

Journal Analysis of Palm Oil Strategic Issues

Edisi Bahasa Indonesia

Volume IV, No. 08

5 September 2023

EL NINO DAN DAMPAKNYA TERHADAP INDUSTRI SAWIT

Oleh

PASPI Monitor

RESUME

El Nino berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi pada industri sawit, namun besaran kerugian tersebut tergantung dari intensitas El Nino. Semakin tinggi intensitas kejadian El Nino (sangat kuat) menyebabkan semakin besar penurunan produktivitas dan produksi minyak sawit sehingga peningkatan harga minyak sawit global semakin tinggi dan menimbulkan kerugian ekonomi yang juga semakin besar. Potensi kerugian industri sawit semakin besar jika terjadi karhutla.

PENDAHULUAN

Menurut berbagai perkiraan ahli-ahli iklim dunia, anomali iklim El Nino, dimana curah hujan di bawah normal, akan terjadi lagi pada tahun 2023/2024. El Nino tersebut akan terjadi pada negara-negara sentra sawit dunia, khususnya di Indonesia dan Malaysia yang memproduksi sekitar 84 persen minyak sawit dunia ([PASPI 2023](#)).

Secara teoritis jalan masuk (*entry point*) El Nino mempengaruhi industri sawit bertitik tolak dari proses produksi minyak sawit yang pada dasarnya berbasis pada proses biologis tanaman yang dipengaruhi antara lain oleh kondisi lingkungan seperti curah hujan dan temperatur udara. El Nino yang dicirikan antara lain oleh penurunan curah hujan dibawah normal, akan mempengaruhi produksi TBS yang selanjutnya mempengaruhi produksi minyak sawit (*Crude Palm Oil/CPO* dan *Crude Palm Kernel Oil/CPKO*).

Tinggi rendahnya dampak El Nino pada produksi minyak sawit memang tergantung pada beberapa faktor seperti intensitas El Nino (*very strong, strong, moderate, weak*), umur tanaman, kualitas lahan, dan geolokasi.

Secara ekonomi, harga minyak sawit (termasuk harga Tandan Buah Segar/TBS) ditentukan oleh variabel langsung (*direct effect*) dari *supply* dan *demand* pasar. Kejadian El Nino merupakan variabel tak langsung (*indirect effect*) yang mempengaruhi *supply* sehingga turut berdampak pada harga minyak sawit dunia. Dua pertanyaan penting dalam konteks ini yakni seberapa besar pengaruh El Nino pada produktivitas sawit? Dan seberapa besar kejadian El Nino mempengaruhi harga minyak sawit?

Artikel ini akan mendiskusikan dampak El Nino pada produktivitas minyak sawit dan harga minyak sawit. Artikel ini didasarkan pada survey literatur terdahulu yang terkait dengan kejadian El Nino pada produksi dan harga minyak sawit dunia. Selain itu, artikel ini juga akan mendiskusikan potensi dampak lain yang dihadapi industri sawit akibat anomali iklim El Nino.

