

KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA LIMBAH PADAT INDUSTRI KARET REMAH DENGAN MASA INKUBASI BERBEDA

Physical and Chemical Characteristics of Solid Waste from Crumb Rubber Industry with Different Incubation Periods

Muhammad Helmy Abdillah^{1*}, Noor Rahman Effendi², Noorsehan Rusnandar²

¹ Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Hasnur

² PT. Insan Bonafide, Kalimantan Selatan

*email: abdillah.helmy21@gmail.com

ABSTRAK

Permintaan karet remah dan bandela dari luar negeri terus meningkat sehingga mendorong pabrik agroindustri karet remah di Indonesia meningkatkan produksinya, namun tidak diimbangi dengan perhatian terhadap kualitas lingkungan yang harusnya. Pencemaran yang dihasilkan pabrik remah karet berupa perubahan warna air dan material padatan hasil pencucian remahan lateks yang menyisakan padatan anorganik. Dalam proses penanganannya, limbah cair pada kolam IPAL dapat didaur ulang sehingga bisa digunakan kembali untuk mencuci lumpur dan remahan lateks, namun limbah padatan berupa lumpur aktif di dasar kolam IPAL yang mengandung tatalan karet rusak dan bahan anorganik menjadi pencemar di lingkungan pabrik. Dalam penelitian ini, limbah padat tersebut dianalisis karakteristiknya agar dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembenah tanah dengan cara menentukan lama waktu inkubasi yang tepat, sehingga limbah tersebut ayak sebagai pembenah tanah. Penelitian ini dilakukan pada Agustus 2019 hingga Februari 2020 dengan metode membandingkan hasil dari tiga taraf perlakuan lama waktu inkubasi limbah padat dengan T1 = 60 hari setelah diangkat dari kolam IPAL; T2 = 120 hari setelah diangkat dari kolam IPAL; T3 = 180 hari setelah diangkat dari kolam IPAL, yang diulang sebanyak empat kali. Temperatur dengan termometer air raksa, Warna limbah membandingkan dengan Munsell's soil, tekstur bahan dengan metode penginderaan kulit, ukuran partikel dengan saringan 1 inci, kadar air dengan metode gravimetri, dan bulk density dengan metode ring sampel, serta sifat kimia dari limbah padat dengan variabel pengamatan yakni pH (H_2O) diukur dengan pH meter digital, Fe-total dengan metode orto-fenantrolin spektrofotometri, Timbal (Pb) dengan metode HNO_3 spektrofotometri, C-organik dengan metode spektrofotometri Walkley-Black, N-total dengan metode Kjeldahl, P_2O_5 dengan metode Olsen spektrofotometri, K_2O dengan metode Morgan spektrofotometri, dan C/N rasio dengan membagi indeks C dengan indeks N. Perlakuan terbaik didasarkan pada pendekatan yang dipersyaratkan SNI 19-7030-2004 dan Keputusan Menteri Pertanian RI No. 261/KPTS/ SR.310/M/4/2019. Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa limbah padat pada perlakuan T2 merupakan perlakuan terbaik yang memiliki sifat fisik dengan karakter temperatur $28,6^{\circ}C$, warna abu kehitaman dengan indeks 5BG 4/1, bertekstur halus lembek menggumpal, dengan ukuran partikel <25 mm, kadar air (8,7%) dan bulk density ($0,81$ g.cm⁻³), serta sifat kimia dengan karakter pH 7,02; Fe-total (0,00104 ppm); Timbal (Pb) $< 0,01$ ppm; C-organik (11,21%); N-total (1,37%); P_2O_5 (1,33%); K_2O (0,56%) dan rasio C/N 8,18.

