

Literatur Review: Impact of Land Clearing for Palm Oil by Burning on Carbon Releases and Wildlife in Indonesia

Sahat Raja Marigo Girsang^{1*}, Dini Hardiani Has¹, Auliya Putra Daulay¹, Nirwansyah Sukartara²

¹Program Studi Manajemen Hutan, Universitas Satya Terra Bhinneka, Medan, Indonesia;

²Program Studi Teknik Informatika, Universitas Satya Terra Bhinneka, Medan, Indonesia;

Article History

Received : May 28th, 2024

Revised : April 10th, 2024

Accepted : July 04th, 2024

*Corresponding Author:

Sahat raja Marigo Girsang,

Program Studi Manajemen Hutan,
Universitas Satya Terra Bhinneka,
Medan, Indonesia

Email:

sahatgirsang2@satyaterrabhinneka.ac.id

Abstract: Fires on palm oil plantations always occur in Indonesia, although they have decreased from 2015 to 2020. This happens because fires are a fast and easy way to clear and clear land. Fires in palm oil plantations can damage the environment and wildlife. Knowing the impact on the environment and animals, this article searches for and collects the results of previous research using traditional literature review methods. The literature review results show that oil palm was initially an ornamental plant brought from Africa, then cultivated in the Bogor Botanical Gardens. Successful cultivation is then developed into plantation crops that have the potential to be widely cultivated in Indonesia. This causes an increase in the need for land to cultivate these plants. This increase in land demand causes fires to occur in Indonesia which impacts the release of carbon and wildlife. Carbon released from vegetation fires causes air pollution which results in environmental damage. These fires can also harm wildlife due to loss of habitat and food sources. To reduce the impact of fires, recommendations are given to increase CPO production without having to open new land, which can potentially increase forest and land fires. The recommended method is a partnership with oil palm farmers. This can meet CPO production needs for local and international markets without having to open new concessions. This method can also be used as an alternative to help oil palm farmers manage crops and improve the community's economy.

Keywords: Environmentally friendly, habitat, methods, land clearing, oil palm.

Pendahuluan

Kebakaran hutan dan lahan hampir setiap tahun terjadi di Indonesia. Berdasarkan literatur, kebakaran terbesar selama periode 1982 hingga 1998 terjadi pada tahun 1997 seluas 9,7 juta ha (Bappenas, 1999; M. Bowen, Bompard, IP, P, & A Gouyon, 2001; FWI, 2001; Lohberger, Stängel, Atwood, & Siegert, 2017). Kebakaran terbesar selama periode 2000 hingga 2015 terjadi pada tahun 2015 dengan luas sekitar 2,5 sampai dengan 2,6 juta ha (Bappenas, 2017; Lohberger et al., 2017). Seiring waktu luas kebakaran mengalami penurunan pada tahun 2020

menjadi 296,9 ha seiring dengan menurunnya luas hutan indonesia (GFW, 2022).

Kebakaran di Indonesia umumnya disebabkan oleh faktor manusia maupun faktor alam (Dohong, Aziz, & Dargusch, 2017), sedangkan pemicu meluasnya kebakaran adalah badai El-Nino (Lohberger et al., 2017; Parker et al., 2016). Kebakaran di Indonesia terjadi pada kawasan hutan, lahan konsesi dan Areal penggunaan lain (APL). Kebakaran dapat terjadi pada konsesi perkebunan sawit, konsesi industri kayu, pulpwood (bubur kertas), hutan produksi alam, hutan primer dan pembukaan lahan untuk transmigrasi serta pembukaan lahan peruntukan lainnya (Cattau, Marlier, &

DeFries, 2016; Lohberger et al., 2017).

Sawit merupakan komoditas perkebunan yang paling berkembang di Indonesia (Sawitwatch, 2014). Perkembangan komoditas ini menyebabkan sawit sebagai salah satu faktor penyebab kebakaran hutan dan lahan terutama pada tahun 2015 (Carlson et al., 2018; Cattau, Marlier, et al., 2016; Lohberger et al., 2017). Data menunjukkan luas kebakaran yang disebabkan oleh perkebunan sawit selama periode tahun 2000 hingga 2015 sebesar 14% namun mengalami penurunan sebesar 11% pada tahun 2019 (Bappenas, 2017; Darmawan, 2020). Data menunjukkan terjadi penurunan, namun kebakaran umum digunakan untuk pembukaan lahan (*land clearing*) selain metode mekanik dan menggunakan alat berat (Cattau et al., 2016). Hal ini karena membakar adalah metode yang lebih murah dan mudah untuk membersihkan lahan (Cattau, Harrison, et al., 2016).