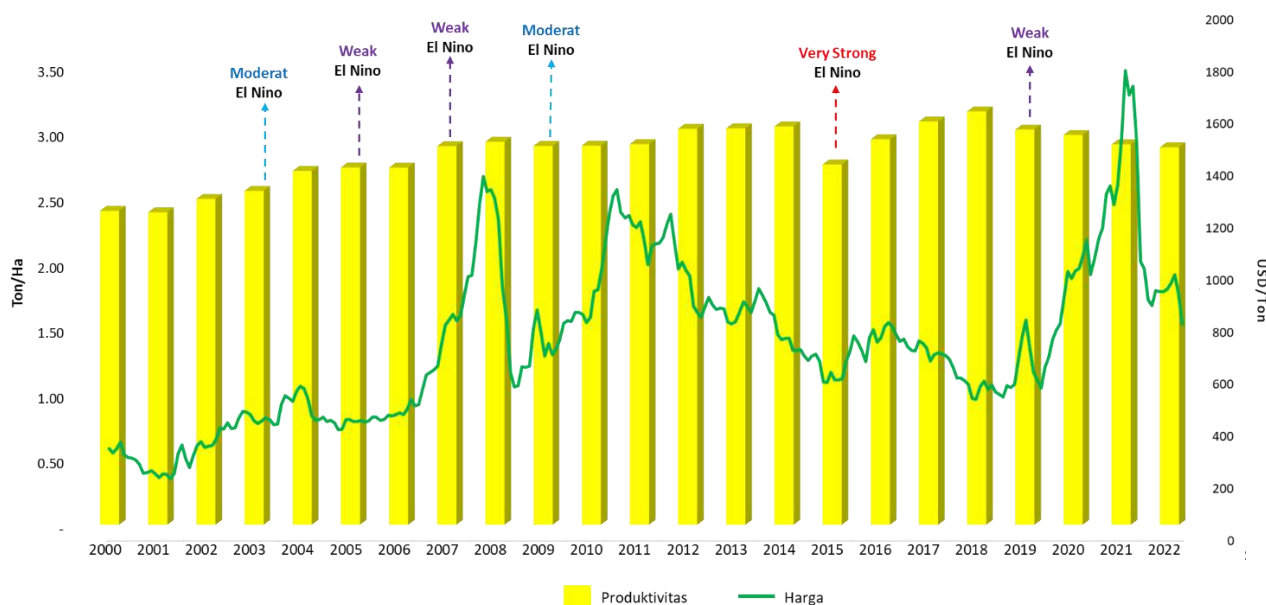
DAMPAK EL NINO PADA PRODUKSI SAWIT

Keterkaitan antara perubahan iklim dengan produksi pertanian/pangan dan harga bahan pangan telah menjadi salah satu topik studi para ahli dalam beberapa dekade terakhir (Bandara dan Cai, 2014; Wheeler dan Von Braun, 2013). Secara ekofisiologi, produksi pertanian yang merupakan proses biologi memerlukan kondisi iklim tertentu (*comfort zone*) untuk produksi optimum sehingga jika kejadian perubahan iklim yang ekstrim terjadi akan mempengaruhi produksi pertanian/pangan.

Berbagai studi (Rosenzweig dan Parry, 1994; Lesk *et al.*, 2016; Haile *et al.*, 2017) mengungkapkan bahwa perubahan iklim berdampak pada produksi bahan pangan dunia, meskipun dampaknya berbeda-beda baik antar negara maupun jenis komoditi. Studi Lesk *et al.*, (2016) mengungkapkan bahwa produksi sereal dunia mengalami penurunan sekitar 8-10 persen akibat kekeringan yang terjadi dalam periode tahun 1964-2007.

Pengaruh perubahan iklim pada perkebunan sawit juga telah banyak diungkap berbagai riset (Rahman *et al.*, 2013; Zainal *et al.*, 2013; Darlan *et al.*, 2016; Kamil dan Omar, 2016; Hassan *et al.*, 2018; Khor *et al.*, 2021). Sebagai produsen terbesar minyak sawit dunia (PASPI, 2023), penurunan produksi minyak sawit yang terjadi di Indonesia dan Malaysia juga turut mempengaruhi produksi minyak sawit dunia secara keseluruhan.

Keterkaitan antara kejadian El Nino dengan produktivitas dan harga minyak sawit dunia dalam periode 2000-2022 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kejadian El Nino, Harga, dan Produktivitas Minyak Sawit Dunia Tahun 2000-2022 (Sumber: USDA, Index Mundi, data diolah PASPI, 2023)

Selama periode tahun 2000-2022, kejadian El Nino telah terjadi 6 kali dengan intensitas yang berbeda-beda (Khor *et al.*, 2021). El Nino dengan intensitas lemah (*weak El Nino*) terjadi pada tahun 2005/2006, 2007/2008, dan 2018/2019. Sementara itu, El Nino dengan intensitas moderat terjadi pada tahun 2003/2004 dan tahun 2009/2010 dan intensitas sangat kuat (*very strong*) terjadi pada tahun 2015/2016. Keterkaitan kejadian El Nino dengan dinamika produktivitas sawit selama periode 2000-2022 yang paling kontras adalah kejadian El Nino yang sangat kuat yakni pada 2015/2016.

