



# Agrosilvopastural sebagai wadah ketahanan pangan dan energi pada perkebunan kelapa sawit

Andreas Budi Rahutomo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Sekolah Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia, Jakarta, Jakarta Pusat 10430, Indonesia.

\*Korespondensi: andreas.budi@ui.ac.id

Diterima: 13 Mei 2024

Direvisi akhir: 20 Juli 2024

Disetujui: 31 Agustus 2024

## ABSTRAK

Hutan hujan tropis memainkan peran vital dalam ekosistem global, menawarkan kondisi ideal untuk pertumbuhan berbagai komoditas pertanian, termasuk kelapa sawit dan sapi gembala di Indonesia. **Latar Belakang:** Artikel ini mengeksplorasi potensi dan tantangan dari integrasi kedua sektor tersebut, yang dapat meningkatkan ketahanan pangan dan keberlanjutan lingkungan. **Metode:** Artikel ini disusun dengan tinjauan pustaka. **Temuan:** Kelapa sawit, sebagai komoditas unggulan, berkontribusi signifikan terhadap ekonomi nasional, tetapi juga menyebabkan masalah deforestasi dan konflik sosial. Sementara itu, penggembalaan sapi memiliki tantangan tersendiri dalam memenuhi permintaan daging yang tinggi. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi kelapa sawit dan sapi dapat menghasilkan manfaat ekonomi, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan meningkatkan produktivitas lahan melalui penggunaan pupuk organik. Sistem tumpang sari dengan tanaman lain juga dapat memperbaiki jejak ekologis dan mengurangi ketergantungan pada herbisida kimia. Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat mendukung kebijakan integrasi yang berkelanjutan dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat. **Kesimpulan:** Kesimpulan ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan berbasis nexus air, pangan, dan energi dalam pengembangan kebijakan pertanian di Indonesia. **Kebaruan/Orisinalitas dari artikel ini:** Artikel ini melihat amalgamasi dari persoalan kelapa sawit dan peternakan sapi di Indonesia.

**KATA KUNCI:** agrosilvopastural; kelapa sawit; ketahanan pangan.

## ABSTRACT

Tropical rainforests play a vital role in the global ecosystem, providing ideal conditions for the growth of various agricultural commodities, including palm oil and cattle grazing in Indonesia. **Background:** This article explores the potential and challenges of integrating these two sectors, which can enhance food security and environmental sustainability. **Methods:** The article is composed through a literature review. **Finding:** Palm oil, as a key commodity, significantly contributes to the national economy but also causes deforestation and social conflicts. Meanwhile, cattle grazing faces its own challenges in meeting the high demand for beef. This research shows that the integration of palm oil and cattle can generate economic benefits, reduce greenhouse gas emissions, and improve land productivity through the use of organic fertilizers. Intercropping with other plants can also enhance the ecological footprint and reduce reliance on chemical herbicides. Further research is expected to support sustainable integration policies and mitigate negative impacts on the environment and communities. **Conclusion:** This conclusion emphasizes the importance of a nexus-based approach to water, food, and energy in the development of agricultural policies in Indonesia. **Novelty/Originality of this article:** This article examines the amalgamation of issues surrounding palm oil and cattle ranching in Indonesia.

**KEYWORDS:** agrosilvopastoral; palm oil; food security.

## Cara Pengutipan:

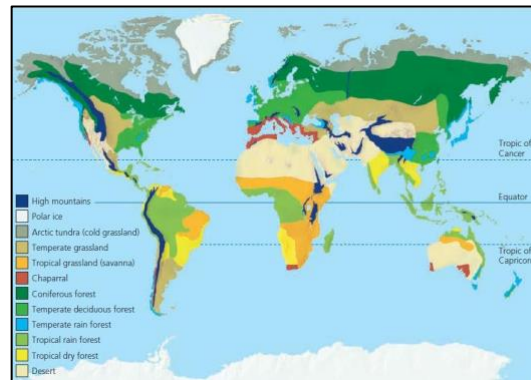
Andreas, B. R. (2024). Agrosilvopastural sebagai wadah ketahanan pangan dan energi pada perkebunan kelapa sawit. *JDMCR: Journal of Disaster Management and Community Resilience*, 1(2), 60–67. <https://doi.org/10.61511/jdmcr.v1i2.1067>.