Kata kunci : Karakteristik Fisika; Karakteristik Kimia; Remah Karet; Ameliorasi; Waktu Inkubasi

ABSTRACT

Demand for crumb rubber and block rubber from abroad to increase thus encouraging crumb rubber agro industry factories in Indonesia to increase of the production, but this is not matched by environmental quality that should be increasingly considered. Pollution that appears to be seen in the form of changes in the color of water and solid material from the washing of latex crumbs as sludge which leaves a damaged latex, mixed with wood and other inorganic materials. In the process of handling liquid waste in Waste Water Treatment Plant (WWTP) ponds, liquid waste can be recycled so that it can be reused to wash lumps and latex crumbs, but solid waste in the form of activated sludge at the bottom of the WWTP ponds containing damaged rubber with inorganic materials has become a polluter in the factor. In this research, the characteristics of the solid waste are analyzed to be used as soil amendment material of determining the appropriate length of incubation different, so that the waste is indeed feasible as soil amendment. This research was conducted at August 2019 to February 2020 with compare the results of the three treatment levels for the incubation period of solid waste with code T1 = 60 days after being removed from the WWTP pond; T2 = 120 days after being removed from the WWTP ponds; T3 =

180 days after being removed from the WWTP ponds, which was four repeated. Method in parametric research as temperature with mercury thermometer, color of waste compare with Munsell's soil, texture of material with skin sensing method, particle size with 1 inch sieve, moisture content with gravimetric method, and bulk density with sample ring method, as well as chemical properties of solid waste with observational variables i.e. pH (H₂O) is measured with digital pH meter, Fe-total with the ortho-phenanthroline spectrophotometry method, Lead (Pb) with the spectrophotometric HNO₃ method, C-organic with the Walkley-Black spectrophotometric method, N-total with the Kjeldahl's method, P₂O₅ with the Olsen's spectrophotometric method, C-organic with the Walkley-Black's spectrophotometric method, K₂O with Morgan's spectrophotometry method, and C / N ratio with dividing the index C of N. The best treatment is based on the approach required by SNI 19-7030-2004 and the Decree of the Minister of Agriculture No. 261 / KPTS / SR.310 / M / 4/2019. From the results of this study it was concluded that the solid waste in the T2 treatment was the best treatment that has physical properties with a temperature character of 28.6 °C, a blackish gray color with an index of 5BG 4/1, a fine textured soft lumpy, with particle size <25 mm, content water (8.7%) and bulk density (0.81 g.cm⁻³), as well as chemical properties with a pH of 7.02; Fe-total (0.00104 ppm); Lead (Pb) <0.01 ppm; C-organic (11.21%); N-total (1.37%); P₂O₅ (1.33%); K₂O (0.56%) and C / N ratio of 8.18.

Keywords : *Physical Characteristic; Chemical Characteristic; Crumb Rubber; Amelioration; Incubation time*

PENDAHULUAN

Keperluan bahan karet oleh dunia di era revolusi industri ini sangat tinggi. Beberapa industri otomotif dan elektronik serta bahan keperluan manusia lainnya telah memanfaatkan karet alam sebagai bahan penolong atau pelengkap maupun bahan utama. Karet alam tidak dapat digantikan oleh karet sintesis sebab beberapa keunggulan yang tidak dimiliki oleh karet sintesis seperti memiliki daya lenting yang sempurna, memiliki plastisitas yang baik sehingga pengolahannya mudah, mempunyai daya aus yang tinggi, tidak mudah panas (*low heat build up*), memiliki daya tahan yang tinggi terhadap keretakan (*groove cracking resistance*), mapat dibentuk dengan panas yang rendah dan memiliki daya lengket yang tinggi terhadap berbagai bahan (Harahap dan Segoro, 2018). Hal tersebut menjadi sebab bahwa agroindustri boka menjadi usaha ekonomi potensial bagi Indonesia. Sebagai negara nomor dua penghasil karet dunia setelah Thailand, pemerintah Indonesia terus mendorong industri hulu dan hilir perkaretan agar berorientasi terhadap pengolahan boka, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Pengolahan boka berstandar SNI berdampak terhadap permintaan ekspor boka jenis *Standar Indonesian Rubber* (SIR) 10 dan 20 oleh beberapa negara yang memiliki pabrik otomotif dan elektronik seperti Jepang, Jerman, Amerika, Canada, China dan India. Nilai ekspor boka SIR tahun 2017 mencapai US\$ 3,49 juta (BPS, 2018).

