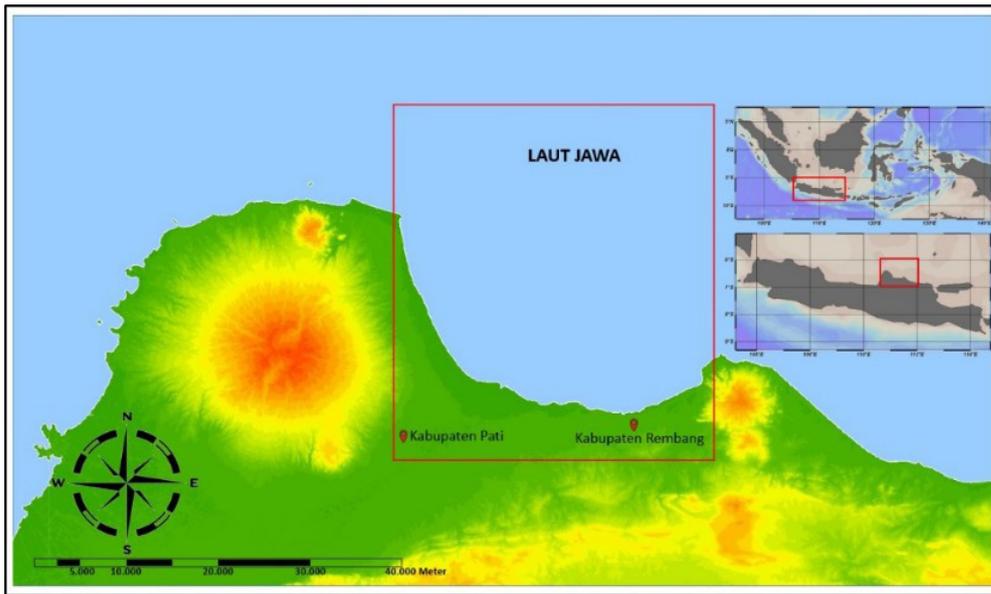
Petambak garam di Kabupaten Pati dan Rembang, sebagaimana pada sentra garam di Indonesia pada umumnya, merasakan dampak anomali iklim yang disebabkan adanya fenomena ENSO, baik saat terjadi *El Niño* maupun *La Niña*. Para petambak garam mengenali *El Niño* dan *La Niña* secara sederhana beberapa tahun terakhir ini. Mereka berasumsi bahwa *El Niño* berasosiasi dengan kondisi hangat yang lama dan sangat rendahnya curah hujan, sebaliknya *La Niña* berasosiasi dengan kondisi lembab berkepanjangan dan tingginya curah hujan yang dikenal dengan "kemarau basah". *El Niño* dianggap menguntungkan karena masa produksi garam lebih panjang dan kuantitas produksi meningkat, sedangkan *La Niña* menyebabkan gagal panen garam.

Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa produksi garam memiliki hubungan dengan ENSO dan fenomena global/regional lainnya (Adiraga, 2013; Bramawanto & Abida, 2017; Herho *et al.*, 2018), namun informasi tentang karakteristik variabilitas hidrologis yang menjadi faktor pendukung produksi garam saat kejadian *El Niño* atau *La Niña* belum banyak dikaji. Kajian ini bertujuan menggali informasi karakteristik variabilitas hidrologis pada beragam kejadian ENSO. Hasil kajian ini juga menjelaskan kondisi optimum dan minimum dari variabilitas hidrologis yang masih dapat mendukung proses produksi garam.

METODE PENELITIAN

Kajian ini dilaksanakan terhadap dua kabupaten sentra garam di Provinsi Jawa Tengah, yaitu Kabupaten Pati dan Rembang (Gambar 1). Kajian dimulai dengan menyandingkan data produksi garam di Kabupaten Pati dan Rembang dengan kejadian ENSO dari tahun 2011 sampai 2017. Kemudian, kajian difokuskan terhadap variabilitas hidrologis pada 2014, 2015 dan 2016. Masing-masing merupakan representasi dari kejadian ENSO, yaitu ENSO netral pada 2014, *El Niño* pada 2015 dan *La Niña* pada 2016. Laju evaporasi, presipitasi, suhu permukaan laut dan salinitas diilustrasikan melalui analisis spasial. Hasil ilustrasi dijelaskan lebih lanjut secara deskriptif eksploratif.

Kajian ini mengambil sejumlah data dari berbagai sumber, antara lain Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk data produksi garam, laman situs *Climate Prediction Center - National Centers for Environmental Prediction (CPC-NCEP) NOAA* untuk data ENSO, laman situs *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)* untuk data



Gambar 1. Lokasi Kajian.

reanalisis evaporasi-presipitasi dan suhu udara, laman situs *Hybrid-Coordinate Ocean Model (HYCOM)* untuk data suhu permukaan laut dan salinitas.

