

URGENSI PERUBAHAN STATUS SPENT BLEACHING EARTH (SBE)

Oleh
Tim Riset PASPI

RESUME

Dalam proses rafinasi/penyulingan minyak sawit mentah (CPO/CPKO), selain menghasilkan main product berupa RBD Palm Oil (RBDPO), proses tersebut juga akan menghasilkan by product berupa Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) dan limbah padat yaitu Spent Bleaching Earth (SBE). Adanya kandungan logam dan residu minyak, merujuk PP 101/2014 yang mengkategorikan SBE sebagai limbah B3 Kategori 2 dari Sumber Spesifik Khusus dengan kode B413. Meskipun dikategorikan sebagai limbah B3, namun pengolahan SBE dapat menghasilkan bahan baku antara (R-Oil dan De-Obe) yang dapat digunakan untuk menghasilkan bahan konstruksi hingga biodiesel.

Namun, besarnya potensi ekonomi dan prospek bisnis dari pengolahan SBE belum dapat dikembangkan secara optimal. Salah satu hambatan yang cukup krusial terkait pengembangan industri pengolah SBE di Indonesia adalah status SBE sebagai limbah B3. Pengkategorian SBE sebagai limbah B3 tidak menarik (disinsentif) bagi investor, karena hal tersebut berimplikasi pada ketatnya prosedur dan persyaratan yang harus dipenuhi untuk mengelola limbah B3. Selain itu, status limbah B3 di Indonesia juga berpotensi mempengaruhi citra produk dan industri baik industri sawit nasional. Jika dibandingkan dengan negara lain seperti Malaysia, India dan Uni Eropa, SBE tidak dikategorikan sebagai limbah B3. Hal ini akan memiliki implikasi lebih lanjut yakni melemahnya daya saing minyak dan produk turunan sawit Indonesia di pasar global.

Berdasarkan hal tersebut, dapat terlihat urgensi atau pentingnya perubahan status SBE dari limbah B3 menjadi limbah non B3 bahkan seharusnya dikategorikan sebagai input antara (feedstock) yang dapat dimanfaatkan secara aman oleh industri. PP 101/2014 membuka peluang perubahan kategori suatu limbah B3 (Pasal 7 ayat 7) melalui pengujian karakteristik limbah. Kementerian Perindustrian RI pada tahun 2015 melalui Surat Menteri Perindustrian RI No. 447/M-IND/9/2015 yang ditujukan kepada Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, mengusulkan rekomendasi perubahan status SBE menjadi bukan B3. Namun, hingga enam tahun setelah PP 101/2014 diterbitkan belum ada regulasi baru sebagai feedback dari surat Menteri Perindustrian.

Kabar baik datang dari Permen LHK 10/2020, dimana dalam regulasi tersebut menyebutkan bahwa SBE termasuk dalam kategori limbah yang dipersingkat prosedur pengajuan pengecualian dari pengkategorian limbah B3 sehingga statusnya dapat dirubah menjadi limbah non B3 atau produk sampingan. Meskipun PermenLHK tersebut tidak menyebutkan bahwa SBE dikeluarkan/dihapuskan dari kategori limbah B3 namun PermenLHK tersebut menjadi menjadi sebuah langkah yang dapat memudahkan perusahaan atau stakeholder sawit untuk membuktikan SBE bukan tergolong sebagai limbah B3.

Dengan regulasi/kebijakan pemerintah atas status SBE yang jelas sebagai input produksi (bukan limbah B3) diharapkan menjadi insentif bagi investor dalam pengembangan industri pengolahan SBE di daerah sentra sawit. Diharapkan juga dengan berkembangnya industri pengolah limbah SBE dapat menciptakan manfaat ekonomi yang besar seperti peningkatan nilai tambah, penyerapan tenaga kerja dan peningkatan pendapatan. Dampak lain dari pengembangan industri pengolah SBE adalah peluang industri sawit (pabrik refinery hingga industri hilir) untuk menjadi green industry yang telah berhasil melaksanakan prinsip zero waste dalam proses produksinya.