Dampak kejadian El Nino pada produksi minyak sawit tidak terjadi seketika, namun terlihat 12-24 bulan kemudian setelah cekaman kekeringan terjadi (Rahman *et al.*, 2013). Secara umum, dampak El Nino terhadap produksi minyak sawit tergantung pada kombinasi beberapa faktor yakni intensitas El Nino, geolokasi, umur tanaman, kondisi/kualitas lahan, dan kualitas *Good Agriculture Practices* (GAP).

Studi Azlan *et al.*, 2016 mengungkapkan bahwa pada kejadian El Nino yang sangat kuat menyebabkan penurunan produktivitas TBS sebesar 11-16 persen dan penurunan produksi CPO sebesar 8-14 persen. Studi Darlan *et al.* (2016) juga mengungkapkan bahwa dampak El Nino 2015 dengan intensitas sangat kuat di Indonesia berdampak pada produktivitas kebun sawit yang menurun dengan variasi 6-60 persen. Penurunan produktivitas sawit tertinggi terjadi di daerah Lampung dan penurunan produktivitas terendah terjadi di daerah Bengkulu dan Sumatera Barat. Hal yang sama juga ditemukan pada studi-studi sebelumnya seperti studi Siregar *et al.* (1995); Siregar *et al.* (1998); Darmosarkoro (2001); Pangaribuan *et al.* (2001); Corley dan Tinker (2003); Rizal dan Tsan (2007); serta Bakoume *et al.* (2013).

Kerentanan tanaman sawit terhadap cekaman kekeringan berbeda-beda tergantung pada umur tanaman (Pradiko *et al.*, 2016; Siregar *et al.*, 1998). Urutan kerentanan terhadap cekaman kekeringan yakni sebagai berikut: tua, dewasa, remaja, dan muda. Tanaman sawit tua paling rentan terhadap cekaman kekeringan dan memiliki masa pemulihan yang lebih lama, *vice versa*. Pemulihan pada tanaman sawit muda relatif lebih cepat dibandingkan tanaman yang lebih tua (Harahap dan Latif, 1998).

Studi dampak perubahan iklim pada produksi minyak sawit Malaysia juga menunjukkan bahwa produktivitas minyak sawit (termasuk TBS) mengalami penurunan pada setiap kejadian El Nino. Semakin tinggi intensitas El Nino berdampak pada penurunan produktivitas sawit yang semakin besar (Rahman *et al.*, 2012, 2013; Kamil dan Omar, 2016; Azlan *et al.*, 2016; Hassan *et al.*, 2018; Khor *et al.*, 2021).

DAMPAK PADA HARGA DAN KERUGIAN EKONOMI

Analisis dampak kejadian El Nino pada kenaikan harga komoditas juga telah banyak diungkap berbagai studi (Keppenne, 1995; Letson dan McCullough, 2001; Brunner, 2002; Ubilava, 2012, 2017^{a,b}; Ubilava dan Holt, 2013; Peri, 2017; Oktarina *et al.*, 2021). Studi-studi tersebut mengungkapkan bahwa: (1) kejadian El Nino mempengaruhi kenaikan *future prices* dari hampir semua komoditas pangan; (2) El Nino tidak selalu berpengaruh pada kenaikan harga spot komoditas; (3) besaran kenaikan harga berbeda-beda di antara komoditas, dan (4) hubungan kejadian El Nino dengan harga komoditas umumnya non-linear.