Agroindustri karet dalam 20 tahun terakhir berkembang sangat pesat, meskipun terjadi fluktuasi terhadap harga karet, hal ini berdampak tidak terlalu buruk terhadap industri karet remah, justru jumlah pabrik agroindustri boka dengan

kualitas SIR 10 dan SIR 20 semakin meningkat, terbukti dari data Badan Pusat Statistik (2017) yang didukung dari data perhimpunan pengusaha industri karet Gapkindo menunjukkan bahwa dari 34 provinsi di Indonesia, ada 18 provinsi yang memiliki lebih dari 10 pabrik industri pengolahan karet remah (boka) (BPS, 2018; Gapkindo, 2018).

Permintaan produk SIR dalam negeri dan peningkatan nilai ekspor karet dalam dasawarsa ini semakin mendorong agroindustri karet terus meningkatkan produksi boka SIR, namun realitas dipabrik cenderung menunjukkan dampak negatif terhadap lingkungan. Dampak lingkungan ini ditimbulkan dari proses pengolahan lump menjadi karet remah (*crumb rubber*) yang menghasilkan polusi air, udara dan tanah. Pencemaran yang nampak terlihat berupa perubahan warna air dan padatan hasil pencucian remahan lateks yang menyisakan tatalan lateks rusak, bercampur kayu dan bahan anorganik lainnya. Dalam proses penanganannya, limbah cair pada kolam Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) dapat didaur ulang dan umumnya menggunakan perlakuan mikroorganisme aerobik dan anerobik (Said dan Rahatja, 2015), sehingga bisa digunakan kembali untuk mencuci remahan lateks, namun limbah padatan berupa lumpur aktif di dasar kolam IPAL yang mengandung tatalan karet rusak dan bahan anorganik telah menjadi pencemar dilingkungan pabrik. Selain bau yang cukup menyengat pada tumpukan limbah padat yang baru, limbah ini hanya tertumpuk saja di area pabrik tanpa dimanfaatkan atau dibuang ke tempat pembuangan khusus.

Pengaruh periode penumpukan dapat mengubah struktur kimia bahan organik dan secara tidak langsung berdampak terhadap perubahan sifat fisik yang berbeda antar periode penumpukan bahan. Penumpukan bahan tersebut dapat diartikan proses inkubasi atau fermentasi dalam memanfaatkan kemampuan mikroba menghasilkan zat metabolit primer maupun metabolit sekunder. Menurut Dwiratna dan Suryadi (2017) masa inkubasi mempengaruhi sifat fisik kompos berbahan dasar kotoran sapi. Pada penelitian Klarasseny (2017) masa inkubasi limbah padat dari tatalan karet yang telah terfermentasi alami memiliki karakter fisik dan kimia yang berbeda dengan limbah penumpukan baru di pabrik PTPN VII Unit Padang Palawi. Pada penelitian Aisyah (2018) masa inkubasi kotoran kambing pada tanah yang tercemar logam berat dapat menurunkan pencemaran. Pengaruh masa inkubasi akan berbeda tergantung dari jenis bahan dan teknis dalam prosesnya. Meskipun belum digolongkan dalam limbah B3, limbah tatalan karet ini termasuk dalam limbah yang memiliki daya pencemar yang cukup tinggi pada tanah, air dan udara. Tujuan penelitian ini yakni menentukan masa inkubasi yang tepat dalam memanfaatkan limbah padat *crumb rubber* dari pabrik PT. Insan Bonafide sebagai bahan pembenah tanah.

METODE

Penelitian ini dilakukan di screen house pabrik PT. Insan Bonafide Kalimantan Selatan pada Agustus 2019 hingga Februari 2020. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil analisis sampel limbah padat dari pengolahan bokar (*crumb rubber*) yang diambil dari *landfill* PT. Insan Bonafide yang berdekatan dengan kolam IPAL. Faktor dalam penelitian ini hanya membandingkan hasil dari tiga taraf perlakuan lama waktu inkubasi (T) yang diulang sebanyak 4 kali sehingga didapatkan hasil rata-rata yang memiliki tingkat validasi yang tinggi atau mengurangi penyimpangan akibat faktor eksternal. Taraf perlakuan waktu tersebut, antara lain:
T1 = 60 hari setelah diangkat dari kolam IPAL
T2 = 120 hari setelah diangkat dari kolam IPAL
T3 = 180 hari setelah diangkat dari kolam IPAL