PENDAHULUAN

Pada artikel jurnal sebelumnya (PASPI, 2020), telah dibahas mengenai status *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang dikategorikan sebagai limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Selain itu, kita juga telah mengetahui potensi pemanfaatan limbah SBE menjadi produk yang bernilai tambah ekonomi tinggi. Besarnya potensi pemanfaatan limbah tersebut sayang sekali jika tidak dikembangkan secara optimal terlebih di tengah tren dan preferensi global saat ini yang menginginkan produk yang *eco-friendly*.

Namun, hingga saat ini pengembangan industri pengolahan limbah SBE di Indonesia belum optimal di Indonesia. GIMNI (2019) melaporkan bahwa dalam 5 tahun terakhir hanya ada 3 unit pabrik dan hanya 2 unit pabrik yang beroperasi mengolah limbah SBE yang menggunakan teknologi *Solvent Extraction*. Padahal dengan besarnya volume limbah SBE yang dihasilkan setiap tahunnya, dibutuhkan paling tidak 20 unit pengolah limbah SBE yang ditempatkan diseluruh zona industri *refinery* Indonesia. Senada dengan GIMNI, KLHK (2020) memaparkan data bahwa saat ini hanya terdapat 11 perusahaan yang memiliki izin mengelola SBE dengan kapasitas total 116 ribu ton per tahun, sementara volume limbah SBE terus meningkat setiap tahun. Implikasinya terjadi penumpukan limbah SBE di area terbuka dan ilegal, seperti yang terjadi di Marunda (*Harian Kompas*, 2019).

Rendahnya animo dari investor dan industri untuk mengembangkan unit pengolahan limbah SBE diduga berkaitan dengan status limbah SBE sebagai B3. Merujuk pada PP 101/2014 terkait prosedur, syarat dan perizinan pengolahan limbah yang tergolong limbah B3 relatif ketat. Selain itu juga, tidak ada kejelasan status hukum produk olahan dari SBE apakah tergolong limbah B3 atau bukan.

Oleh karena itu, tulisan ini bertujuan untuk menunjukkan urgensi perubahan status SBE sebagai limbah B3, sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu *insight* sebagai bagian dari rekomendasi kebijakan tentang status dan kebijakan pengolahan/pemanfaatan SBE yang ditujukan kepada *stakeholder* sawit

khususnya Pemerintah Indonesia dan kementerian teknis terkait.

SELAYANG PANDANG TERKAIT STATUS DAN POTENSI PEMANFAATAN SBE

Selain menghasilkan *main product* berupa RBD *Palm Oil* (RBDPO), proses rafinasi/penyulingan minyak sawit mentah (CPO/CPKO) yang terjadi di pabrik *refinery* juga akan menghasilkan *by product* berupa *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) dan limbah padat yaitu *Spent Bleaching Earth* (SBE). Adanya kandungan logam dan residu minyak, merujuk PP 101/2014 yang mengkategorikan SBE sebagai limbah B3 Kategori 2 dari Sumber Spesifik Khusus dengan kode B413.