**Copyright:** © 2024 dari Penulis. Dikirim untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan dari the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



## 1. Pendahuluan

Hutan hujan tropis merupakan salah satu bioma terpenting di bumi. Keberadaan hutan menciptakan suhu hangat yang seragam sepanjang tahun, kelembaban tinggi, dan curah hujan lebat hampir setiap hari. Iklim basah dan hangat yang cukup konstan ini sangat ideal untuk berbagai macam tumbuhan dan hewan (Miller & Spoolman, 2016). Dengan demikian, keberadaan Indonesia yang terletak dalam ekosistem hutan hujan tropis (Gambar 1) memberikan keuntungan tersendiri dalam hal peluang pemanfaatan lahan untuk pengelolaan sumber daya alam berbasis pertanian.



Gambar 1. Berbagai tipe bioma sebagai hasil dari variasi iklim dan elevasi (Miller & Spoolman, 2016)

Salah satu komoditas pertanian yang berkembang pesat di Indonesia adalah kelapa sawit. Berdasarkan Balai Besar Pengkaji dan Pengembangan Teknologi Pertanian (2008), beberapa kriteria kesesuaian lahan untuk kelapa sawit di antaranya curah hujan per tahun berkisar antara 1.500—4.000 mm dengan temperatur optimal pada rentang 24 sampai 28° C. Kelapa sawit juga tumbuh ideal pada tempat dengan kelembaban yang berkisar antara 80—90% dan keterlerangan lahan tanam maksimal 15° atau 26%. Dengan demikian, meskipun bukan merupakan tanaman asli dari Indonesia, kelapa sawit sangat sesuai dengan karakteristik iklim tropis Indonesia sebagaimana asal-usulnya di Afrika bagian barat.

Berdasarkan Kementerian Pertanian (2014), kelapa sawit mulai diusahakan secara komersial di Indonesia pada tahun 1911. Sampai dengan akhir tahun 1970-an kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan satu-satunya yang hanya diusahakan oleh perkebunan besar. Oleh karena itu, diawali dengan pengembangan perkebunan rakyat melalui pola Perkebunan inti rakyat (PIR) yang dimulai sejak tahun 1980-an, kelapa sawit menjadi komoditas perkebunan yang berkembang dengan pesat, hingga pada akhirnya menjadikan Indonesia sebagai produsen kelapa sawit terbesar di dunia. Hal tersebut sejalan dengan peran komoditas kelapa sawit yang strategis dengan kontribusi terbesar bagi pendapatan nasional, di luar sektor pariwisata, minyak dan gas. BPS (2018) mencatat total nilai ekspor minyak kelapa sawit mencapai 18,23 miliar USD dengan total volume ekspor sebesar 29,67 juta ton.

Selain komoditas kelapa sawit, karakteristik biogeofisik Indonesia juga cocok untuk pengembangbiakan sapi gembala. Terkait kesesuaian lahan peternakan sapi gembala, Utomo dkk. (1998) menyatakan bahwa suhu rerata yang cocok untuk peternakan sapi gembala adalah 18 - 37° C dengan kelembaban udara berkisar antara 60—90%. Selain itu sapi gembala cocok dikembangbiakkan pada wilayah dengan curah hujan 750—4.000 mm/tahun dan kelembaban kurang dari 40% (Suratman dkk., 1998). Kedua komoditas tersebut memegang peran kunci bagi ketahanan pangan dan energi Indonesia. Peternakan sapi berfungsi sebagai penyedia sumber protein hewani, sedangkan kelapa sawit merupakan *industrial crops* dengan berbagai produk turunan pada rantai *oleo-food* dan *oleochemical*, di samping juga berpotensi sebagai sumber energi baru dan terbarukan.