Proses inkubasi dilakukan secara alami diruang terbuka tanpa memberikan penambahan zat kimia sehingga terjadi perombakan bakteri yang memiliki sifat anaerobik fakultatif. Parameter yang dianalisis terbagi dalam dua katagori yakni sifat fisik dan kimia dari limbah padat yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2. Metode uji mutu limbah padat karet remah

Parameter	Satuan	Metode
Temperatur	°C	Termometer Air raksa
Warna	-	Munsell's soil
Tekstur	-	Indera perasa
Ukuran Partikel	Inch/mM	Saringan 2 Inch
Kadar Air Bulk	%	Gravimetric
Density	g/cm ³	Ring sampel-oven
pH	-	pH meter
Fe-Total	ppm	Spektrofotometri-ortofenantrolin
Pb	ppm	Spektrofotometri-HNO ₃
C-Organik	ppm	Spektrofotometri-asam kromat/Walkey Black
N-Total	%	Spektrofotometri-Kjeldahl
P ₂ O ₅	%	Spektrofotometri-Olsen
K ₂ O	%	Spektrofotometri-Morgan
Rasio C/N	-	Perbandingan indeks C dan N

Perlakuan terbaik didasarkan pada Keputusan Menteri Pertanian RI No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 dan SNI 19-7030-2004.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian karakteristik limbah padat dari pengolahan karet remah (*crumb rubber*) menjadi bokar SIR telah menghasilkan beberapa temuan. Dari pengujian yang telah dilakukan dengan pemberian perlakuan lama waktu inkubasi (T) menunjukkan bahwa hasil analisis variabel yang diamati pada limbah dengan taraf T2 mendekati standar baku mutu SNI 19-7030-2004 tentang Standar Kualitas Kompos dan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/ SR.310/M/4/2019 Tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah. Hasil analisis sampel berdasarkan kategori parameter fisik dapat dilihat pada Tabel 1 dan berdasarkan parameter kimia dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji mutu fisik limbah padat karet remah

Variabel Pengamatan	SNI 19-07030-2004	Waktu Inkubasi Rata-rata		
		T1	T2	T3
Temperatur (°C)	Suhu air tanah	31,3	28,6	29,1
Warna	Abu kehitaman /BG	Abu kehitaman / (5BG 4/1)	Abu kehitaman / (5BG 4/1)	Abu kehitaman / (5BG 4/1)
Tekstur	-	Halus, lembek, menggumpal	Halus, lembek, menggumpal	Halus, lembek, menggumpal
Ukuran partikel (mm)	< 25 mm	< 25 mm	< 25 mm	< 25 mm
Kadar air (%)	< 50%	9,2	8,7	8,9
Bulk density (g/cm ³)	-	0,70	0,81	0,81

Tabel 2. Hasil uji mutu fisik limbah padat karet remah

Variabel Pengamatan	SNI 19-07030-2004	Waktu Inkubasi Rata-rata		
		T1	T2	T3
pH	4-9	6,88	7,02	6,95
Fe-total (ppm)	≤ 15000			
Pb (ppm)	≤ 50	< 0,01	< 0,01	< 0,01
C-organik (%)	≥ 15%	12,37	11,21	10,53
N-total (%)	-	0,89	1,37	1,27
P ₂ O ₅ (%)	-	1,28	1,33	1,31
K ₂ O (%)	-	0,47	0,56	0,54
Rasio C/N	≤ 25	13,90	8,18	8,29

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa perlakuan T3 memiliki nilai rerata yang tidak signifikan berbeda pada semua variabel pengamatan dibandingkan T2. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kegiatan pengolahan limbah cair pada kolam IPAL sehingga terbentuk lumpur aktif yang mengandung bakteri, protozoa dan jamur untuk proses perombakan bahan-bahan organik dan anorganik. Menurut Salmariza (2012); Maharani dan Wesen (2017) dalam proses pengolahan limbah cair dari kolam IPAL, umumnya ditemukan *Pseudomonas sp*, *Streptomyces sp* dan *Bacillus sp* dan beberapa mikroalga yang dicampurkan dalam kolam seperti *Chlorella vulgaris* dan *Nannochloropsis sp* (Utomo et al., 2015).