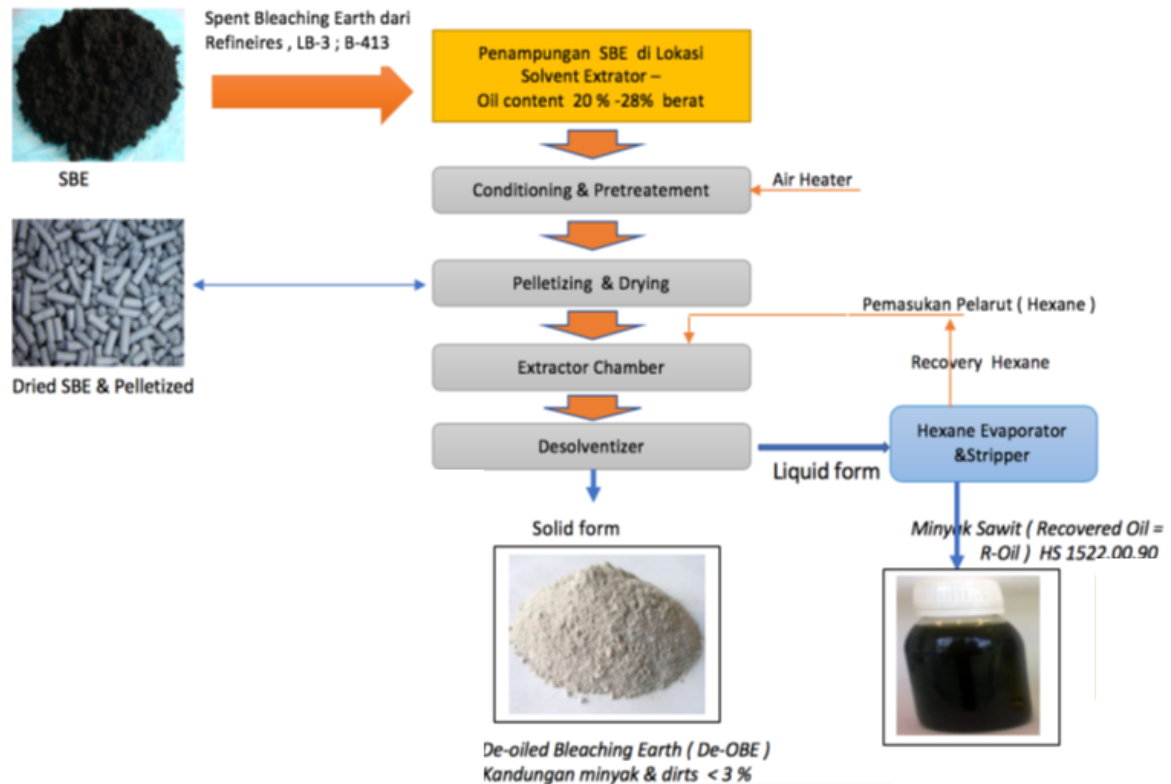
Penggolongan status SBE sebagai limbah B3 di Indonesia berbeda dengan status SBE di negara lain seperti Malaysia, India dan Uni Eropa. Limbah SBE yang dihasilkan oleh industri *refinery* Malaysia tidak digolongkan sebagai limbah B3 namun tetap dikategorisasikan sebagai limbah padat hasil pabrik *refinery* yang pengolahannya diatur dalam *Solid Waste Regulation* (SWR) agar limbah tersebut dapat dimanfaatkan kembali menjadi produk bernilai ekonomi tinggi.

Berbeda dengan negara lain, selama ini limbah SBE yang dihasilkan oleh industri *refinery* di Indonesia belum dapat dimanfaatkan dengan optimal sehingga hanya menjadi beban biaya ekonomi yang memiliki implikasi lebih lanjut pada tingginya biaya produksi produk hilir berbasis sawit yang akan menurunkan daya saing produk. Sehingga diharapkan pengembangan teknologi pengolahan SBE mampu menghasilkan sumber daya baru yang lebih bermanfaat sekaligus *cost effectiveness* dari industri.

Salah satu teknologi pengelolaan limbah SBE yaitu *Solvent Extraction* (SE). Teknologi SE juga digunakan oleh industri pengolah limbah SBE di Malaysia.

Melalui teknologi tersebut, komponen dalam SBE yang terdiri dari residu minyak (20-30 persen) dan limbah padat (seperti pasir) dapat dipisahkan sehingga dapat menghasilkan dua produk dengan dua fase

berbeda yakni fase cair yaitu *Recovered Oil* (R-Oil) dan fase padat yaitu *De-oiled Bleaching Earth* (De-Obe) dengan kandungan minyak kurang dari 3 persen (Gambar 1).



Gambar 1. Teknologi *Solvent Extrct* untuk Mengolah Limbah *Spent Bleaching Earth* (Sumber: GIMNI, 2019)

Kedua produk hasil pengolahan limbah SBE tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku yang menghasilkan berbagai produk bernilai ekonomi tinggi. R-Oil (HS 1522.00.90) atau *Industrial Vegetable Oil* dapat dimanfaatkan kembali sebagai *feedstock* (bahan baku) untuk biodiesel (Kheang *et al*, 2007; Adadetuyi *et al*, 2014; Suryani *et al*, 2017) dan pelumas/biolubrikan (Abdulbari *et al*, 2011; Widyawati & Ufidian, 2017).