Penurunan produktivitas sawit setiap kejadian El Nino di Indonesia dan Malaysia yang merupakan produsen utama minyak sawit dunia, berdampak pada peningkatan harga minyak sawit dunia (Zaenal *et al.*, 2012; Rahman *et al.*, 2012, 2013; Kamil dan Omar, 2016, Hasan *et al.*, 2018). Hal ini mudah dipahami karena penurunan produktivitas minyak sawit pada produsen utama minyak sawit dunia akan berdampak besar pada penurunan *supply* minyak sawit global, sehingga pada *demand* minyak sawit dunia yang tetap menciptakan *excess demand* pada pasar minyak sawit dunia yang memicu kenaikan harga minyak sawit dunia.

[Kenaikan harga minyak sawit dunia](#) sebagai dampak dari El Nino ditunjukkan pada tren harga periode 2019-2021 (Gambar 1). Fenomena anomali iklim yaitu El-Nino (disertai dengan IOD positif) yang terjadi tahun 2019 (PASPI Monitor, 2019) menjadi salah satu faktor yang menyebabkan harga CPO dunia (CIFF Rotterdam) meningkat signifikan yakni dari USD 602 per ton tahun 2019 menjadi USD 754 per ton tahun 2020 dan terus meningkat menjadi USD 1,131 per ton tahun 2021.

Meskipun terjadi kenaikan harga minyak sawit, namun dampak El Nino yang menurunkan produktivitas minyak sawit secara neto menyebabkan terjadinya penurunan pendapatan petani maupun perusahaan. Studi Zainal *et al.* (2012) menghitung setiap kenaikan satu derajat Celcius temperatur udara (dari temperatur *comfort zone*) akan menurunkan *net revenue* perkebun sawit sebesar RM 37.7 hingga RM 45.7.

Studi Khor *et al.* (2021) mengungkapkan bahwa kerugian ekonomi akibat dari El Nino pada kebun sawit Malaysia. Pada kejadian El Nino intensitas sangat kuat, nilai kerugian ekonomi perkebunan sawit mencapai USD 522 juta. Sementara itu, pada kejadian El Nino dengan intensitas

moderat, menimbulkan kerugian sebesar USD 416 juta. Sedangkan El Nino dengan intensitas lemah menimbulkan kerugian ekonomi sebesar USD 231 juta.

Dengan hasil-hasil studi di atas menunjukkan bahwa kerugian ekonomi yang ditimbulkan El Nino menimbulkan kerugian yang cukup besar pada perkebunan sawit. Kerugian ekonomi perkebunan sawit akibat El Nino dengan intensitas sangat kuat lebih besar dibandingkan akibat El Nino intensitas moderat dan lemah.

POTENSI KARHUTLA DAN UPAYA MITIGASINYA

Dampak lain yang berpotensi diakibatkan oleh El Nino adalah memicu kebakaran hutan dan lahan (karhutla). Data dan studi empiris menunjukkan fenomena anomali iklim El Nino intensitas sangat kuat pada tahun 1997/1998 dan 2015 serta El Nino dengan intensitas lemah tahun 2019 memicu karhutla yang terjadi di Indonesia ([PASPI, 2019](#)).

Karhutla yang disertai dengan kabut asap pekat menimbulkan kerugian ekonomi dan sosial (kesehatan) bagi masyarakat sekitar, termasuk perkebunan sawit dan masyarakat yang terlibat dalam perkebunan sawit. Karhutla menurunkan produksi bobot kering TBS berkisar 4-12 persen (Harahap dan Rahutomo, 1999). Gangguan asap yang ditimbulkannya juga berdampak pada rendemen minyak sawit yang cenderung mengalami penurunan (Hasibuan dan Pradiko, 2018). Kabut asap tersebut juga membuat tanaman sawit stress dan menghambat proses fotosintesis serta proses pembentukan dan pertumbuhan buah kelapa sawit sehingga menurunkan produktivitas sekitar 0.2-5.5 persen. Potensi kerugian per hektar akibat penurunan produktivitas yang disebabkan karhutla di sekitarnya dapat mencapai 12-15 juta per hektar ([PASPI, 2023](#)).