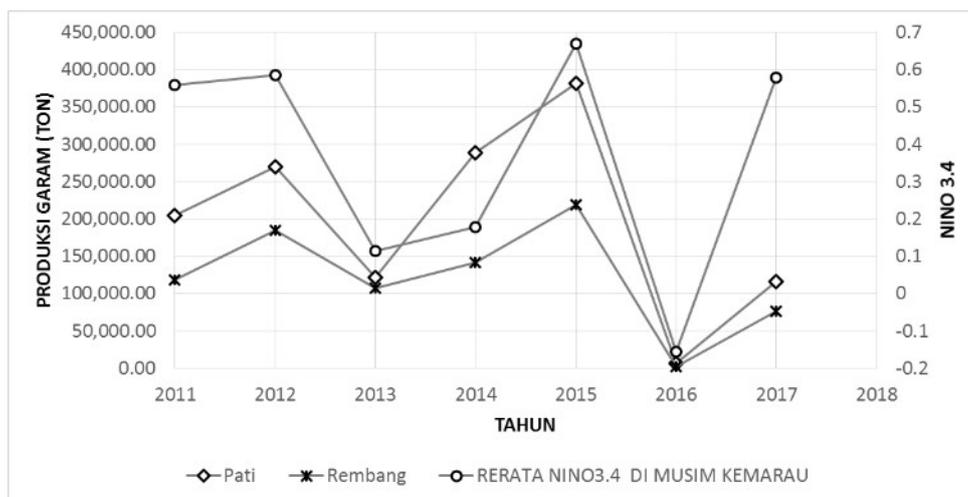
HASIL DAN PEMBAHASAN

ENSO & Produksi Garam di Pati & Rembang

Pada rentang waktu antara 2011 sampai 2017, Indonesia mengalami dampak beberapa anomali iklim, baik *El Niño* maupun *La Niña* dalam kategori kuat, sedang ataupun lemah. Dinamika anomali tersebut memiliki pola yang seirama dengan jumlah produksi garam di Pati dan Rembang (Gambar 2). Fluktuasi paling signifikan terlihat pada tahun 2014-2016. Ketika terjadi *ENSO* netral pada 2014 jumlah produksi garam di

Pati & Rembang masing-masing sebanyak 287.997 ton dan 141.943 ton. Produksi garam meningkat menjadi 381.704 ton di Pati dan 218.491 ton di Rembang saat terjadi *El Niño* kuat pada 2015. Namun ketika terjadi *La Niña* pada 2016, produksi garam mengalami gagal panen dan turun drastis menjadi hanya 6.253 ton di Pati dan 1.726 ton di Rembang. Hal tersebut menunjukkan bahwa produksi garam di Pati dan Rembang berkaitan dengan dinamika anomali *ENSO* yang mempengaruhi cuaca saat musim kemarau di Indonesia.

Selama fase *El Niño*, wilayah Indonesia memiliki kondisi yang lebih kering dari pada biasanya. Ini sebagai akibat dari menurunnya konveksi di Samudera Pasifik bagian Barat. Hal tersebut dikarenakan



Gambar 2. Fenomena Kejadian *ENSO* dan Data Produksi Garam. Sumber : Program PUGAR KKP (produksi garam). Sumber : www.cpc.ncep.noaa.gov (indeks NINO3.4)

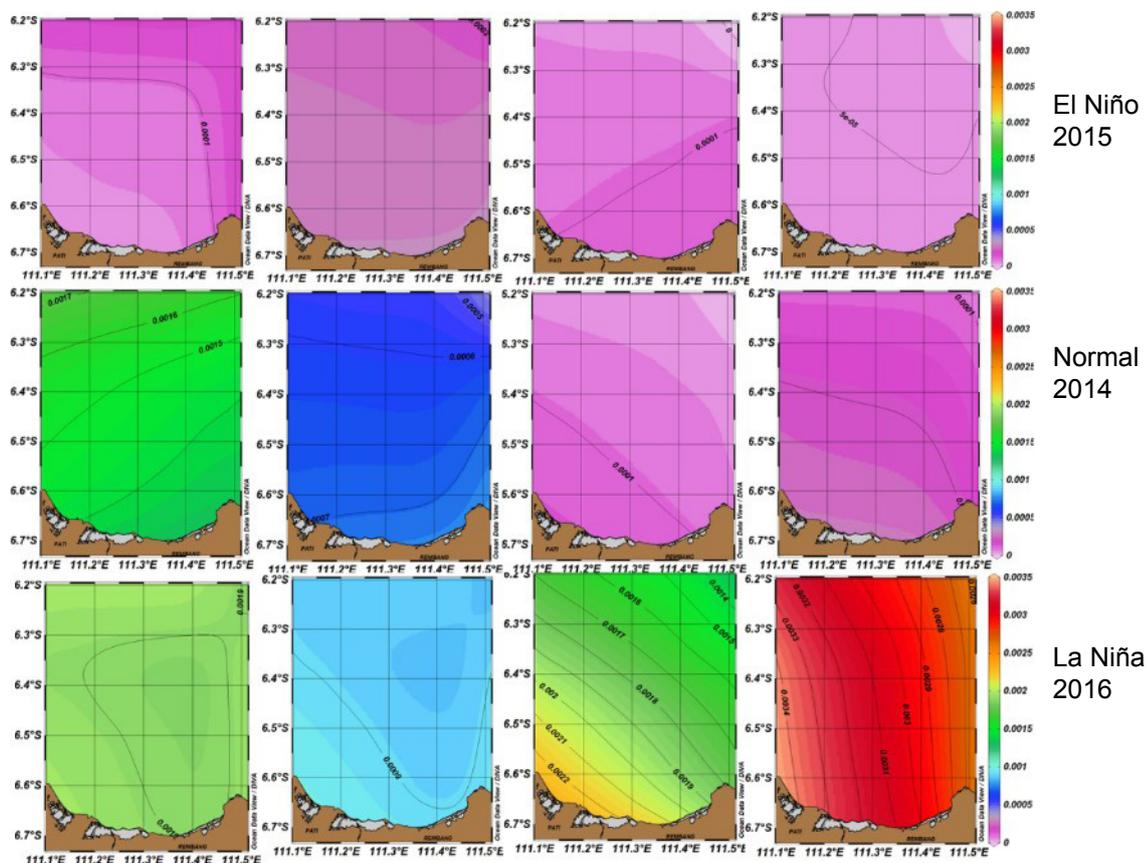
sirkulasi Walker melemah dan mengalami anomali yang menyebabkan arah sirkulasi berlawanan dengan kondisi normalnya, sehingga permukaan laut Samudera Pasifik lebih hangat daripada kondisi normalnya. Konveksi di bagian Barat akan ditekan dan konveksi dibagian Timur menjadi lebih kuat. (CPC-NCEP-NOAA, 2018; Fadholi, 2013a). Sebaliknya, selama Fase *La Niña* sirkulasi Walker meningkat dan membawa udara bergerak pada arah normalnya dari Timur melintasi Samudera Pasifik menuju kearah Barat sehingga sehingga menyebabkan udara di Indonesia, Filipina menjadi lebih lembab dan menimbulkan hujan (CPC-NCEP-NOAA, 2018).