Sementara itu, fase padat olahan SBE yakni De-OBE bisa langsung digunakan untuk *landfill* pada proses pemadatan lahan atau jalan. Kandungan debu silika dan alumina pada De-OBE juga cocok digunakan sebagai substitusi agregat halus (pasir alam) untuk menghasilkan berbagai macam bahan konstruksi/bangunan seperti beton (Rokiah

et al, 2013; Sumarno *et al*, 2017; Ashari *et al*, 2017), semen (Tee, 2010) dan bata (Abrar & Nuryasin, 2019). Kandungan nutrisi N, P, K, rasio C:N, pH yang seimbang dalam SBE maupun De-OBE berpotensi untuk dijadikan bahan baku pupuk bio-organik (Cheong *et al*, 2013; Loh *et al*, 2015). Selain pupuk organik, kandungan silika yang tinggi dalam De-OBE juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk NPK (Purba *et al*, 2018; Anugrah *et al*, 2020).

De-OBE yang masih mengandung minyak sawit juga dapat langsung dicampurkan dengan bungkil kedelai dan bahan lainnya untuk menghasilkan pakan ternak yang bergizi (Chang *et al*, 2006; Justia, 2016). Produk De-OBE juga dapat menghasilkan *Reaktivasi Bleaching Earth/RBE* sebagai bentuk *recycle BE* yang

dapat digunakan kembali pada proses rafinasi CPO (Damayanti, 2019).

Berbagai studi empiris di atas menunjukkan besarnya potensi pemanfaatan SBE sebagai bahan baku untuk menghasilkan produk bernilai ekonomi tinggi. Limbah SBE juga lebih tepat dikategorikan sebagai produk antara (*feedstock*) yang dapat digunakan sebagai input produksi, bukan limbah apalagi limbah B3.

URGENSI PERUBAHAN STATUS SBE SEBAGAI LIMBAH B3

Seiring dengan meningkatnya aktivitas *refinery* minyak sawit, maka akan meningkatkan volume SBE yang dihasilkan. KLHK (2020) memaparkan data volume limbah SBE terus meningkat yakni dari 184 ribu ton tahun 2017 menjadi 637.5 ribu ton tahun 2018 dan terus meningkat menjadi 778.8 ribu ton tahun 2019. Sementara, industri pengelola SBE di Indonesia masih relatif rendah yakni hanya sekitar 11 perusahaan yang memiliki izin mengelola SBE dengan kapasitas total 116 ribu ton per tahun.

Besarnya gap tersebut berimplikasi pada kemacetan *outflow* yang ditunjukkan dengan menumpuknya limbah SBE di area terbuka dan ilegal. Timbunan SBE tersebut juga berpotensi menimbulkan resiko hukum baik bagi industri *refinery* maupun penyedia jasa pengelola limbah B3, jika limbah tersebut hanya dibiarkan pada lahan terbuka. Kasus tersebut terjadi di Marunda Jakarta pada Januari 2019 dengan ancaman hukum pidana maksimal tiga tahun dan denda tiga milyar (*Harian Kompas*, 2019).

Di sisi lain, banyak studi empiris yang menunjukkan besarnya potensi pemanfaatan SBE sebagai bahan baku untuk menghasilkan produk bernilai ekonomi tinggi. Peluang pasar produk olahan dari SBE juga diperkirakan akan semakin besar, seiring dengan perkembangan preferensi pasar yang menuntut tersedianya produk yang *eco-friendly* dan *sustainable*. Hal ini seharusnya menjadi insentif bagi industri untuk berinvestasi dalam pengelolaan limbah SBE. Namun pengembangan industri pengolahan SBE di Indonesia sangat rendah,

padahal nilai ekonomi dan prospek pasar dari produk olahan SBE cukup tinggi.

Salah satu hambatan yang cukup krusial terkait pengembangan industri pengolahan SBE di Indonesia adalah status SBE sebagai limbah B3. Pengkategorian SBE sebagai limbah B3 tidak menarik (disinsentif) bagi investor, karena hal tersebut berimplikasi pada ketatnya prosedur dan persyaratan yang harus dipenuhi untuk mengelola limbah B3 sebagaimana yang tertuang dalam regulasi PP 101/2014. Dalam regulasi tersebut juga tidak dijelaskan juga mengenai status produk olahan SBE khususnya De-OBE, apakah masih tergolong sebagai limbah B3 atau tidak. Ketidakpastian status tersebut juga makin menurunkan minat para investor untuk mengembangkan industri pengolahan SBE.