Membakar lahan berpotensi merambat ke kawasan hutan dan areal penggunaan lainnya. Potensi ini menjadi ancaman bagi keanekaragaman hayati (Drescher et al., 2016; Savilaakso et al., 2014). Ancaman ini perlu dipahami oleh masyarakat dan pengelola perkebunan kelapa sawit untuk menghindari terjadinya kelangkaan, kepunahan lokal dan dampak terhadap lingkungan. Tulisan ini memarangkum berbagai temuan ilmiah dari sumber yang telah dipublikasikan terkait dampak kebakaran hutan dan lahan. Manfaat tulisan ini memberikan informasi dari berbagai sumber ilmiah yang telah dipublikasikan bereputasi nasional dan internasional mengenai dampak kebakaran terhadap pelepasan karbon dan satwa liar di Indonesia.

Bahan dan Metode

Metode

Metode yang digunakan dalam *literature review* ini adalah adalah *traditional review*. *Traditional review* adalah suatu metode yang biasa digunakan untuk membuat *literature review* menggunakan *survey paper*. Oleh karena itu, *literature review* yang dihasilkan melalui metode ini lebih berfokus terhadap satu topik saja.

Analisis data

Analisis dalam *review literatur* ini adalah deskriptif kualitatif yang berasal dari sumber-sumber ilmiah (Jurnal dan tesis) yang terkait dengan penelitian dampak kebakaran akibat pembukaan lahan sawit. Hasil temuan literatur tersebut dijelaskan seiring dengan contoh kasus dari setiap pustaka yang berhubungan terhadap perkembangan perkebunan sawit di Indonesia, pelepasan karbon dan dampak terhadap satwa liar.

Hasil dan Pembahasan

Gambaran perkembangan perkebunan kelapa sawit di Indonesia

Kelapa sawit awalnya dikenal sebagai tanaman hias. Awal mula sawit dibawa ke Indonesia oleh seorang botanis bernama DT. Price pada tahun 1848. Pada saat itu, hanya diperuntukkan sebagai tanaman koleksi Kebun Raya Bogor. Pengembangan secara komersial dimulai pada tahun 1911 di wilayah Sumatera Utara melalui tahap percobaan komersialisasi (Fauzi, Widyastuti, Satyawibawa, & Paeru, 2012). Perkebunan kelapa sawit awalnya seluas 2620 ha, kemudian meningkat drastis menjadi 75000 ha pada tahun 1936, dimana 63234 ha adalah tanaman produktif (Budidarsono, Susanti, & Zoomers, 2013).

Perkebunan kelapa sawit awalnya tidak dibuka di lahan baru melainkan lahan bekas perkebunan tembakau yang bangkrut. Pabrik CPO pertama kali dibangun pada tahun 1919 di Tanah Ulut. Volume ekspor meningkat seiring dengan perkembangan perkebunan kelapa sawit pada tahun 1937. Hal ini menyebabkan produksi minyak sawit diperkirakan sebesar 40% menempatkan Indonesia sebagai produsen terbesar di dunia, sedangkan Nigeria sebagai produsen kedua di Dunia (Saragih, 1980).

Perkebunan kelapa sawit mengalami peningkatan sejak pertengahan tahun 1980 dari 294.560 ha menjadi 3,9 juta ha pada tahun 1999, peningkatan ini hampir mencapai 20 kali lipat (Direktorat Jendral Perkebunan, 2019). Hal ini tidak terlepas dari semakin berkurangnya kegiatan eksploitasi hutan untuk konsesi penebangan legal (Santosa & Kwatrina, 2020).

Pelepasan kawasan hutan untuk perkebunan kelapa sawit dilakukan oleh Kementerian Kehutanan dan Lingkungan hidup sejak tahun 1987. Dalam periode pemerintahan

orde baru, diperkirakan 3,9 juta ha kawasan hutan dilepas untuk kawasan sawit. Diduga dalam periode ini sebagian besar kawasan yang dibuka menjadi perkebunan kelapa sawit, berasal dari kawasan bekas konsesi penebangan legal yang telah mengalami degradasi, sementara sisanya berasal dari areal penggunaan lain (APL) (Santosa & Kwatrina, 2020).