Presipitasi

Pengertian istilah presipitasi dalam website ECMWF dan Yananto & Sibarani (2016) adalah merupakan akumulasi cairan dan air beku di atmosfer, yang terakumulasi selama periode waktu tertentu, dan jatuh ke permukaan bumi baik dalam bentuk hujan maupun salju. Negara yang berada di wilayah ekuatorial yang memiliki iklim tropis seperti Indonesia, presipitasi lebih sering disebut sebagai hujan karena sangat jarang terjadi presipitasi dalam bentuk jatuhnya butiran es. Pada kenyataannya fenomena hujan yang terjadi di suatu wilayah bukan saja hanya disebabkan oleh satu faktor saja, melainkan merupakan produk

dari sejumlah interaksi berbagai faktor yang kompleks, yang secara umum variabilitasnya dapat diuraikan dalam modus ruang dan waktu (Tabony dalam Ratnawati, 2008). Tjasyono (2008) juga menjelaskan bahwa curah hujan mempunyai variabilitas yang besar dalam ruang dan waktu. Dalam skala ruang, nilainya sangat dipengaruhi oleh letak geografis, topografi, arah angin dan letak lintang. Dalam skala waktu keragaman curah hujan dibagi atas tipe harian, bulanan, dan tahunan.

Kondisi rata-rata curah hujan harian di Pati & Rembang saat musim kemarau/panen garam pada Juli - Oktober tahun 2014 - 2016 terlihat pada gambar 3. Urutan dari atas ke bawah diatur berdasarkan kejadian, berturut-turut yaitu *El Niño*, *ENSO* netral dan *La Niña*. Nilai presipitasi ditunjukkan dalam satuan meter dengan kisaran 0 - 0,0035 meter atau setara 0 - 3,5 mm. Ketika *El Niño* terjadi pada 2015, curah hujan pada Juli sampai Oktober sangat rendah yaitu dalam kisaran 0 sampai 0,5 mm. Ini merupakan kondisi curah hujan ideal yang mendukung produksi garam. Ketika *La Niña* terjadi pada 2016, curah hujan cenderung tinggi sepanjang musim kemarau. Pada bulan Juli curah hujan berkisar antara 1,5 sampai 1,9 mm, pada Agustus 0,8 - 1,2 mm, September 1,4 -2,2 mm, dan Oktober 2,8 -3,4. Kondisi curah hujan terendah hanya



Gambar 3. Presipitasi Juli - Oktober 2014-2016 (dalam meter). Sumber : Reanalisis ECMWF, data diolah

terjadi pada Agustus, meskipun masih lebih tinggi dari curah hujan saat *El Niño* terjadi. Sedangkan pada kondisi netral pada 2014, curah hujan terendah terjadi pada September dan Oktober (0 - 1 mm). Pada Juli curah hujan masih cukup tinggi (1,5 -1,7 mm) dan berangsur menjadi cukup rendah pada Agustus (0,5 - 0,7 mm).