Selain menghambat industri pengolahan SBE, status limbah B3 di Indonesia juga berpotensi mempengaruhi citra industri pangan berbasis minyak sawit seperti industri minyak goreng sawit (MGS) nasional. Konsumen dapat menafsirkan dan menuduh bahwa proses produksi di pabrik MGS maupun produk pangan berbasis sawit lainnya telah tercemar oleh komponen berbahaya dan beracun yang menghasilkan limbah dengan kategori B3. Sehingga menganggap minyak goreng sawit dan produk pangan berbasis sawit lainnya juga mengandung komponen berbahaya atau tercemar B3 yang membahayakan kesehatan. Tuduhan tersebut akan merugikan baik produsen minyak goreng sawit dan produk pangan berbasis sawit lainnya maupun produsen minyak sawit. Implikasi lebih lanjut akan mengurangi daya saing minyak dan produk turunan sawit Indonesia di pasar global.

Berdasarkan implikasi dari status limbah SBE yang dikategorikan sebagai limbah B3 terhadap perkembangan industri pengolahan limbah SBE dan citra industri pangan berbasis sawit, sehingga penting untuk mengkaji ulang mengenai status SBE. PP 101/2014 membuka peluang perubahan kategori suatu limbah B3 (Pasal 7 ayat 7). Suatu limbah dapat berubah dari status limbah B3 menjadi limbah nonB3, jika lolos dari uji karakteristik beracun uji TCLP

(*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*) dan uji Toksikologi (Pasal 5 ayat 4). Sehingga berdasarkan pengujian tersebut dapat dipastikan lagi apakah limbah SBE yang dihasilkan oleh pabrik *refinery* dan industri hilir sawit di Indonesia dapat dirubah statusnya menjadi limbah nonB3 seperti regulasi di Malaysia atau bahkan dikategorikan sebagai bahan baku (*feedstock*).

Kementerian Perindustrian RI pada tahun 2015 melalui Surat Menteri Perindustrian RI No. 447/M-IND/9/2015 yang ditujukan kepada Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, mengusulkan rekomendasi perubahan status SBE menjadi bukan B3. Hal ini bertujuan untuk menjamin kepastian hukum sekaligus membuka peluang bisnis pemanfaatan SBE, meningkatkan citra industri sawit serta meningkatkan daya saing industri sawit dan industri hilir berbasis sawit nasional. Namun, hingga enam tahun setelah PP 101/2014 diterbitkan belum ada regulasi baru sebagai *feedback* dari surat Menteri Perindustrian.

Pada tahun 2020, ada *update* kabar terbaru dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI yang mengeluarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 10 tahun 2020 (Permen LHK 10/2020) tentang Tata Cara Uji Karakteristik Dan Penetapan Status Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Limbah SBE termasuk dalam empat limbah B3 yang masuk dalam kategori limbah yang dipersingkat prosedur pengajuan pengecualian dari pengkategorian limbah B3 sehingga statusnya dapat dirubah menjadi limbah non B3 atau produk sampingan.

Meskipun PermenLHK tersebut tidak menyebutkan bahwa SBE dikeluarkan/dihapuskan dari kategori limbah B3, namun PermenLHK tersebut menjadi menjadi sebuah langkah yang dapat memudahkan perusahaan atau *stakeholder* sawit untuk melakukan pengujian ulang sehingga dapat membuktikan SBE bukan tergolong sebagai limbah B3. Keterjaminan status SBE bukan sebagai limbah B3 juga dapat berimplikasi juga pada keterjaminan kepastian hukum atas status produk olahan SBE khususnya De-OBE yang tidak tergolong sebagai bahan berbahaya dan beracun serta

aman untuk dijadikan sebagai bahan baku industri. Selain kepastian atas status, regulasi juga diperlukan untuk pedoman dalam pengelolaan SBE menjadi sumber daya baru yang dapat dimanfaatkan (R-Oil dan De-OBE).