Meskipun begitu, di samping manfaat yang positif bagi perekonomian, konversi lahan untuk ekspansi perkebunan kelapa sawit menimbulkan beragam masalah lingkungan dan sosial, seperti deforestasi, tumpang tindih lahan dan konflik sosial lainnya (Cattau dkk.,

2016). Lebih lanjut lagi perkebunan kelapa sawit menyumbang 23% dari total deforestasi Indonesia pada periode 2001—2016 (Austin dkk., 2019). Keadaan ini memberikan risiko dampak negatif bagi keanekaragaman hayati, ketahanan pangan, perubahan iklim, degradasi lahan, dan peri kehidupan masyarakat (Meijaard dkk., 2020). Penggembalaan sapi ternak secara masif juga berisiko merusak lingkungan. Dalam tiga dekade terakhir, peningkatan stok daging sapi di Brazil hingga tahun 2020 telah memperluas pengembangan padang rumput hingga 70% di wilayah Amazon dan 12% di Cerrado (Carvalho dkk., 2021). Hal tersebut memang bukan merupakan masalah bagi peternakan sapi di Indonesia. Kendala yang Indonesia hadapi lebih kepada kesulitan pemenuhan permintaan daging sapi oleh pasokan yang terbatas. Hal tersebut menyebabkan harga daging sapi di Indonesia hampir dua kali lebih mahal dibandingkan di pasar internasional sehingga tingkat konsumsi daging sapi Indonesia terbilang rendah dibandingkan Filipina, Malaysia, dan Vietnam. Hal tersebut berkorelasi dengan fakta bahwa sekitar 29% anak di bawah usia lima tahun di Indonesia menderita kekurangan gizi kronis (Respatiadi & Nabila, 2017).

## 2. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan potensi dan tantangan yang telah diuraikan di atas, diperlukan sebuah terobosan kebijakan bagi pemenuhan ketahanan pangan dan keberlanjutan lingkungan melalui strategi integrasi kelapa sawit dan sapi. Keberadaan kebun kelapa sawit, selain memberikan pemasukan ekonomi dengan hasil olahan tandan buah segar menjadi minyak kelapa sawit dan inti sawit, juga dapat nilai tambah lain berupa pemanfaatan limbah cair dan cangkang untuk bahan baku energi. Di samping itu, penggunaan *methane capture* (lihat Gambar 2) dapat mencegah emisi gas rumah kaca dari limbah cair sebesar 7.583,39 kg 3CO<sub>2</sub>e atau 25,49% dari total emisi aktivitas perkebunan dan pengolahan kelapa sawit (Harsono dkk., 2015).



Gambar 2. Instalasi *methane capture* pada kolam limbah cair pabrik kelapa sawit (<https://anj-group.com/en/renewable-energy>)

Lebih lanjut lagi instalasi *methane capture* pada kolam limbah dapat menghasilkan energi terbarukan sekitar 25,4—40,7 kWh/ton tandan buah segar (TBS) dan mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) sekitar 109,41—175,35 kgCO<sub>2</sub>e/ton TBS. Pemanfaatan POME yang diolah sebagai pupuk cair meningkatkan produksi TBS sekitar 13%. Sebuah pabrik kelapa sawit dengan kapasitas 45 ton TBS/jam berpotensi menghasilkan listrik sekitar 0,95—1,52 MW (Hasanudin dkk., 2015).