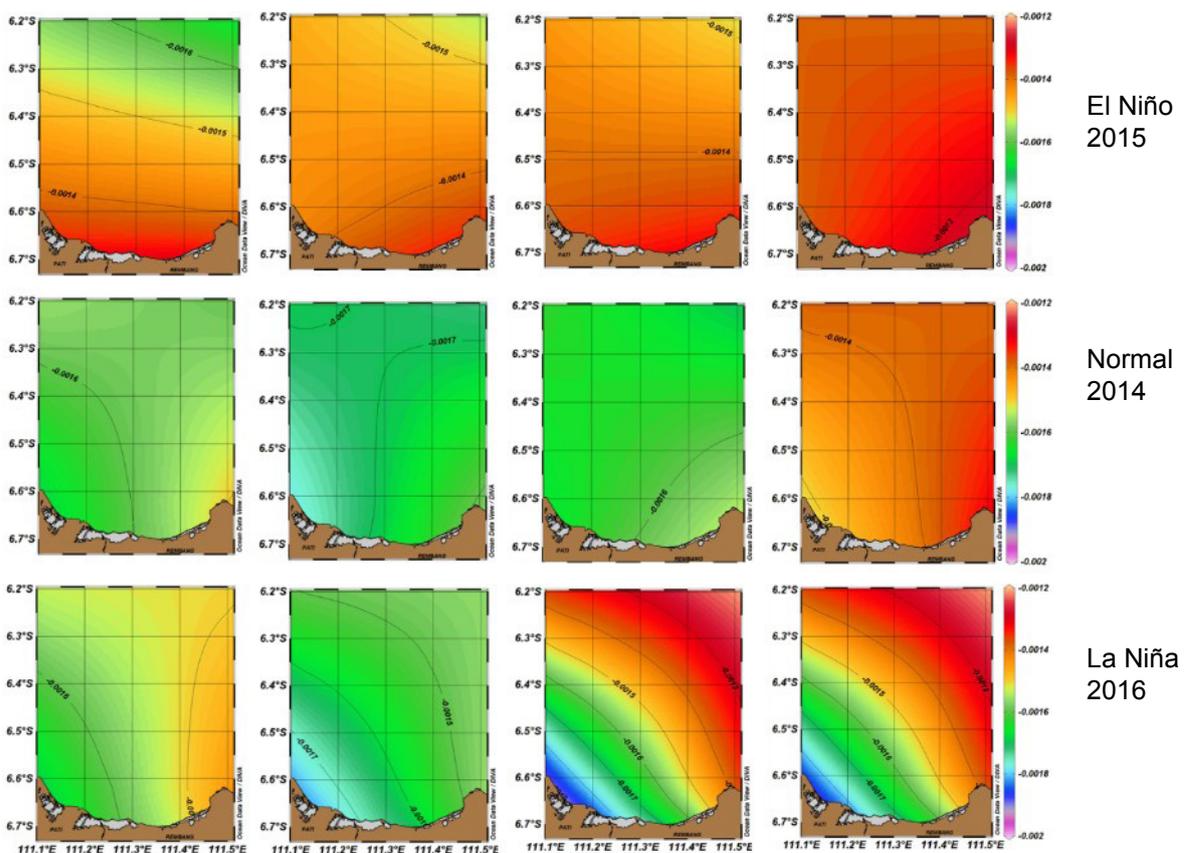
Evaporasi

Evaporasi air laut dapat didefinisikan sebagai proses perubahan molekul air dari fase cair menjadi fase uap melalui perantara udara-laut (Yu, 2007). Proses evaporasi ini bergantung pada energi panas, perbedaan kelembaban udara-laut dan angin. Evaporasi air laut merupakan tahapan paling awal dalam siklus hidrologi yang mempunyai pengaruh terhadap masukan air ke daratan dengan presentase evaporasi terbesar terjadi di lautan mencapai 85% (Wati *et al.*, 2015). Petambak garam dengan prosedur yang tepat dapat menghasilkan produk kristal garam yang murni tanpa bahan pengotor melalui proses evaporasi. Saat pembentukan kristal garam terjadi, nilai afinitas kristal garam lebih tinggi dibandingkan molekul kristal yang lainnya sehingga dapat membentuk kristal yang besar. Bahan pengotor mempunyai bentuk dan ukuran yang berbeda dengan kristal garam sehingga tidak bisa menyatu dengan kristal garam melainkan berada

diluar kristal garam (Sumada *et al.*, 2016).

Gambar 4 menunjukkan kondisi evaporasi pada musim kemarau pada 2014-2016. Nilai pada gambar dalam satuan meter dengan kisaran -0,0012 sampai -0,002 meter atau setara -1,2 mm sampai -2 mm. ECMWF memberikan panduan bahwa nilai negatif menunjukkan berkurangnya ketebalan air ketika evaporasi terjadi dan apabila bernilai positif maka menunjukkan bahwa sedang terjadi proses kondensasi. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa, nilai evaporasi semakin negatif nilai maka air yang terevaporasi semakin banyak.

Secara umum, selama musim kemarau 2014-2016, terdapat tren melemahnya evaporasi di akhir musim. Evaporasi tertinggi terlihat pada September dan Oktober 2016 di sekitar pesisir Pati dan Rembang bagian Barat, terdistribusi melemah menuju arah Timur Laut. Evaporasi pada Juli-Agustus 2014 dan Juli-Agustus 2015 terlihat serupa. Informasi paling menarik dari Gambar 4 adalah evaporasi pada kondisi *La Niña* ternyata lebih tinggi dibandingkan dengan evaporasi pada kondisi *El Niño* dan *ENSO* netral. Di sisi lain, produksi garam pada saat *La Niña* 2016 mengalami gagal panen. Hal tersebut menunjukkan bahwa evaporasi yang tinggi belum tentu menjadi



Gambar 4. Evaporasi Juli - Oktober 2014-2016 (dalam meter). Sumber : Reanalisis ECMWF, data diolah

faktor pendukung produksi garam. Untuk memahami hal tersebut perlu pengamatan komprehensif terhadap siklus hidrologi seperti proses presipitasi dan evaporasi di suatu wilayah secara simultan.

Evaporasi-Presipitasi

Industri garam Mortonsalt menyatakan bahwa produksi garam metode evaporasi membutuhkan iklim yang hangat, dimana laju evaporasi lebih tinggi daripada laju presipitasi. Perbandingan laju evaporasi terhadap laju presipitasi serta selisih keduanya yang terjadi di sekitar Pati-Rembang selama musim kemarau 2014-2016 dapat dilihat dalam Tabel 1. Nilai laju evaporasi dan presipitasi ditentukan dengan cara menghitung rata-rata harian keduanya selama musim kemarau. Untuk memudahkan melihat selisihnya, nilai evaporasi dirubah dalam bentuk bilangan cacah. Kondisi lingkungan terhangat ditunjukkan dengan nilai paling positif dari selisih antara laju evaporasi terhadap presipitasi, sebaliknya kondisi terlembab ditunjukkan dengan nilai paling negatif.

Rata-rata laju evaporasi harian selama musim kemarau saat *La Niña* dan *ENSO* netral lebih tinggi (6,3 mm/hari) dibandingkan saat *El Niño* (5,8 mm/hari). Kisaran angka tersebut tidak terlalu terpaut jauh, yaitu hanya 0,5 mm/hari. Hal ini diduga karena letak Indonesia yang berada di sekitar lintang ekuator mendapat durasi penyinaran yang tidak jauh berbeda selama musim kemarau, sebagai akibat dari peredaran semu matahari tahunan. Evaporasi di suatu wilayah juga dipengaruhi oleh letaknya di garis lintang bumi (Babkin, 2009). Perbedaan cukup signifikan justru ditunjukkan oleh nilai rata-rata laju presipitasi. Pada kondisi *ENSO* netral laju presipitasi sebesar 4,5 mm/hari. Laju presipitasi saat *El Niño* jauh lebih kecil dibandingkan saat *ENSO* netral dengan selisih 4,15 mm/hari. Sebaliknya, laju presipitasi saat *La Niña* jauh lebih besar dibandingkan saat *ENSO* netral dengan selisih 4,7 mm/hari.