Menurut Ariyani dan Mulyono (2015); Yasin (2018) untuk menurunkan sumber pencemar dan meningkatkan kualitas air limbah agroindustri karet remah, dapat dilakukan dengan konsep produksi bersih dengan menggunakan kolam *rubber trap*, agen biologis dan proses ikatan kimia dalam menurunkan unsur pencemar terutama *Total Suspended Solid* (TSS), *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Dalam penelitian Nurhayati dan Susilawati (2018) diperoleh informasi bahwa lumpur aktif dari kolam IPAL agroindustri karet remah banyak ditemukan mikroorganisme.

Mikroorganisme tersebut sebagian dari kotoran sampah lateks dan sebagian lagi merupakan perlakuan yang diberikan pada proses

pengolahan limbah cair dan menyisakan lumpur aktif. Sisa lumpur aktif yang telah diinkubasi dengan kadar air dibawah 15% dapat dijadikan bahan utama pupuk organik dengan penambahan unsur kalium pada proses pengomposannya. Dari tiga perlakuan lama waktu inkubasi dalam proses pengomposan lumpur aktif tersebut didapatkan kesimpulan bahwa perlakuan terbaik lama waktu inkubasi selama 15 hari, dengan kandungan unsur hara optimal dan bahan pencemar yang paling rendah.

Berdasarkan penelitian ini, diketahui bahwa limbah padat hasil pengolahan bokar SIR dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembenah tanah karena telah sesuai standar mutu sesuai SNI 19-7030-2004 dan Keputusan Menteri Pertanian No. 261/KPTS/ SR.310/M/4/2019. Hasil uji mutu material menunjukkan bahwa proses pengolahan limbah pada kolam IPAL dan setelah diangkat dari kolam IPAL terjadi dekomposisi yang sempurna oleh mikroorganisme terlihat dari karakter fisik material yang secara umum sudah seperti tanah dengan temperatur, warna dan kadar air yang mendekati standar mutu bahan pembenah tanah. Selain itu, material limbah juga memiliki unsur hara untuk tanaman yang cukup lengkap dengan katagori kriteria penilaian tanah oleh Balai Penelitian Tanah (2009) seperti indeks C-organik dalam katagori tinggi, persentasi N-total yang tinggi, P₂O₅ dengan katagori sangat rendah dan K₂O dengan katagori sangat rendah. Dalam penelitian ini, potensinya lebih optimal terlihat dari perlakuan T2, sebab berdasarkan hasil pengujian parameter fisik dan kimia bahan, didapatkan bahwa rerata hasil T2 tidak jauh berbeda dengan T3, justru perlakuan T2 lebih tinggi persentasi N-total, P₂O dan K₂O dibandingkan T3.

Karakteristik fisik bahan ameliorasi penting untuk yang dianalisis, sebab dengan mengetahuinya dapat menjadi gambaran umum tentang proses yang terjadi selama kegiatan inkubasi berlangsung, terlebih dalam penelitian ini, kondisi inkubasinya dibiarkan terbuka tanpa naungan sehingga air hujan dan embun mempengaruhi kondisi kadar air pada setiap sampel penelitian. Air dikenal sebagai media yang dapat menyimpan panas lebih lama dibandingkan tanah dan pasir sehingga pada saat pengukuran temperatur bahan, kalor dari radiasi matahari masih tersimpan pada bahan limbah yang mengandung air. Air yang terkandung dalam material bahan memiliki pengaruh yang berhubungan dengan karakter fisik lainnya seperti temperatur bahan dan kadar air, terlihat bahwa temperatur selama proses

inkubasi cukup fluktuatif dari masing-masing sampel. Indeks rata-rata temperatur pada perlakuan T1, T2 dan T3 masing-masing 31,3°C, 28,6°C dan 29,1°C. Kandungan air bahan ini pada akhirnya juga mempengaruhi kegiatan mikroorganisme dalam bahan yang melakukan metabolisme meskipun dalam keadaan anaerobik fakultatif, selain itu kadar air dalam bahan limbah cenderung cukup tinggi dibandingkan bahan kompos lain. Hal ini mungkin disebabkan dalam kegiatan pengomposan bahan lain, dalam prosesnya menggunakan metode anaerobik dengan bahan ditutup rapat agar kadar oksigen menjadi rendah.