Berdasarkan fakta di atas, integrasi kelapa sawit dan sapi sangat lekat dengan nexus antara air, pangan, dan energi. Penggunaan air pada stasiun perbusan di pabrik kelapa sawit perlu dikendalikan seminimal mungkin untuk mengurangi dampak lingkungan. Penelitian oleh Jaroenkietkajorn & Gheewala (2020) menunjukkan bahwa mengubah jumlah konsumsi air dan energi dapat secara langsung mempengaruhi produktivitas pangan (dalam hal ini TBS). Lebih lanjut, dinyatakan bahwa hampir 80% konsumsi energi perkebunan kelapa sawit berasal dari pemompaan air irigasi dan produksi pupuk kimia. Penggunaan pupuk organik (misalnya, kotoran hewan) sangat disarankan karena konsentrasi nitrogennya jauh lebih rendah daripada pupuk kimia. Hal ini juga dapat

mengurangi total emisi GRK. Oleh karena itu, integrasi ternak sapi pada perkebunan kelapa sawit dapat membantu pemupukan organik melalui kotoran sapi.

Manfaat lingkungan lain juga dapat terbentuk dengan diterapkannya sistem tumpang sari pada perkebunan kelapa sawit dengan jenis tanaman lain. Hal tersebut dapat diukur melalui pendekatan jejak ekologis (*ecological footprint*), yaitu jumlah tanah dan air yang dibutuhkan untuk memasok suatu populasi atau area dengan sumber daya terbarukan serta untuk menyerap dan mendaur ulang limbah dan polusi yang dihasilkan oleh penggunaan sumber daya tersebut (Miller & Spoolman, 2016). Sebagai contoh, dibandingkan dengan sistem monokultur, tumpang sari kelapa sawit dengan karet berpotensi memberikan manfaat lingkungan berupa peningkatan stok karbon sebesar 37%, pengurangan pencucian nitrogen sebanyak 66%, dan perbaikan pengendalian erosi senilai 57% (Slingerland dkk., 2019) (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Tumpang sari kelapa sawit dengan pisang (Slingerland dkk., 2019)

Penggunaan tumpang sari kelapa sawit juga berpotensi mengendalikan iklim mikro setempat. Meskipun studi lebih lanjut masih diperlukan untuk pembuktiannya, di mana mewujudkan perbaikan iklim mikro di perkebunan kelapa sawit membutuhkan waktu yang lebih lama (Donfack dkk., 2021). Di lain pihak, integrasi kelapa sawit dengan sapi dapat menurunkan tingkat penggunaan herbisida kimia. Tohiran dkk. (2019) merumuskan bahwa perkebunan yang terintegrasi dengan sapi memiliki rata-rata 20% lebih banyak tutupan semak, tetapi tidak ada perbedaan tinggi semak, yaitu pada ketinggian yang masih layak bagi aktivitas pemanenan kelapa sawit. Ilustrasi keadaan tersebut tercantum pada Gambar 4.



Gambar 4. Kondisi tutupan semak pada sebelum (a) dan sesudah (b) penggembalaan sapi (Tohiran dkk., 2019)

Pengurangan penggunaan herbisida tersebut bermanfaat bagi keberlangsungan ekosistem alami di semak/tumbuhan bawah, seperti serangga dan bakteri. Dapat dimungkinkan adanya musuh alami bagi hama kelapa sawit yang dapat terpelihara dengan keadaan tersebut. Hal tersebut juga berpotensi mengurangi penggunaan insektisida jika terjadi serangan hama. Sebagaimana diketahui bahwa selama semester terakhir tahun 2019, Indonesia mengalami kebakaran hutan dan lahan besar di Sumatera dan Kalimantan yang bersumber dari lahan perkebunan kelapa sawit (Frimawaty, 2020). Integrasi kelapa sawit dan ternak memiliki potensi untuk mengurangi risiko terjadinya kebakaran lahan. Hal ini disebabkan oleh bahan bakar berupa tumbuhan bawah yang kering telah berkurang

jumlahnya akibat aktivitas merumput sapi sehingga jalur yang kosong berperan sebagai sekat bakar alami. Hal serupa juga terjadi di luar perkebunan kelapa sawit yaitu di Galicia, Spanyol (Pellicia, 2021).