Kondisi lingkungan hangat yang dapat mendukung proses produksi garam terjadi pada saat *El Niño* 2015. Selisih laju evaporasi terhadap presipitasi di Pati dan Rembang saat itu bernilai sangat tinggi yaitu 5,35 mm/hari, sehingga membuat jumlah

produksi garamnya mencapai 600 ribu ton. Pada *ENSO* netral 2014 selisih laju evaporasi terhadap presipitasi cukup moderat, yaitu 1.8 mm/hari. Hal ini membuat produksi garam tergolong normal, yaitu sebanyak 430 ribu ton. Sedangkan pada saat *La Niña* 2016, selisih laju evaporasi terhadap presipitasi bernilai negatif, yaitu -2.9 mm/hari, yang artinya lingkungan berada dalam keadaan lembab sehingga menyebabkan gagal panen garam yaitu hanya sekitar 8 ribu ton.

Suhu Perairan

Suhu Permukaan Laut (SPL) atau *Sea Surface Temperature* (SST) di perairan Indonesia merupakan indeks banyaknya uap air pembentuk awan di atmosfer. Jika suhu permukaan laut memiliki nilai yang rendah maka uap air di atmosfer menjadi berkurang, namun jika suhu permukaan laut menjadi lebih hangat maka akan ada banyak uap air yang terbentuk di atmosfer (Yananto & Sibarani, 2016). Perubahan SPL mempengaruhi curah hujan dan pengaruhnya mengalami penguatan di darat dibanding di laut (Ardhitama & Sholihah, 2013; Nuryanto & Badriyah, 2014). Artinya tambak garam yang berada di darat akan sangat dipengaruhi oleh perubahan SPL.

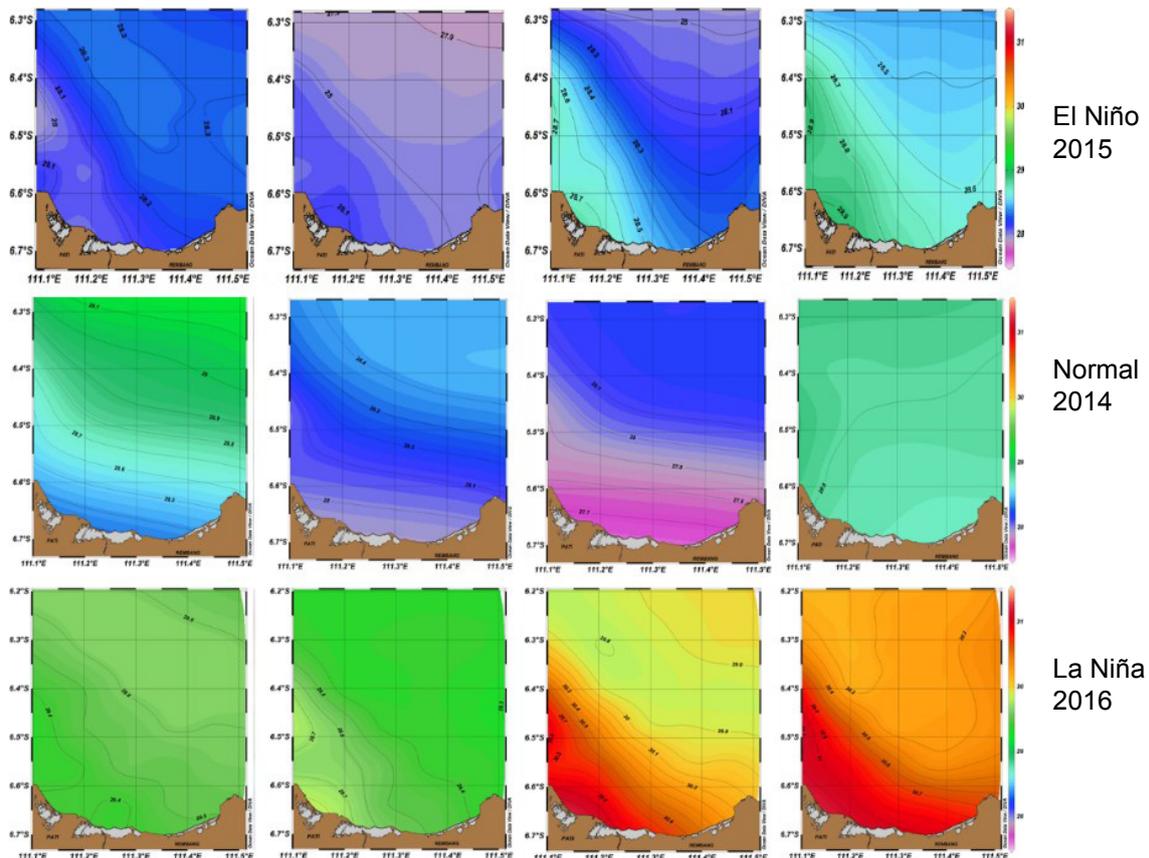
Gambar 5 menunjukkan kondisi SPL di sekitar pesisir Pati dan Rembang pada bulan Juli - Oktober 2014 -2016. Secara umum SPL terdistribusi menghangat ke arah pantai pada semua kejadian *ENSO*. Suhu terendah hingga tertinggi pada periode tersebut adalah 27,7 - 31,1 °C. Suhu terendah terjadi saat *ENSO* normal pada September 2014, sedangkan suhu tertinggi terjadi saat *La Niña* pada Oktober 2016. Kondisi ideal SPL yang mendukung produksi garam berada pada kisaran 27,7 - 28,9 °C. Sedangkan kondisi yang tidak ideal adalah ketika SPL lebih dari 29,3 °C.