Dengan regulasi/kebijakan pemerintah atas status SBE yang jelas sebagai input produksi (bukan limbah B3) diharapkan menjadi insentif bagi investor dalam pengembangan industri pengolahan SBE di daerah sentra sawit. Diharapkan juga dengan berkembangnya industri pengolah limbah SBE dapat menciptakan manfaat ekonomi yang besar seperti peningkatan nilai tambah, penyerapan tenaga kerja dan peningkatan pendapatan. Dampak lain dari pengembangan industri pengolah SBE adalah peluang industri sawit (pabrik *refinery* hingga industri hilir) untuk menjadi *green industry* yang telah berhasil melaksanakan prinsip *zero waste* dalam proses produksinya.

KESIMPULAN

Dalam proses rafinasi/penyulingan minyak sawit mentah (CPO/CPKO) akan menghasilkan *main product* dan *by product*, proses tersebut juga akan menghasilkan limbah *Spent Bleaching Earth* (SBE). Merujuk PP 101/2014, SBE dikategorikan sebagai limbah B3. Meskipun tergolong sebagai limbah B3, namun SBE memiliki potensi nilai ekonomi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai input (*feedstock*) yang dapat menghasilkan bahan konstruksi hingga biodiesel.

Namun, besarnya potensi ekonomi dan prospek bisnis dari pengolahan SBE belum dapat dikembangkan secara optimal. Salah satu hambatan yang cukup krusial terkait pengembangan industri pengolah SBE di Indonesia adalah status SBE sebagai limbah B3. Pengkategorian SBE sebagai limbah B3 tidak menarik (disinsentif) bagi investor, karena hal tersebut berimplikasi pada ketatnya prosedur dan persyaratan yang harus dipenuhi untuk mengelola limbah B3. Selain itu, status limbah B3 di Indonesia juga berpotensi mempengaruhi citra produk dan

industri baik industri sawit nasional. Jika dibandingkan dengan negara lain seperti Malaysia, India dan Uni Eropa, SBE tidak dikategorikan sebagai limbah B3. Hal ini akan memiliki implikasi lebih lanjut yakni melemahnya daya saing minyak dan produk turunan sawit Indonesia di pasar global.