Puncak perkembangan perkebunan kelapa sawit terjadi pada periode 200-2019. Dalam dua puluh tahun tersebut meningkat sebesar 10,5 juta ha, jauh lebih besar dibandingkan periode 1980-1999 yang meningkat sebesar 3,6 juta ha (Direktorat Jendral Perkebunan, 2019). Pesatnya perkembangan ini karena banyaknya minat masyarakat baik swadaya maupun investor untuk melakukan budidaya. Pada periode 2000-2019 terjadi pelepasan besar-besaran kawasan hutan menjadi perkebunan kelapa sawit. Perkembangan kelapa sawit rakyat sebagian besar dikonversi dari bentuk pertanian lainnya, seperti perkebunan dan semak belukar yang dianggap tidak menguntungkan dalam jangka pendek dibandingkan kelapa sawit.

Periode 2000-2019 juga terjadi pelepasan kawasan hutan untuk perkebunan kelapa sawit. luas hutan yang dilepas melalui pelepasan kawasan adalah sebesar 2,3 juta ha, sedangkan kelapa sawit menambah luasan sebesar 10,5 juta ha. Puncak pertumbuhan perkebunan kelapa sawit ini, diduga berasal dari areal penggunaan lain (APL) dan dari kebun-kebun masyarakat (Santosa & Kwatrina, 2020). Secara total pelepasan kawasan hutan untuk perkebunan kelapa sawit dari tahun 1987-2018 adalah sebesar 5,4 juta ha. Pelepasan kawasan hutan tertinggi dalam rentang waktu 1987-1999 dan kemudian diikuti pada tahun 2010-2014, semakin menurun pada tahun 2015-2018 (Santosa & Kwatrina, 2020).

Tahun 2015, pemerintah menerbitkan aturan No.11 tahun 2015 tentang kelapa sawit berkelanjutan (Indonesia sustainable Palm Oil/ISPO). Peraturan ini adalah inisiatif pemerintah melalui Kementerian Pertanian yang telah diprakarsai sejak tahun 2011. Oleh karena itu pembangunan industri kelapa sawit harus memiliki pertimbangan kelestarian lingkungan. Perkebunan kelapa sawit tersebar saat ini di 23 provinsi di Indonesia. Perkebunan kelapa sawit terbesar hingga tahun 2021 adalah 14663.60 ribu ha. Urutan pertama perkebunan terluas adalah Provinsi Riau sebesar 2860.80 ribu ha. Urutan

kedua dan ketiga adalah provinsi Kalimantan Barat dan Kalimantan Timur dengan masing-masing sebesar 2117.90 dan 1366.10 (Badan Pusat Statistika, 2023).

Dampak terhadap pelepasan karbon

Kebakaran menyebabkan kerusakan karbon yang terdapat dalam hutan dataran rendah dan hutan rawa gambut. Kebakaran di Indonesia sebagian besar berhubungan dengan kejadian deforestasi, perluasan pertanian dan transmigrasi dari daerah padat penduduk (Lohberger et al., 2017). Faktor kebakaran berbeda-beda setiap negara, di Indonesia, Malaysia dan Papua Nugini pembakaran hutan di lahan gambut paling banyak terjadi untuk pembukaan lahan perkebunan kelapa sawit (Carlson et al., 2013). Karenanya industri kelapa sawit disebut sebagai pendorong deforestasi terbesar di Indonesia, meskipun hasil dari laporan ini telah banyak diperdebatkan (Greenpeace, 2013; Reyes, 2013).

Perkebunan kelapa sawit banyak ditanam pada lahan gambut. Oleh sebab itu kebakaran merupakan cara yang digunakan untuk membuka perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Pendirian perkebunan kelapa sawit dimulai dengan membersihkan lahan, baik secara mekanis maupun dengan api. Pengembangan konsesi kelapa sawit dapat menyebabkan peningkatan kejadian kebakaran, karena api sering digunakan untuk membuka lahan baru, penanaman Kembali setelah siklus tanaman selesai, membersihkan semak (gulma) dan menghilangkan hama. Kebakaran yang terjadi di konsesi kelapa sawit dapat keluar dari batas konsesi dan membakar jenis tutupan lahan lainnya, termasuk hutan primer (Cattau et al., 2016).