Besarnya potensi kerugian yang ditimbulkan akibat karhutla yang disertai kabut asap terhadap industri sawit, maka diperlukan upaya pencegahan. Bahkan upaya mitigasi karhutla telah menjadi bagian dari tata kelola perkebunan sawit itu sendiri ([PASPI, 2023](#)). Perusahaan perkebunan sawit memiliki upaya mitigasi berupa *Standard Operating Procedure* (SOP) terkait dengan pedoman persiapan, upaya pencegahan, dan deteksi dini kejadian karhutla dengan membentuk SATGAS/Tim Siaga Api (internal perusahaan) yang dilengkapi dengan teknologi dan peralatan pemadaman api. Untuk mencegah karhutla secara eksternal, perusahaan perkebunan sawit juga bekerjasama dengan masyarakat sekitar dengan membentuk Masyarakat Peduli Api dan berkoordinasi dengan otoritas berwenang lainnya seperti pemerintah daerah, TNI-POLRI, BNPB/BPBD, Dinas Kebakaran, maupun SATGAS perusahaan perkebunan sawit lain.

KESIMPULAN

Kejadian El Nino merupakan bagian dari alamiah dari fenomena alam yang berulang secara periodik. Intensitas El Nino terbagi menjadi sangat kuat (*very strong*), kuat (*strong*), moderat (*moderate*), dan lemah (*weak*) memiliki dampak yang berbeda pada industri sawit. Dampak El Nino pada perkebunan sawit menurunkan produktivitas dan produksi TBS atau CPO. Besarnya dampak El Nino pada produksi sawit berbeda-beda untuk setiap intensitas El Nino. Semakin tinggi intensitas El Nino maka dampaknya pada penurunan produksi minyak sawit juga semakin besar.

El Nino juga mempengaruhi kenaikan harga TBS dan CPO. Semakin tinggi intensitas kejadian El Nino menyebabkan penurunan produksi minyak sawit semakin besar sehingga semakin besar kenaikan harga minyak sawit global. Hal ini menunjukkan bahwa kejadian El Nino menciptakan kerugian pada perkebunan sawit. Semakin tinggi intensitas El Nino semakin besar kerugian ekonomi yang ditimbulkannya.

Anomali iklim El Nino juga berpotensi memicu karhutla yang juga menambah kerugian bagi industri sawit. Selain mengganggu kesehatan masyarakat perkebunan sawit, karhutla yang disertai dengan kabut asap juga menyebabkan tanaman sawit stress dan penurunan produktivitas (bobot TBS dan rendemen minyak). Kondisi ini menimbulkan potensi kerugian yang besar bagi industri sawit. Oleh karena itu, perusahaan perkebunan sawit memiliki tata kelola dan *Standard Operating Procedure* (SOP) untuk memitigasi karhutla tersebut.

ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dana dari Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) dalam penyusunan artikel jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams R, Hurd B, Lenhart S, Leary N. 1998. Effects of Global Climate Change on World Agriculture: An Interpretive Review. *Climate Research*. 11 (1): 19–30. <https://doi.org/10.3354/cr011019>
- Alam MM, Siwar C, Ekhwan M, Molla RI, Talib B. 2012. Climate Change Induced Adaptation by Paddy Farmers in Malaysia. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 17. 173–186. <https://doi.org/10.1007/s11027-011-9319-5>
- Alam MM, Siwar C, Murad MW, Ekhwan M. 2011. Impacts of Climate Change on Agriculture and Food Security Issues in Malaysia: An Empirical Study on Farm Level Assessment. *World Applied Sciences Journal*. 14(3): 431–442. <https://osf.io/mdqpz/download>
- Amin AQ, Filho WL, Trinxeria JM, Jaafar AH, Ghani ZA. 2011. Assessing the Impacts of Climate Change in the Malaysian Agriculture Sector and Its Influences in Investment Decision. *Middle East Journal of Scientific Research*. 7(2): 225–234. [https://www.idosi.org/mejsr/mejsr7\(2\)11/17.pdf](https://www.idosi.org/mejsr/mejsr7(2)11/17.pdf)
- Azlan AH, Lee CT, Yaw SK, Shelvaradja S, Rohan R, Arifin I, Palaniappan S. 2016. Impact of El Nino on Palm Oil Production. *The Planters*. 92:(108). https://www.researchgate.net/publication/318560570_Impact_of_El_Nino_on_Palm_Oil_Production
- Bandara JS, Cai Y. 2014. The Impact of Climate Change on Food Crop Productivity, Food Prices and Food Security In South Asia. *Economic Analysis and Policy*. 44(4): 451–465. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2014.09.005>
- Bellard C, Bertelsmeier C, Leadley P, Thuiller W, Courchamp F. 2012. Impacts of Climate Change on The Future of Biodiversity. *Ecology Letters*. 15(4): 365–377. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x>
- Borychowski M, Czyżewski A. 2015. Determinants Of Prices Increase of Agricultural Commodities in A Global Context. *Management*. 19(2): 152–167. <https://doi.org/10.1515/manment-2015-0020>
- Corley RHV, Tinker PB. 2003. *The Oil Palm Fourth Edition*. United Kingdom: Blackwell Science Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470750971>
- Darlan NH, Pradiko I, Winarna, Siregar HH. 2016. Dampak El Niño 2015 terhadap Performa Tanaman Kelapa Sawit di Sumatera Bagian Tengah dan Selatan. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 40(2): 113–120. <https://media.neliti.com/media/publications/133121-ID-none.pdf>
- Darmosarkoro W, Harahap IY, Syamsuddin E. 2001. Pengaruh Kekeringan pada Tanaman Kelapa Sawit dan Upaya Penanggulangannya. *Warta PPKS*. 9(3): 83–96. https://pustaka.iopri.org/index.php?p=show_detail&id=4770&keywords=
- Entezari AF, Wong KKS, Ali F. 2021. Malaysia's Agricultural Production Dropped and the Impact of Climate Change: Applying and Extending the Theory of Cobb Douglas Production. *AGRARIJ Journal of Agribusiness and Rural Development Research*. 7(2). <https://journal.umy.ac.id/index.php/ag/article/view/11274>
- Hagos BG, Hadush M. 2016. Price Effect of Climate Change on Vegetable Crops: Evidence from Tigray, Northern Most Ethiopia. *Civil and Environmental Research*. 8(9): 104–123. <https://core.ac.uk/download/pdf/234678444.pdf>
- Haile MG, Wossen T, Tesfaye K, Braun JV. 2017. Impact of Climate Change, Weather Extremes, and Price Risk on Global Food Supply. *Economics of Disasters and Climate Change*. 1(1): 55–75. <https://doi.org/10.1007/s41885-017-0005-2>