Berdasarkan hal tersebut, dapat terlihat urgensi atau pentingnya perubahan status SBE dari limbah B3 menjadi limbah non B3 bahkan seharusnya dikategorikan sebagai input antara (*feedstock*) yang dapat dimanfaatkan secara aman oleh industri. Kabar baik datang dari Permen LHK 10/2020, meskipun PermenLHK tersebut tidak menyebutkan bahwa SBE dikeluarkan/dihapuskan dari kategori limbah B3, namun PermenLHK tersebut menjadi menjadi sebuah langkah yang dapat memudahkan perusahaan atau *stakeholder* sawit untuk membuktikan SBE bukan tergolong sebagai limbah B3. Dengan demikian, perubahan status tersebut dapat menjadi insentif bagi investor untuk mengembangkan industri pengolahan SBE yang dapat menghasilkan *multiplier effect* yang besar bagi perekonomian daerah sekaligus juga peluang bagi industri sawit menjadi *green industry*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulbari HA, Rosli MY, Abdurrahman HN, Nizam MK. 2011. Lubricating Grease from Spent Bleaching Earth and Waste Cooking Oil: Tribology Properties. *International Journal of the Physical Sciences*. 6(20): 4695-4699.
- Abrar A, Nuryasin A. 2019. Studi Eksperimen Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth (SBE) Sebagai Bahan Pembuat Bata. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*. 5(2): 70-78.
- Aladetuyi A, Olatunji GA, Ogunniyi DS, Odetoye TE, Oguntoye SO. 2014. Production and Characterization of Biodiesel using Palm Kernel Oil; Fresh and Recovered from Spent Bleaching Earth. *Biofuel Research Journal*. 4: 134-138.
- Anugrah C, Indradewa D, Putra ETS. 2020. Biochemical Response of Hybrid Maize (*Zea mays* L.) to NPK Fertilization Based on Spent Bleaching Earth in Field Scale. *E3S Web of Conferences*. 142: 1-9.
- Ashari ML, Dermawan D, Sunarya RB. 2017. Pemanfaatan Limbah Padat Spent Bleaching Earth pada PT. SMART Tbk. Surabaya Sebagai Pengganti Agregat Halus pada Campuran Beton. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*. 15(1): 7-10.
- Chang JI, Tai HS, Huang TH. 2006. *Regeneration of Spent Bleaching Earth by Lye-Extraction*. *Environmental Progress & Sustainable Energy*. AICHE The Global Home of Chemical Engineers. New York (NY).
- Cheong KY, Loh SK, Salimon J. Effect of Spent Bleaching Earth based Bio Organic Fertilizer on Growth, Yield and Quality of Eggplants under Field Condition. *AIP Conference Proceedings*. 1571: 744-748.
- Damayanti C. 2019. *Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Asam Terhadap Proses Reaktivasi Spent Bleaching Earth (SBE) Hasil Samping Produksi Biosolar* [Skripsi]. Bandar Lampung (ID): Universitas Lampung.
- GIMNI. 2019. *Menuju Green IHK-Sawit*. Dipresentasikan pada : FGD Pembahasan & Diskusi Pengolahan Limbah B3. Jakarta (ID), 22 April 2019.
- Justia. 2016. *Use of Edible-Oil-Processing Spent Bleaching Earth in Formulating Poultry and Livestock Feed Products*. Dimuat di www.patents.justia.com pada tanggal 4 Maret 2016.
- [KLHK] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2020. *Peraturan Menteri LHK Nomor 10 Tahun 2020, Alternatif Solusi KLHK untuk Pengelolaan Limbah B3 Spent Bleaching Earth* [internet]. Tersedia pada: http://ppid.menlhk.go.id/siaran_pers/rowse/2535
- Kheang LS, May CY, Ngan MA. 2007. *Residual Oil from Spent Bleaching Earth (SBE) for Biodiesel and Biolubricant Applications*. MPOB Information Series No. 367.
- Loh SK, Chong KY, Choo YM, Salimon J. 2015. Formulation and Optimisation of Spent

- Bleaching Earth-Based Bio Organic Fertiliser. *Journal of Oil Palm Research*. 27(1): 57-66.
- Majid RA, Mat CRC. 2018. Application of Regenerated Spent Bleaching Earth as Adsorbent for Treatment of Palm Oil Mill Effluent. *Palm Oil Engineering Bulletin*. 127: 38-44
- PASPI [Palm Oil Agribusiness Strategic Policy Institute]. 2020. Spent Bleaching Earth (SBE), Harta Terpendam dari Limbah Industri Refinery Sawit. *Jurnal Monitor*. 20(1): 131-136.
- Purba RS, Irwan SNR, Putra ETS. 2020. The Effect of Spent Bleaching Earth Filler-Based NPK Fertilization on Proline, Growth and Yield of Maize. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*. 35(1): 44-53.
- Rokiah O, Khirunnisa M, Youventharan D, Arif SM. 2019. Effect of Processed Spent Bleaching Earth Content on the Compressive Strength of Foamed Concrete. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 244: 1-10.
- Sumarno A, Widodo E, Nugroho A, Triastuti, Suryanegara L. 2017. Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth (SBE) dari Industri Pengolahan Minyak Kelapa Sawit pada Aplikasi Bata Beton. *Prosiding Seminar Lignoselulosa. Pusat Penelitian Biomaterial, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)*. Bogor (ID).
- Suryani A, Mubarak Z, Suprihatin, Romli M, Yunira EN. 2017. Process Design of in situ Esterification-Transesterification for Biodiesel Production from Residual Oil of Spent Bleaching Earth (SBE). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 65.
- Tee CK. 2010. *Performance of Spent Bleaching Earth as Cement Replacement in Concrete*. Malaysia (MY): University Malaysia Pahang.
- Widyawati Y, Ufidian D. 2017. Pengaruh Penambahan Spent Bleaching Earth pada Minyak Nyamplung untuk Gemuk Lumas. *Konversi*. 6(1): 1-6