Sawit tidak dapat tumbuh di lahan gambut yang tergenang air, sehingga dilakukan drainase. Perlakuan ini menyebabkan kehilangan karbon yang sangat tinggi. Kebakaran juga secara tidak langsung dapat meningkatkan emisi dengan mengekspos lapisan tanah kaya organik yang dapat mempercepat dekomposisi gambut. Gambut yang terbakar dapat menurunkan permukaan tanah, sehingga ketika periode curah hujan tinggi, dapat menyebabkan banjir. Penyimpanan air di perkebunan kelapa sawit menjadi berkurang karena adanya drainase lahan gambut dan penurunan infiltrasi air (Merten et al., 2016). Kejadian ini akan menyebabkan banjir di lahan gambut (Rieley, 2014). Pembangunan

perkebunan kelapa sawit akan menyebabkan perbedaan terhadap lanskap sebelumnya yang efektif dalam mencegah banjir.

Kebakaran yang terjadi di dalam atau di luar batas konsesi sawit, terutama di lahan gambut, merupakan penyebab utama polusi asap dan pencemaran lingkungan (Reddington et al., 2014). Konsesi kelapa sawit merupakan salah satu sumber emisi karbon terbesar (Marlier et al., 2015). Kebakaran di perkebunan kelapa sawit terutama di lahan gambut, berkontribusi terhadap emisi dan polusi udara yang berbahaya. Kebakaran untuk pembukaan lahan sawit menyebabkan pelepasan CO₂, baik dari vegetasi dan tanah (Marlier et al., 2015). Sebagian kecil karbon dalam vegetasi yang terbakar akan menjadi biochar/ arang, namun sebagian besar akan dilepaskan. Konversi hutan menjadi sawit di lahan gambut menyebabkan hilangnya karbon 1486 ± 183 (SEM) MgCL₂/ha selama 25 tahun (Parker et al., 2016), sedangkan di tanah mineral dapat mencapai hingga 3452 ± 1294 MgCL₂/ha selama 30 tahun (Parker et al., 2016)

Areal konsesi kelapa sawit di Indonesia diproyeksikan akan tumbuh, karena Indonesia telah berjanji untuk mengembangkan produksi kelapa sawit dari tahun 2010-2020 (Cattau, Marlier, et al., 2016). Memenuhi target pengurangan emisi dan meningkatkan kualitas udara di wilayah tersebut, maka perlu dilakukan pencegahan kebakaran. Pencegahan dapat dilakukan melalui mekanisme peraturan, maupun berupa insentif. Hal ini dapat mempromosikan perilaku pencegahan kebakaran dalam industri kelapa sawit sehingga, mengurangi dampak buruk pada keanekaragaman hayati. Insentif ini dapat mengurangi *issue* praktik negatif pengelolaan sawit dan kebakaran pada konsesi kelapa sawit secara umum. Sebagai bentuk insentif diberikan untuk pengelolaan lingkungan lingkungan, maka dibuatlah program sertifikasi *Roundtable on Sustainable Palm Oil* (RSPO).

Dampak terhadap satwa liar

Membakar adalah salah satu metode yang digunakan untuk konversi lahan sawit. Hal ini menyebabkan terjadi fragmentasi habitat terhadap pulau satwa. Dampak dari kebakaran lahan yang dijadikan perkebunan kelapa sawit telah mengalami fragmentasi habitat selama periode 30-40 tahun (Smith et al., 2018). Hasil penelitian yang dilakukn diperkebunan kelapa sawit

membuktikan bahwa kekayaan spesies di lahan terbakar sangat sedikit dibandingkan lahan tidak terbakar. Hampir semua keanekaragaman hayati yang diteliti pada perkebunan kelapa sawit memiliki kekayaan spesies yang lebih rendah dibandingkan di hutan termasuk amfibi, kadal, burung dan mamalia (Dislich et al., 2017; Drescher et al., 2016). Hilangnya keanekaragaman hayati di perkebunan kelapa sawit disebabkan oleh karakteristik habitat yang berubah, misalnya; struktur vegetasi dan iklim mikro (Drescher et al., 2016) dan jarak yang semakin jauh menuju akses pakan.