Salinitas

Konsentrasi salinitas dari air laut yang menjadi bahan baku kristal garam mempunyai pengaruh terhadap laju kristalisasi dan juga tingkat produktivitas (Kurniawan *et al.*, 2011). Korelasi antara laju evaporasi dan salinitas air ditunjukkan dengan penurunan laju evaporasi saat salinitas air meningkat, sebagai akibat dari pengurangan tekanan uap air di permukaan air (Al-Shammiri, 2002). Hubungan antara salinitas

Tabel 2. Perbandingan Laju Presipitasi terhadap Laju evaporasi

Fase <i>ENSO</i> / Tahun	Rata-rata laju evaporasi (mm/hari)	Rata-rata laju presipitasi (mm/hari)	Selisih rata-rata evaporasi dan presipitasi (mm/hari)	Produksi Garam Pati-Rembang (ton)
<i>El Niño</i> (2015)	5,8	0,45	5,35	600.195
<i>ENSO</i> netral (2014)	6,3	4,5	1,8	429.940
<i>La Niña</i> (2016)	6,3	9,2	-2,9	7.979



Gambar 5. Suhu Permukaan Laut Juli - Oktober 2014-2016 (dalam Celsius).

Sumber : Reanalisis ECMWF, data diolah

permukaan laut dan *freshwater budget* atau Evaporasi-Presipitasi (E-P) terlihat sangat jelas di Perairan Indonesia. Hubungannya ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 27,3 - 53% yang mengindikasikan bahwa variasi salinitas permukaan laut mendominasi sebagian variasi E-P (Ratnawati *et al.*, 2018).

Salinitas di sekitar perairan Pati dan Rembang secara umum terdistribusi meningkat konsentrasinya dari pesisir menuju laut. Selama musim kemarau salinitas terendah terjadi pada Juli dan tertinggi terjadi pada September. Pada September 2015, saat fase *El Niño* terjadi, salinitas berada dalam kisaran 33,3 - 33,6 PSU dengan distribusi yang cenderung homogen.

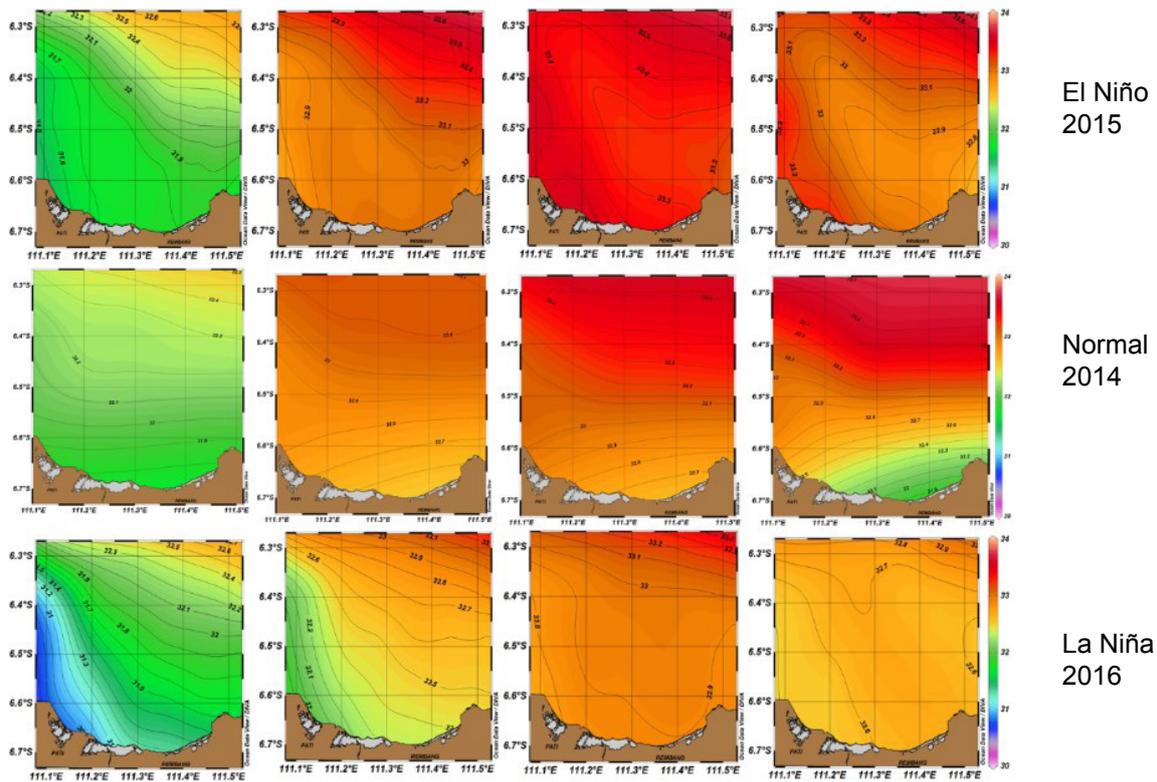
Pada September 2014 salinitas berkisar antara 32,7 sampai 33,5 PSU dan pada September 2016 salinitas berkisar antara 32,8 sampai 33,4 PSU.