Bahan limbah berwarna abu kehitaman seperti warna tanah dengan tekstur halus lembek menggumpal. Warna bahan ini mengindikasikan bahwa kecenderungan apabila bahan mengandung logam, seperti Fe dalam kondisi tereduksi akibat proses absorpsi kimia dan biologis pada kolam IPAL. Ukuran partikel berhubungan erat dengan karakteristik lain seperti bulk density dan porositas, sehingga mempengaruhi dalam menyerap dan meloloskan air, oleh karena itu sangat kecil kemungkinan konsentasi Fe bahan material mempengaruhi warna dari bahan. Ukuran partikel limbah tergantung pada persentasi karbon organik yang terdegradasi pada limbah padat tersebut. Konsentasi C-organik yang seimbang dengan persentasi nitrogen total yang terkandung pada bahan menghasilkan rasio C/N yang rendah, hal ini berdampak baik ketika diaplikasikan ke tanah, sebab apabila C-organik berkategori tinggi namun tidak berimbang dengan persentasi N-total, maka rasio C/N tidak tercapai pada indeks yang ideal. Menurut Setyorini *et al.* (2006) umumnya tanah memiliki rasio C/N < 12, dan apabila aplikasi bahan organik sebagai pembenah tanah memiliki rasio C/N >12 akan berdampak negatif pada serapan N oleh tanaman.

Kandungan besi (Fe-total) dan Pb dalam limbah padat masih dalam ambang batas persyaratan baku mutu kompos dan pembenah tanah. Pada perlakuan T1, T2 dan T3 kandungan Fe-total pada masing-masing bahan yakni 0,00117, 0,00104 dan 0,00121 ppm, sedangkan kandungan Pb pada semua bahan memiliki indeks rata-rata dibawah 0,01 ppm. Kandungan logam ini kemungkinan berasal dari absopsi air Sungai Barito yang digunakan dalam proses pencucian lump lateks menjadi boka SIR. Hampir semua pabrik karet remah di Banjarmasin mengambil air baku dari Sungai Barito dan menggunakannya untuk mencuci lump hingga menjadi bandela dan mengembalikan air ke sungai sudah dalam kondisi yang telah memenuhi baku mutu standar. Menurut Pratama (2018), kandungan Pb di Sungai Barito berkisar pada 0.01-0.017 mg/L, sedangkan Fe-total air Sungai Barito cenderung dengan konsentrasi

yang cukup tinggi, hal ini terlihat dari karakter fisik air sungai yang berwarna kuning kecoklatan. Konsentasi besi larut ini berasal dari subsiden tanah pada areal pinggir sungai dan persawahan pasang surut yang jelas mengandung besi. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Hidayah *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa kandungan besi di Sungai Barito cukup tinggi yakni 2.40 mg/L, yang harusnya tidak lebih dari 0.3 mg/L (Adhani dan Husaini, 2017).

Pemanfaatan limbah padat industri karet sebagai pembenah tanah memerlukan analisis Fe-total yang bertujuan untuk meminimalisir peningkatan Fe-larut ketika diaplikasikan pada tanah-tanah yang masam dan tergenang. Dampak yang signifikan pada tanah masam dan tergenang apabila Fe-total terlalu tinggi akan meningkatkan potensi reduksi dari Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} . Hal ini pada akhirnya akan mempengaruhi keberadaan Fospor. Unsur P yang ada dalam tanah dan yang tersedia dalam limbah ini akan terkelat dengan Fe larut sehingga tanaman tidak dapat menyerapnya, dan pemberian pembenah tanah ini terkesan sia-sia, tidak memperbaiki karakter utama tanah yang miskin unsur hara, justru memperburuk keadaan sifat tanah. Reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} menurunkan ketersediaan P, karena P tanah dalam bentuk FePO_4 yang sukar larut ($\text{ksp} = 10^{-26}$) berubah menjadi $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ yang sangat sukar larut ($\text{ksp} = 10^{-36}$), hal ini disebabkan penurunan E_H tanah dapat mengubah bentuk FePO_4 menjadi $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ yang lebih sukar larut (Sudiarta dan Hartatik, 2004).