Kebakaran dapat menghilangkan vegetasi, serasah, daun dan komunitas arthropoda yang mengurangi ketersediaan pakan dan habitat untuk satwa liar. Lahan pasca kebakaran didominasi oleh rumput yang menghambat pertumbuhan pakan. Hal ini menyebabkan penurunan pertumbuhan pakan bagi primata, bajing, beruang Madu, kancil dan muntjac yang umum ditemukan di konsesi perkebunan. Sementara itu, Vegetasi pohon yang berkurang menyebabkan hilangnya habitat burung dan satwa arboreal (Doerr & Santin, 2016). Kehikangan vegetasi pasca kebakaran tidak berpengaruh pada tikus tanah yang banyak memakan jenis serangga (Kirkland, Journal, & Nov, 2014). Namun, tikus memanfaatkan serasah sebagai habitat, hilangnya serasah pasca kebakaran berpengaruh pada penurunan populasi tikus tanah. Hal ini berdampak pada penurunan pakan karnivora kecil seperti macan tutul (*Prionailurus bengalensis*) yang banyak memangsa tikus tanah (Akkuzu et al., 2014).

Rekomendasi terhadap pembukaan lahan sawit

Indonesia salah satu negara produksi sawit terbesar didunia yang mencapai 85% dari seluruh total dunia (Greenpeace, 2013). Produksi sawit di Indonesia menagalami peningkatan setiap tahun. Tahun 2019 produksi sawit mencapai 47,1 juta ton CPO dan minyak inti sawit 4,6 juta ton, sehingga totalnya mencapai 51,8 juta (GAPKI 2019). Upaya peningkatan produksi CPO dikawatirkan memicu kebakaran hutan untuk perluasan lahan.

Rekomendasi yang dapat diberikan untuk meminimalisir kebakaran lahan adalah kemitraan dengan petani saawit. Skema kemitraan membatu masyarakat dalam perawatan dan

pemasaran sawit sehingga dapat meningkatkan kebutuhan produksi CPO untuk kebutuhan industri (Fauzi et al., 2012; Imang, Balkis, & Maliki, 2019; Hasanuddin, & Nurmayasari, 2013). Perkebunan sawit swasta dan BUMN tetap dapat meningkatkan produksi CPO tanpa harus membuka lahan yang dapat memicu kebakaran hutan dan lahan. Metode ini juga dapat membantu meningkatkan perekonomian masyarakat (Ariyanti, Apriyani, & Fatih, 2020).

Kesimpulan

Awalnya sawit merupakan tanaman hias yang berasal dari Afrika dibawa ke Indonesia untuk ditanam sebagai koleksi pada Kebun Raya Bogor. Dinilai memiliki manfaat ekonomi dan dapat berpotensi sebagai tanaman perkebunan maka mulai dibudidayakan sebagai tanaman perkebunan. sawit semakin berkembang maka lahan yang dibutuhkan semakin luas. Hal ini menyebabkan hutan dan lahan mengalami kebakaran untuk membuka lahan. metode ini dipilih karena lebih mudah, murah dan cepat dibandingkan metode ramah lingkungan lainnya.

Membuka lahan dengan membakar dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan gangguan terhadap terhadap satwa liar. Vegetasi yang terbakar menyebabkan karbon yang tersimpang menjadi terlepas sehingga menyebabkan polusi udara dan kerusakan lingkungan. Dampak kebakaran terhadap satwa menyebabkan hilangnya habitat, berkurangnya sumber pakan dan wilayah jelajah yang semakin sempit sehingga, produktifitas satwa semakin berkurang. Metode yang ditawarkan dalam meningkatkan produksi CPO adalah kemitraan dengan petani sawit. metode ini dapat meningkatkan jumlah produksi CPO tanpa harus membuka lahan baru yang berpotensi meningkatkan kejadian kebakaran. Metode ini juga sebagai alternatif untuk meningkatkan perekonomian petani sawit.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada rekan-rekan Dosen Program Studi Manajemen Hutan yang telah memberi masukan dalam tulisan ini.