Selain bermanfaat bagi peluang optimasi nilai ekonomi dalam efisiensi penggunaan lahan, integrasi kelapa sawit dengan tanaman pangan dan ternak juga berdampak sosial yang positif berupa pencegahan petani atau peternak tergusur (*displaced farmers*). Rolland (2016) menggambarkan kondisi petani tergusur akibat ekspansi perkebunan kelapa sawit di wilayah Uraba, negara Kolombia. Dalam penelitiannya, disebutkan bahwa masyarakat tersebut beralih tinggal ke lahan hutan dan menetap di sana dengan bercocok tanam untuk memenuhi kebutuhan hidup. Hal tersebut melekatkan produksi minyak kelapa sawit dengan risiko perubahan penggunaan lahan tidak langsung (*indirect land use change/ILUC*) yang tinggi akibat ekspansi perkebunan kelapa sawit, yang memaksa petani yang tidak memiliki lahan/tergusur (*landless and displaced farmers*) untuk merambah lahan hutan.

Dalam menyikapi tantangan tersebut, Azhar dkk. (2021) melakukan simulasi Monte Carlo untuk memprediksi luas lahan produksi kelapa sawit dan kemudian memperkirakan lahan yang dapat dialokasikan untuk budidaya tanaman pangan dan ternak pada skala global. Dalam penelitiannya, diasumsikan bahwa tiap 1.000 ha tanaman belum menghasilkan (TBM) dapat dialokasikan kepada 200 petani (tiap orang mendapatkan lima ha) dan tiap 1.000 ha tanaman menghasilkan (TM) dapat dialokasikan kepada 8 (delapan) peternak sapi (tiap peternak memiliki 30—35 ternak dan lahan gembala seluas 125 ha). Hasil simulasi menunjukkan bahwa 98% area TBM secara global berada di rentang luas 1,690 and 1,989 juta ha, dengan demikian dapat mengakomodasi sekitar 338.000 hingga 397.800 *landless/displaced crop farmers* di 15 negara produsen kelapa sawit utama, maka diperkirakan sekitar 0,2% kawasan hutan global dapat terhindar dari *ILUC* yang disebabkan oleh *landless/displaced crop farmers* yang setara dengan 1,976—1,99 juta ha lahan hutan. Sekitar 98% TM berada pada rentang luas 11,794 and 13,316 juta ha. Secara global, area tersebut dapat mendukung 94.352 hingga 106.528 *landless/displaced cattle farmers* dan sekitar 13 juta ha (1,4%) kawasan hutan global dapat dihindari dari risiko *ILUC*.

### 3. Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas beberapa poin kesimpulan dan saran dapat dirumuskan sebagai berikut. Pertama, integrasi kelapa sawit dengan ternak telah diakomodasi melalui Peraturan Menteri Pertanian No. 105 /Permentan/PD.300/8/2014 tentang Integrasi Usaha Perkebunan Kelapa Sawit dengan Usaha Budi Daya Sapi Potong. Sangat disarankan agar integrasi sawit sapi tersebut dijalankan dalam bingkai kemitraan inti-plasma sebagaimana tercantum dalam Pasal 11 Ayat 2. Kedua, integrasi kelapa sawit dengan tanaman pangan khususnya bagi petani kelapa sawit sangat disarankan, terutama para petani yang sedang dalam masa *replanting* melalui program peremajaan sawit rakyat (PSR). Masa tiga tahun pasca penanaman kelapa sawit dapat diisi dengan berbagai tanaman sela untuk pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat setempat. Sangat disarankan agar hal ini masuk dalam paket pendanaan PSR bagi petani. Ketiga, pelaksanaan integrasi kelapa sawit dengan tanaman pangan dan ternak perlu mengakomodir aspek daya dukung dan daya tampung lingkungan. Diperlukan analisis berbasis nexus antara air, pangan, dan energi dalam skala bentang lahan untuk menentukan ketepatan strategi baik berupa intensitas, luasan, jenis tanaman, dan lokasi yang sesuai. Parameter pembatas berupa aspek biofisik dan produktivitas ternak perlu dipertimbangkan dalam menentukan alokasi lahan integrasi sawit dan ternak. Area pengembalaan yang optimal, dengan dampak lingkungan yang rendah dan produktivitas yang tinggi perlu ditentukan serta produksi intensif harus dilaksanakan melalui intensifikasi berkelanjutan dan pendekatan pertanian yang ramah terhadap ekosistem dengan menggabungkan strategi konservasi pada skala lanskap (Zuluaga dkk., 2021).