- Harahap IY, Latif S. 1998. Model Pengaruh Ketersediaan Air Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kelapa Sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 6(1): 19-38. <https://agroklimatologippks.files.wordpress.com/2015/10/model-pengaruh-iman-y-hrp-dk.pdf>
- Harahap IY, Rahutomo S. 1999. Analisis Dampak Kebakaran Hutan terhadap Produktivitas Kelapa Sawit dengan Pendekatan Model Simulasi. *Warta PPKS*. 7(3): 125-132. <https://agroklimatologippks.files.wordpress.com/2015/10/analisis-dampak-kebakaran-hutan-i-yani-harahap-dkk.pdf>
- Harun MH, Mohammad AT, Noor MRM, Kushairi A, Latiff J, Sani ARA, Abdullah R. 2010. Impact of El Niño Occurrence on Oil Palm Yield in Malaysia. *The Planter*. 86(1017): 837-852. https://www.researchgate.net/publication/235350544_Impact_of_El_Niño_Occurrence_on_Oil_Palm_Yieldin_Malaysia
- Hasibuan HA, Pradiko I. 2018. Dampak Kekeringan dan Asap (Haze) Kebakaran Hutan dan Lahan Terhadap Perolehan Rendemen Crude Palm Oil (CPO) dan Kernel di Pabrik Kelapa Sawit. *Warta PPKS*. 23(1): 18-24. https://agroklimatologippks.files.wordpress.com/2018/12/HAH-Dampak-Asap-terhadap-Rendemen-CPO-dan-PK_edIPO.pdf
- Kamil NN, Omar SF. 2016. Climate Variability and its Impact on the Palm Oil Industry. *Oil Palm Industry Economic Journal*. 16(1): 18-30. <http://palmoilis.mpob.gov.my/publications/OPIE/opiejv16n1-nadia.pdf>
- Kamil NN, Omar SF. 2017. The impact of El Niño and La Niña on Malaysian palm oil industry. *Oil Palm Bulletin*. 74: 1-6. https://www.researchgate.net/publication/345213657_The_Impact_of_El_Niño_and_La_Niña_on_Malaysian_Palm_Oil_Industry
- Khor JF, Ling L, Yusop Z, Tan WL, Ling JL, Soo EZX. 2021. Impact of El Niño on Oil Palm Yield in Malaysia. *Agronomy*. 11(2189): 1-22. <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/11/2189>
- Lesk C, Rowhani P, Ramankutty N. 2016. Influence of Extreme Weather Disasters on Global Crop Production. *Nature*. 529: 84-87. <https://doi.org/10.1038/nature16467>
- Oettli P, Behera SK, Yamagata T. Climate Based Predictability of Oil Palm Tree Yield in Malaysia. *Scientific Reports*. 8. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-20298-0>
- Oktarina SD, Nurkhoiry R, Pradiko I. 2021. The Effect of Climate Change to Palm Oil Price Dynamics: A Supply and Demand Model. *IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 782 032062. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/782/3/032062>
- Pangaribuan Y, Asmono D, Latif S. 2001. Pengaruh Cekaman Air Terhadap Karakter Morfologi Beberapa Varietas Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 8 (2): 81-95.
- PASPI. 2023. *Mitos dan Fakta Industri Minyak Sawit Indonesia dalam Isu Sosial, Ekonomi, dan Lingkungan Global*. Edisi Keempat. Bogor (ID): Palm Oil Agribusiness Strategic Policy Institute.
- PASPI Monitor. 2019. Anomali Iklim dan Pengaruhnya pada Karhutla Indonesia 2019. *Jurnal Monitor*. 5(34): 1625-1632.
- Pradiko I, Darlan NH, Santoso H. 2014. Teknik Konservasi Tanah dan Air di Perkebunan Kelapa Sawit dalam Menghadapi Perubahan Iklim. *Prosiding Seminar Nasional Milad FP UISU* pada 13 November 2014. Medan, Indonesia. ISBN : 978-602-72871-0-5.
- Pradiko I, Darlan NH, Siregar HH. 2016. Analisis Anomali Iklim dalam Hubungannya dengan Produksi Kelapa Sawit di Sumatera Utara. *Warta PPKS*. 21(1). <https://agroklimatologippks.files.wordpress.com/2015/10/warta-ppks-211-kajian-anomali-iklim.pdf>
- Rahman AKA, Abdullah R, Balu N, Shariff FM. 2013. The Impact of La Nina and El Nino Events on Crude Palm Oil Prices: An Econometric Analysis. *Oil Palm Industry Economic Journal*. 13(2): 38-