Referensi

- Akkuzu, E., Kucuk, O., Ünal, S., Uğış, A., & Evcin, Ö. (2014). *Effects of Forest Fires on Mammal Species: A Brief Review*. (November). Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/328698743_Effects_of_Forest_Fires_on_Mammal_Species_A_Brief_Review
- Ariyanti, F. V., Apriyani, M., & Fatih, C. (2020). Pola Kemitraan Budidaya Kelapa Sawit Di PT BTX. *Karya Ilmiah Mahasiswa [Agribisnis]*, 1–7.
- Baker, Patrick J., & Bunyavejchewin, S. (2009). Fire behavior and fire effects across the forest landscape of continental Southeast Asia. In *Tropical fire ecology* (pp. 311–334). United Kingdom (UK): Springer. Retrieved from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-77381-8_11#citeas
- Bappenas. (1999). *Causes, Extent, Impact and Costs of 1997/98 Fires and Drought*.
- Bappenas. (2017). *Grand Design Pencegahan kebakaran hutan, kebun dan lahan 2017 - 2019*. Jakarta. Retrieved from <https://www.cifor.org/knowledge/publication/6669/>
- Barnett, J. B., Benbow, R. L., Ismail, A., & Fellowes, M. D. E. (2013). Abundance and diversity of anurans in a regenerating former oil palm plantation in Selangor, Peninsular Malaysia. *Herpetological Bulletin*, 2005(125), 1–9.
- Bowen, M., Bompard, J., IP, A., P, G., & A Gouyon. (2001). *Anthropogenic fires in Indonesia, a view from Sumatra*. New York.
- Bowen, M. R., Bompard, J. M., Anderson, I. P., Guizol, P., & Gouyon, A. (2001). Anthropogenic fires in Indonesia: a view from Sumatra. *Forest Fires and Regional Haze in Southeast Asia*, 41–66. Retrieved from [internal-pdf://0131814040/Bowen-2001-Anthropogenic fires in Indonesia_a.pdf%0Ahttp://www.cifor.org/nc/online-library/browse/view-publication/publication/946.html](internal-pdf://0131814040/Bowen-2001-Anthropogenic%20fires%20in%20Indonesia_a.pdf%0Ahttp://www.cifor.org/nc/online-library/browse/view-publication/publication/946.html)
- Brown, N. (1998). Out of control: Fires and forestry in Indonesia. *Trends in Ecology and Evolution*, 13(1), 41. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(97\)01252-4](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(97)01252-4)
- Budidarsono, S., Susanti, A., & Zoomers, A.