Keempat, selain aspek lingkungan, aspek ekonomi berupa keberterimaan pasar juga perlu dipertimbangkan sebelum melakukan integrasi sawit sapi. Hal ini ditujukan agar populasi ternak dapat terjaga secara stabil untuk menghindari keadaan berlebih yang justru

akan berdampak buruk bagi keseimbangan ekosistem. Kelima, sebagai langkah jangka panjang, perlu dilakukan pengembangan unit penampungan dan pengolahan limbah kelapa sawit dan ternak berdasarkan rayonisasi perkebunan kelapa sawit rakyat dengan pola kemitraan *public private people partnership* (PPPPP).

### **Kontribusi Penulis**

Penulis berkontribusi dalam penulisan artikel ini.

### **Pendanaan**

Penelitian ini tidak menggunakan pendanaan eksternal.

### **Pernyataan Dewan Peninjau Etis**

Tidak berlaku.

### **Pernyataan *Informed Consent***

Tidak berlaku.

### **Pernyataan Ketersediaan Data**

Tidak berlaku.

### **Konflik Kepentingan**

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

### **Akses Terbuka**

©2024. Artikel ini dilisensikan di bawah Lisensi Internasional Creative Commons Attribution 4.0, yang mengizinkan penggunaan, berbagi, adaptasi, distribusi, dan reproduksi dalam media atau format apa pun. selama Anda memberikan kredit yang sesuai kepada penulis asli dan sumbernya, berikan tautan ke lisensi Creative Commons, dan tunjukkan jika ada perubahan. Gambar atau materi pihak ketiga lainnya dalam artikel ini termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel tersebut, kecuali dinyatakan lain dalam batas kredit materi tersebut. Jika materi tidak termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel dan tujuan penggunaan Anda tidak diizinkan oleh peraturan perundang-undangan atau melebihi penggunaan yang diizinkan, Anda harus mendapatkan izin langsung dari pemegang hak cipta. Untuk melihat salinan lisensi ini, kunjungi: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

### **Daftar Pustaka**

- Austin, K.G., Schwantes, A., Gu, Y., & Kasibhatla, P.S. (2019). What causes deforestation in Indonesia? *Environmental Research Letters*, 14(2). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaf6db>.
- Azhar, B., Nobilly, F., Lechner, A.M., Tohiran, K.A., Maxwell, T.M.R., Zulkifli, R., Kamel, M.F., & Oon, A. (2021). Mitigating the risks of indirect land use change (ILUC) related deforestation from industrial palm oil expansion by sharing land access with displaced crop and cattle farmers. *Land Use Policy*, 107(April), 105498. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105498>.
- Balai Besar Pengkaji dan Pengembangan Teknologi Pertanian. (2008). *Teknologi Budidaya Kelapa Sawit*.
- Carvalho, R., Rausch, L., Munger, J., & Gibbs, H.K. (2021). The role of high- volume ranches as cattle suppliers: Supply chain connections and cattle production in mato grosso. *Land*, 10(10), 1–12. <https://doi.org/10.3390/land10101098>.
- 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), 1–11. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/10/105007>.