51. <http://opiej.mpob.gov.my/the-impact-of-la-nina-and-el-nino-events-on-crude-palm-oil-prices-an-econometric-analysis/#:~:text=The%20results%20also%20showed%20that,the%20phenomenon%20did%20not%20occur>
- Rizal AR, Tsan FY. 2007. *Rainfall Impact on Oil Palm Production and OER At FELDA Triang 2*. <http://www.ipicex.com> (27 November 2013).
- Shanmuganathan S, Narayanan A. Modelling the Climate Change Effects on Malaysia's Oil Palm Yield. Dipresentasikan pada IEEE Symposium on e-Learning, e-Management and e-Services (IS3e 2012) di Kuala Lumpur, Malaysia tanggal 21-24 Oktober 2012. <http://dx.doi.org/10.1109/IS3e.2012.6414948>
- Siregar HH, Purba A, Syamsuddin E, Poeloengan Z. 1995. Penanggulangan Kekeringan Pada Tanaman Kelapa Sawit. *Warta PPKS*. 3(1): 9-13. <https://agroklimatologiipks.files.wordpress.com/2015/10/penanggulangan-kekeringan-pada-hasril-h-siregar-dkk.pdf>
- Siregar HH, Adiwiganda R, Poeloengan Z. 1997. Pedoman Pewilayahan Agroklimat Komoditas Kelapa Sawit. *Warta PPKS*. 5(3): 109-113. <https://agroklimatologiipks.files.wordpress.com/2015/10/pedoman-pewilayahan-agroklimat-hasril-hasan-siregar-dkk.pdf>
- Siregar HH, Darmosarkoro W, Poeloengan Z. 1998. Oil Palm Yield Simulation Using Drought Characteristic. *Proceedings 1998 International Oil Palm Conference*. Nusa Dua Bali, September 23-25, 1998. <https://agroklimatologiipks.files.wordpress.com/2015/10/model-pengaruh-iman-y-hrp-dk.pdf>
- Siregar HH, Syamsuddin E, Darmosarkoro W, Darlan NG. 2006. *Kebakaran dan Asap pada Lahan Kelapa Sawit*. Seri Buku Saku 26. Medan (ID): Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Siregar HH, Harahap IY, Darlan NH. 2007. Dampak Musim Kemarau Panjang dan Kekeringan terhadap Pertanaman Kelapa Sawit. Makalah disampaikan dalam Seminar GAPKI Sumsel, 2 Agustus 2007.
- Sobko O, Stah A, Hahn V, Zikeli S, Claupein W, Gruber S. 2020. Environmental Effects on Soybean (*Glycine Max (L.) Merr*) Production in Central and South Germany. *Agronomy*. 10(12): <https://doi.org/10.3390/agronomy10121847>
- Tawang A, Tengku ATB, Abdullah MY. 2002. Stabilization of Upland Agriculture Under El Nino Induced Climatic Risk: Impact Assessment and Mitigation Measures in Malaysia. New York (USA): <https://ideas.repec.org/p/ags/ucapwp/32667.html>
- Ubilava D, Holt M. 2013. El Nino Southern Oscillation and its Effects on World Vegetable Oil Prices: Assessing Asymmetries Using Smooth Transition Models. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*. 57(2): 273-297. <https://ageconsearch.umn.edu/record/241879/files/ajar616.pdf>
- Ubilava D. 2017a. The ENSO Effect and Asymmetries in Wheat Price Dynamics. *World Development*, 96(C): 490-502. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.03.031>
- Ubilava D. 2017b. The Role Of El Niño Southern Oscillation in Commodity Price Movement and Predictability. *American Journal of Agricultural Economics*. 100(1): 239-263. <https://doi.org/10.1093/ajae/aax060>
- Wójtowicz M, Wójtowicz A. 2020. The Effect of Climate Change on Linolenic Fatty Acid in Oilseed Rape. *Agronomy*. 10(12). <https://doi.org/10.3390/agronomy10122003>