- (2013). Oil Palm Plantations in Indonesia: The Implications for Migration, Settlement/Resettlement and Local Economic Development. *Biofuels - Economy, Environment and Sustainability*, (March). <https://doi.org/10.5772/53586>
- Carlson, K. M., Curran, L. M., Asner, G. P., Pittman, A. M. D., Trigg, S. N., & Marion Adeney, J. (2013). Carbon emissions from forest conversion by Kalimantan oil palm plantations. *Nature Climate Change*, 3(3), 283–287. <https://doi.org/10.1038/nclimate1702>
- Carlson, K. M., Heilmayr, R., Gibbs, H. K., Noojipady, P., Burns, D. N., Morton, D. C., ... Kremen, C. (2018). Effect of oil palm sustainability certification on deforestation and fire in Indonesia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(1), 121–126. <https://doi.org/10.1073/pnas.1704728114>
- Cattau, M. E., Harrison, M. E., Shinyo, I., Tungau, S., Uriarte, M., & DeFries, R. (2016). Sources of anthropogenic fire ignitions on the peat-swamp landscape in Kalimantan, Indonesia. *Global Environmental Change*, 39, 205–219. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.005>
- Cattau, M. E., Marlier, M. E., & DeFries, R. (2016). Effectiveness of Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO) for reducing fires on oil palm concessions in Indonesia from 2012 to 2015. *Environmental Research Letters*, 11(10). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/10/105007>
- Darmawan, D. H. A. (2020). Fuelling the fires: Practical steps towards wildfires in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 504(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/504/1/012021>
- Dennis, R. A., Mayer, J., Applegate, G., Chokkalingam, U., Colfer, C. J. P., Kurniawan, I., ... Tomich, T. P. (2005). Fire, people and pixels: Linking social science and remote sensing to understand underlying causes and impacts of fires in Indonesia. *Human Ecology*, 33(4), 465–504. <https://doi.org/10.1007/s10745-005-5156-z>
- Direktorat Jendral Perkebunan. (2019). Pembangunan Perkebunan 2019. *Laporan Tahunan 2019*, (3), 92. Retrieved from [http://ditjenbun.pp.id.pertanian.go.id/doc/16/FA_Lap.Tahunan PERKEBUNAN 2019_fix_\(03-04-2020\)_LOW.pdf](http://ditjenbun.pp.id.pertanian.go.id/doc/16/FA_Lap.Tahunan%20PERKEBUNAN%202019_fix_(03-04-2020)_LOW.pdf)
- Dislich, C., Keyel, A. C., Salecker, J., Kisel, Y., Meyer, K. M., Auliya, M., ... Wiegand, K. (2017). A review of the ecosystem functions in oil palm plantations, using forests as a reference system. *Biological Reviews*, 92(3), 1539–1569. <https://doi.org/10.1111/brv.12295>
- Doerr, S. H., & Santin, C. (2016). The wildfire problem: perceptions and realities in a changing world. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 371(20150345), 1–10. Retrieved from <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rstb.2015.0345>
- Dohong, A., Aziz, A. A., & Dargusch, P. (2017). A review of the drivers of tropical peatland degradation in South-East Asia. *Land Use Policy*, 69(September), 349–360. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.09.035>
- Drescher, J., Rembold, K., Allen, K., Beckschäfer, P., Buchori, D., Clough, Y., ... Scheu, S. (2016). Ecological and socio-economic functions across tropical land use systems after rainforest conversion. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1694). <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0275>
- Faruk, A., Belabut, D., Ahmad, N., Knell, R. J., & Garner, T. W. J. (2013). Effects of Oil-Palm Plantations on Diversity of Tropical Anurans. *Conservation Biology*, 27(3), 615–624. <https://doi.org/10.1111/cobi.12062>
- Fauzi, Y., Widyastuti, Y. E., Satyawibawa, I., & Paeru, R. H. (2012). *Kelapa sawit* (R. Pusparani & S. Nugroho, Eds.). Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- FWI. (2001). *Keadaan Hutan Indonesia*. Bogor. Retrieved from https://wri-indonesia.org/sites/default/files/keadaan_hutan.pdf
- GFW. (2022). Effects of Deforestation on Wildfires. Retrieved April 6, 2021, from <https://www.globalforestwatch.org/topics/>