- Donfack, L.S., Röhl, A., Ellsäßer, F., Ehbrecht, M., Irawan, B., Hölscher, D., Knohl, A., Kreft, H., Siahaan, E.J., Sundawati, L., Stiegler, C., & Zemp, D.C. (2021). Microclimate and land surface temperature in a biodiversity enriched oil palm plantation. *Forest Ecology and Management*, 497(June). <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119480>.
- Frimawaty, E. (2020). Mapping data on Indonesia's worst forest and land fires of palm oil cultivation lands. *E3S Web of Conferences*, 211, 1–9. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021105002>.
- Harsono, S.S., Grundmann, P., & Siahaan, D. (2015). Role of Biogas and Biochar Palm Oil Residues for Reduction of Greenhouse Gas Emissions in the Biodiesel Production. *Energy Procedia*, 65, 344–351. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.01.063>.
- Hasanudin, U., Sugiharto, R., Haryanto, A., Setiadi, T., & Fujie, K. (2015). Palm oil mill effluent treatment and utilization to ensure the sustainability of palm oil industries. *Water Science and Technology*, 72(7), 1089–1095. <https://doi.org/10.2166/wst.2015.311>.
- Jaroenkietkajorn, U. & Gheewala, S. H. (2020). Interlinkage between water- energy-food for oil palm cultivation in Thailand. *Sustainable Production and Consumption*, 22, 205–217. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.03.006>.
- Meijaard, E., Brooks, T., Carlson, K., Slade, E., Ulloa, J. G., Gaveau, D., Lee, J.S.H., Santika, T., Juffe-Bignoli, D., struebig, matthew, Wich, S., Ancrenaz, M., Koh, L.P., Zamira, N., Abrams, J.F., Prins, H., Sendashonga, C., Murdiyarsa, D., Furumo, P., ... Sheil, D. (2020). The environmental impacts of palm oil in context. *Nature Plants*, 6(December). <https://doi.org/10.31223/OSF.IO/E69BZ>.
- Miller & Spoolman. (2016). *Environmental Science*. Fifteenth Edition. Cengage Learning.
- Pellicia, M. (2021). Spanish farmers fight forest fires with agroforestry (and many sheep) Mongabay. Retrieved from <https://news.mongabay.com/2021/07/spanish-farmers-fight-forest-fires-with-agroforestry-and-many-sheep/>.
- Respatiadi, H. & Nabila, H. (2017). Beefing Up the Stock: Policy Reform to Lower Beef Prices in Indonesia. *Center for Indonesian Policy Studies* (October 2017).
- Rolland, S. (2016). Land mobilizations and logics of autonomy in local peasant communities of the colombian urabá (1997-2010). *Cahiers des Amériques latines*, 81, 113-132. <https://doi.org/10.4000/cal.4286>.
- Slingerland, M., Khasanah, N., Noordwijk, M. van, Susanti, A., & Meilantina, M. (2019). Improving smallholder inclusivity through integration of oil palm with crops. *ETFRN News*, 59(5.2), 147–154.
- Suratman, Ritung, S., & Djaenudin, D. (1998). Potensi lahan untuk pengembangan ternak ruminansia besar di beberapa provinsi di Indonesia. In A.S. Karama (Ed.), *Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat* (pp. 169-182). Bidang Pedologi. Cisarua. 1997 Maret 4-6. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Tohiran, K.A., Nobilly, F., Zulkifli, R., Ashton-Butt, A., & Azhar, B. (2019). Cattle-grazing in oil palm plantations sustainably controls understory vegetation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 278(September 2018), 54–60. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.03.021>.
- Utomo, B., Miranti, D.P., & Intan, G.C. (2009). Kajian termoregulasi sapi perah periode laktasi dengan introduksi teknologi peningkatan kualitas pakan. *Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner* (pp. 263-268). Bogor, 13-14 Agustus 2009. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor.
- Zuluaga, A., Etter, A., Nepstad, D., Chará, J., Stickler, C., & Warren, M. (2021). Colombia's pathway to a more sustainable cattle sector: A spatial multi- criteria analysis. *Land Use Policy*, 109(July). <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105596>.

### Biografi Pengarang

**Andreas Budi Rahutomo**, Sekolah Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia, Jakarta, Jakarta Pusat 10430, Indonesia.

- Email: andreas.budi@ui.ac.id
- ORCID: N/A
- Web of Science ResearcherID: N/A
- Scopus Author ID: N/A
- Homepage: N/A