Karakteristik Hidrologi Pendukung Produksi Garam

Karakteristik hidrologi pendukung produksi garam saling mempengaruhi antara faktor satu dengan faktor lainnya. Tabel 2 menunjukkan bahwa semua variable memiliki keterkaitan dalam membentuk karakteristik lingkungan yang ideal dalam mendukung proses produksi garam. Laju evaporasi yang moderat, laju presipitasi yang sangat rendah, serta selisih keduanya yang menunjukkan nilai lebih positif, ditambah dengan kadar salinitas yang tinggi merupakan kondisi paling optimum hidrologi yang mendukung untuk proses

Tabel 2. Keterkaitan antar variabel faktor-faktor lingkungan pendukung produksi garam pendugaan daya dukung lingkungan perairan N

Tahun	SPL (°C)	Laju evaporasi	laju presipitasi (mm/hari)	Selisih laju (mm/hari) terhadap evaporasi	Salinitas (PSU) Presipitasi	Produksi Garam (Ton)
<i>El Niño</i> 2015	28,3	5,8	0,45	5,35	2,8	600.195,00
ENSO Netral 2014	28,5	6,3	4,5	1,8	32,7	429.940,13
<i>La Niña</i> 2016	30,31	6,3	9,2	-2,9	32,3	7.978,90



Gambar 6. Salinitas Juli - Oktober 2014-2016. Sumber : Reanalisis ECMWF, data diolah

produksi garam. Disamping itu, lamanya waktu musim kemarau dimana evaporasi lebih besar dari presipitasi membuat durasi produksi lebih lama dan produksi garam meningkat.

ENSO yang sangat mempengaruhi peningkatan produksi garam adalah *El Niño* kuat sebagaimana yang terjadi pada 2015, peningkatannya akan mengalami eskalasi ketika secara bersamaan IOD berada dalam fase positif (Bramawanto & Abida, 2017). Di Pati dan Rembang kejadian *El Niño* Kuat tahun 2015 ditandai dengan nilai rata-rata SPL 28,3 C, laju evaporasi 5,8 mm/hari, laju presipitasi 0,45 mm/hari dan kadar salinitas 32,8. Saat *ENSO* netral, produksi garam pada umumnya normal, dicirikan dengan nilai rata-rata SPL 28,5, laju evaporasi 6,3 mm/hari, laju presipitasi 4,5 mm/hari dan salinitas 32,7. Sedangkan ketika produksi garam mengalami gagal panen kejadian La Niña tengah berlangsung, ditandai dengan rata-rata SPL 30,31, laju evaporasi 6,3 mm/hari, laju presipitasi 9,2 mm/hari dan salinitas 32,3.

KESIMPULAN

Dinamika produksi garam di Pati dan Rembang selaras dengan perubahan kejadian *ENSO*. Kondisi hidrologis optimum (maksimum dan minimum) yang harus ada agar produksi garam dapat tetap berlangsung antara lain terdiri dari rata-rata SPL 28,3 - 28,5°C, rata-rata laju evaporasi 5,8 - 6,3 mm/hari,

rata-rata laju presipitasi 0,45 - 4,5 mm/hari dan kadar salinitas 32,7- 32,8 mm/hari. Dalam kajian ini kondisi maksimum terjadi saat *El Niño* kuat pada 2015, dan kondisi minimum berlangsung saat *ENSO* berlangsung netral pada 2014. Nilai rata-rata SPL, laju evaporasi dan laju presipitasi yang melebihi kondisi minimum serta salinitas yang kurang dari kondisi minimum akan berpotensi mengakibatkan gagal panen seperti tahun 2016. Informasi ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh para petambak garam sebagai referensi dalam mengambil langkah antisipasi ketika terjadi anomali iklim sehingga dapat mengurangi resiko kerugian yang ditimbulkan