- fires/#intro
- Greenpeace. (2013). *Certifying destruction. Why consumer companies need to go beyond the RSPO to stop forest destruction*. Riau. Retrieved from <https://www.greenpeace.org/static/planet4-sweden-stateless/2019/01/69d1a6b8-69d1a6b8-rspo-certifying-destruction.pdf>
- Greenpeace Southtest Asia-Indonesia. (2020). *Karhutla dalam Lima Tahun Terakhir: Omnibus Law Hadiah Impunitas bagi Pembakar di Sektor Perkebunan Terbesar* (p. 3). p. 3.
- Imang, N., Balkis, S., & Maliki, M. (2019). Analisis Implementasi Pola Kemitraan dan Pendapatan Petani Plasma Kelapa Sawit di Kecamatan Bentian Besar Kabupaten Kutai Barat Provinsi Kalimantan timur. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 7(1), 112–121. <https://doi.org/10.36084/jpt.v7i1.187>
- Kirkland, G. L., Journal, S., & Nov, N. (2014). *American Society of Mammalogists Responses of Small Mammals to the Clearcutting of Northern Appalachian Forests RESPONSES OF SMALL MAMMALS TO THE CLEARCUTTING*. 58(4), 600–609.
- Lohberger, S., Stängel, M., Atwood, E. C., & Siegert, F. (2017). Spatial evaluation of Indonesia's 2015 fire-affected area and estimated carbon emissions using Sentinel-1. *Global Change Biology*, 24(2), 644–654. <https://doi.org/10.1111/gcb.13841>
- Marlier, M. E., DeFries, R. S., Kim, P. S., Koplitz, S. N., Jacob, D. J., Mickley, L. J., & Myers, S. S. (2015). Fire emissions and regional air quality impacts from fires in oil palm, timber, and logging concessions in Indonesia. *Environmental Research Letters*, 10(8). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/8/085005>
- Merten, J., Röhl, A., Guillaume, T., Mejjide, A., Tarigan, S., Agusta, H., ... Hölscher, D. (2016). Water scarcity and oil palm expansion: Social views and environmental processes. *Ecology and Society*, 21(2). <https://doi.org/10.5751/ES-08214-210205>
- Murdiyarso, D., Hergoualc'H, K., & Verchot, L. V. (2010). Opportunities for reducing greenhouse gas emissions in tropical peatlands. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(46), 19655–19660. <https://doi.org/10.1073/pnas.0911966107>
- Parker, R. J., Boesch, H., Wooster, M. J., Moore, D. P., Webb, A. J., Gaveau, D., & Murdiyarso, D. (2016). Atmospheric CH₄ and CO₂ enhancements and biomass burning emission ratios derived from satellite observations of the 2015 Indonesian fire plumes. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16(15), 10111–10131. <https://doi.org/10.5194/acp-16-10111-2016>
- Pasaribu, A. I., Hasanuddin, T., & Nurmayasari, I. (2013). Partnership Patterns and Palm Oil Palm Farming Income. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*, 1(4), 358–368. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.23960/jiia.v1i4.712>
- Reddington, C. L., Yoshioka, M., Balasubramanian, R., Ridley, D., Toh, Y. Y., Arnold, S. R., & Spracklen, D. V. (2014). Contribution of vegetation and peat fires to particulate air pollution in Southeast Asia. *Environmental Research Letters*, 9(9). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/9/094006>
- Reyes, E. (2013). RSPO fires back at Greenpeace, calls report baseless. Eco-business. Retrieved October 3, 2013, from <https://www.eco-business.com/zh-hans/news/rspo-fires-back-greenpeace-calls-report-baseless/>
- Rieley, J. (2014). *Tropical peatland - The amazing dual ecosystem : coexistence and mutual benefit TROPICAL PEATLAND - THE AMAZING DUAL ECOSYSTEM : CO-EXISTENCE AND MUTUAL BENEFIT*. (January 2007).
- Santosa, Y., & Kwatrina, R. T. (2020). Effect of forest fire on mammals: Comparisons of species diversity on different time-period and area. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 528(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/528/1/012023>
- Saragih, B. (1980). *Economic organization size and the relative efficiency of oil palm plantations in North Sumatera*. North Carolina State University (USA).
- Savilaakso, S., Garcia, C., Garcia-Ulloa, J., Ghazoul, J., Groom, M., Guariguata, M. R.,

- ... Zrust, M. (2014). Systematic review of effects on biodiversity from oil palm production. *Environmental Evidence*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/2047-2382-3-4>
- Sawitwatch. (2014). Kebakaran Hutan dan Lahan, Siapa yang Melanggengkan? *Tandan Sawit*, (7), 11.
- Simorangkir, D., & Sumantri. (2002). *A Review of Legal , Regulatory and Institutional Aspects of Forest and Land Fires in Indonesia*. Jakarta: Project FireFight South East Asia.
- Smith, T. E. L., Evers, S., Yule, C. M., & Gan, J. Y. (2018). In Situ Tropical Peatland Fire Emission Factors and Their Variability, as Determined by Field Measurements in Peninsula Malaysia. *Global Biogeochemical Cycles*, 32(1), 18–31. <https://doi.org/10.1002/2017GB005709>
- Stolle, F., Chomitz, K. M., Lambin, E. F., & Tomich, T. P. (2003). Land use and vegetation fires in Jambi Province, Sumatra, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, 179(1–3), 277–292. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00547-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00547-9)
- Tan, K. T., Lee, K. T., Mohamed, A. R., & Bhatia, S. (2009). Palm oil: Addressing issues and towards sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(2), 420–427. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.10.001>
- Varkkey, H. (2013). Patronage politics, plantation fires and transboundary haze. *Environmental Hazards*, 12(3–4), 200–217. <https://doi.org/10.1080/17477891.2012.759524>
- Wooster, M. J., Perry, G. L. W., & Zoumas, A. (2012). Fire, drought and El Niño relationships on Borneo (Southeast Asia) in the pre-MODIS era (1980-2000). *Biogeosciences*, 9(1), 317–340. <https://doi.org/10.5194/bg-9-317-2012>