PERSANTUNAN

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Pusat Riset Kelautan, kepada Kepala Bidang Teknologi Kelautan beserta jajarannya. Terima kasih kepada seluruh anggota tim riset “Sistem Prediksi Jumlah Produksi Garam Nasional” dan seluruh kolega atas kesediaannya menjadi teman diskusi dan memberi saran. Karya tulis ini merupakan salah satu hasil riset pada 2017 di Pusat Riset Kelautan BRSDMKP KKP. Terima kasih kepada Dewan Redaksi, dan Mitra Bestari, dan kepada pihak-pihak yang tidak disebutkan dalam persantunan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Shammiri, M. (2002). Evaporation Rate as a Function of Water Salinity. *Desalination*, 150(2), 189-203.
- Ardhitama, A. & Sholihah, R. (2013). Model Simulasi Prakiraan Curah Hujan Bulanan pada Wilayah Riau dengan Menggunakan Input Data SOI, SST, NINO 3.4, dan IOD. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 14(2), 95-104.
- Azizi, A., Kurnawan, T. & Manadiyanto. (2011). *Analisis Pemasaran Garam Rakyat di Kabupaten Pati Jawa Tengah*. Jakarta. Seminar Nasional Riset dan Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan Tahun 2011: 541-552.
- Babkin, V.I. (2009). *Evaporation From The Surface of The Globe. Hydrological Cycle - Vol. II*. Book. ©Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS).
- BMKG (2018). Prakiraan Musim. Diakses pada 22 Juli 2018 dari <https://www.bmkg.go.id/iklim/prakiraan-musim.bmkg>
- Bramawanto, R. & Abida, R.F. (2017). Tinjauan Aspek Klimatologi (ENSO dan IOD) dan Dampaknya Terhadap Produksi Garam Indonesia. *Jurnal Kelautan Nasional*, 12(2), 91-99.
- CPC.NCEP.NOAA (2018) El Nino Southern Oscillation. Diakses pada tanggal 24 Juni 2018 dari <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml>
- ECMWF. (2018) ERA Interim, Daily - Forecasts – ECMWF (European Center for Medium-Range Weather Forecast) diakses pada tanggal 20 Juni 2018 dari <http://apps.ECMWF.int/datasets/data/interim-full-daily>
- Fadholi, A. (2013a). Studi Dampak El Niño dan Indian Ocean Dipole (IOD) Terhadap Curah Hujan di Pangkalpinang. *Jurnal Ilmu Lingkungan UNDIP*, 11(1), 43-50. doi: 10.14710/jil.11.1.43-50.
- Fadholi, A. (2013b). Uji Perubahan Rata-Rata Suhu Udara dan Curah Hujan di Kota Pangkalpinang. *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi*, 14(1), 11-25.
- Herho, S.H.S., Firdaus, G.A. & Siregar, P.M. (2017). *Pengaruh Aspek Meteorologi Terhadap Produksi Garam Air Payau Di Desa Losarang, Kabupaten Indramayu*. SEMIRATA MIPAnet 24-26 Agustus 2017.
- HYCOM. (2018) HYCOM + NCODA Global 1/12° Analysis. Diakses pada tanggal 22 Juni 2018 dari <https://www.hycom.org/dataserver/gofs-3pt0/analysis>
- Irawan, B. (2006). Fenomena Anomali Iklim El Niño dan La Niña : Kecenderungan Jangka Panjang dan Pengaruhnya Terhadap Produksi Pangan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 24(1), 28-45.
- Jaya, N.T.S.P., Hartati, R. & Widianingsih. (2016). Produksi Garam dan Bittern Di Tambak Garam. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(1), 43–47.
- KKP. (2015). *Fasilitasi Penyusunan Masterplan dan Detailed Engineering Design Kawasan Tambak Garam Di Kabupaten Pati*. Kerangka Acuan Kerja.
- Kumala, Afkia R. (2012). *Analisis Pengaruh Curah Hujan terhadap Produktivitas Garam*. Skripsi. Bogor. IPB.
- Kurniawan T. & Azizi, A. (2012). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Petani Tambak Garam di Kabupaten Sampang dan Sumenep. *Jurnal Masyarakat dan Budaya*, 14(3), 499-518
- MORTONSALT. (2018) Salt Production and Processing. Diakses pada 20 Agustus 2018 dari <https://www.mortonsalt.com/salt-production-and-processing>.
- Nuryanto, D.E. & Badriyah, I.U. (2014). Pengaruh Perubahan Suhu Permukaan Laut Terhadap Curah Hujan Benua Maritim Indonesia Pada September 2006. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 15(3), 147-155.
- Prasetya, R. (2011). *Analisis Curah Hujan Akibat Siklon Tropis Nangka, Parma dan Nida di Sulawesi Utara*. Skripsi. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Ratnawati, H. I. (2008). Penerapan Analisis Multivariat dan Spektral dalam Pengelompokan (Clustering) Curah Hujan Homogen di Wilayah Tanjung Muria, *Jurnal Segara*, 4(1), 1-17.
- Ratnawati, H.I., Aldrian, E. & Soepardjo, A.H. (2018). Variability of Evaporation-Precipitation (E-P) and Sea Surface Salinity (SSS) Over Indonesian Maritime Continent Seas. *AIP Conference Proceedings 2023*, 020252 (2018); doi: 10.1063/1.5064249
- Sumada, K., Dewati, R. & Suprihatin. (2016). Garam Industri Berbahan Baku Garam Krosok dengan Metode Pencucian dan Evaporasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 11(1), 30-36.

- Suwasono, B., Munazid, A. & Widodo, A.W. (2013). *Pemetaan Dan Identifikasi Fisika - Kimia Sumberdaya Air Laut Sebagai Bahan Baku Pembuat Garam Di Wilayah Pesisir Jawa Timur*. Laporan Akhir Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi. UHT. Surabaya.
- Swarinoto, Y.S. & Sugiyono. (2011). Pemanfaatan Suhu Udara Dan Kelembapan Udara Dalam Persamaan Regresi Untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan Di Bandar Lampung. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 12(3), 271-281.
- Tjasyono, B., Lubis, A., Juaeni, I., Ruminta. & . Harijono, S.W.B. (2008). Dampak Variasi Temperatur Samudra Pasifik dan Hindia Ekuatorial Terhadap Curah Hujan di Indonesia. *Jurnal Sains Dirgantara*, 5(2), 83-95.
- Tongkukut, S.H.J. (2011). El Niño dan Pengaruhnya Terhadap Curah Hujan di Manado Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(1), 102-108.
- Vitri, T. & Marzuki. (2014). Analisis Pengaruh El Niño Southern Oscilation (ENSO) Terhadap Curah Hujan di Kota Tabang Sumatera Barat. *Jurnal Fisika Unand*, 3(4), 214-221.
- Wati, T., Hidayat, P. & Ardhasena, S. (2015). Pengaruh Parameter Cuaca Terhadap Proses Evaporasi Pada Interval Waktu Yang Berbeda. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 16(3), 155 -165.
- Yananto, A. & Sibarani, R.M. (2016). Analisis Kejadian El Niño Dan Pengaruhnya Terhadap Intensitas Curah Hujan Di Wilayah Jabodetabek (Studi Kasus : Periode Puncak Musim Hujan Tahun 2015/2016). *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 17(2), 65-73.
- Yu, L. (2007). Global Variations in Oceanic Evaporation (1958–2005): The Role of the Changing Wind Speed, *Journal of Climate*, 20, 5376-5390. DOI: 10.1175/2007JCLI1714.1