Penguraian bahan organik yang memiliki *bulking agent* dapat mempengaruhi terjadinya aktivasi energi secara optimal oleh mikroorganisme. Senyawa nitrogen (N) dalam limbah padat tersebut dimanfaatkan oleh mikroba untuk sintesis protein dan membangun struktur tubuhnya selama proses penguraian, sedangkan unsur karbon (C) yang terdapat dalam limbah tersebut digunakan sebagai sumber energi bagi pertumbuhan mikroorganisme (Parvaresh *et al.*, 2004). Oleh karena itu, dalam penguraian bahan organik, indeks rasio C/N yang ideal (lebih dari maupun kurang dari rasio C/N 25) yang dapat menyebabkan ketidak seimbangan dan ketersediaan unsur hara dalam tanah. Rata-rata tanah telah memiliki indeks rasio C/N ≤ 12 , sehingga apabila indeks rasio C/N pembenah tanah terlalu tinggi ataupun terlalu rendah dibandingkan dalam tanah, penyerapan Nitrogen oleh tanah dan ketersediaan untuk tanaman akan sukar dan kadar C-organik terlalu tinggi berdampak terhadap peningkatan asam

organik tanah. Menurut Dariah *et al.* (2015); Swangjang (2015) rasio C/N juga berpengaruh terhadap pH bahan pembenah tanah. Karbon organik yang cenderung tinggi menghasilkan asam-asam organik dengan struktur tidak stabil, sehingga meningkatkan kemasaman. Hasil analisis dalam penelitian ini menunjukkan bahwa semua perlakuan memiliki indeks rasio C/N <25, namun apabila dibandingkan perlakuan T1, T2 dan T3, maka perlakuan T2 dapat dikategorikan sebagai perlakuan yang ideal sebab tidak hanya menonjolkan rasio C/N yang cukup rendah dibandingkan perlakuan lain, namun pH, persentase N-total P₂O dan K₂O terlihat lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, sehingga lebih tepat dijadikan pembenah tanah. Hal ini didukung oleh penelitian Sahwan (2010) yang menginformasikan bahwa pengomposan yang efektif perlu memperhatikan C/N rasio dan beberapa karakter lain, sehingga kompos yang dihasilkan dapat mendorong tersedianya unsur hara dan perbaikan sifat fisik dan kimia tanah ketika diaplikasikan. Menurut Dariah *et al.* (2015) jenis pembenah tanah cukup beragam, namun tujuan dari pembenah tanah yaitu dapat digunakan untuk mempercepat perbaikan karakter tanah sehingga berpengaruh terhadap kualitas tanah dan meningkatkan produktivitas tanaman. Hal ini juga didukung oleh Supratiningsih dan Sarengat (2014); dan Riwandi *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa pemanfaatan limbah padat dari industri karet remah sebagai pupuk organik lokal dapat dioptimalkan dengan berbagai perlakuan seperti inkubasi, pencampuran dan penambahan organik maupun anorganik, pemacu mikro organisme lokal serta mineral dan zeolit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat melalui penelitian ini yakni :

1. Lama waktu inkubasi limbah padat yang tepat dari penelitian ini adalah pada perlakuan T2 (120 hari setelah diangkat dari kolam IPAL)
2. Perlakuan T2 menghasilkan karakteristik limbah yang dapat digunakan sebagai pembenah tanah sesuai dan mendekati persyaratan baku mutu SNI 19-7030-2004 dan Keputusan Menteri Pertanian No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019.
3. Limbah padat pada perlakuan perlakuan T2 merupakan perlakuan terbaik yang memiliki sifat fisik dengan karakter temperatur 28,6°C, warna abu kehitaman dengan indeks 5BG 4/1, bertekstur halus lembek menggumpal, dengan ukuran partikel <25 mm, kadar air (8,7%) dan bulk density (0,81 g.cm⁻³), serta sifat kimia

dengan karakter pH 7,02; Fe-total (0,00104 ppm); Timbal (Pb) < 0,01 ppm; C-organik (11,21%); N-total (1,37%); P₂O₅ (1,33%); K₂O (0,56%) dan rasio C/N 8,18.

Saran

Setelah melakukan analisis dan pembahasan terhadap hasil penelitian ini, maka muncul saran- saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut. Saran-saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian untuk mengukur karakteristik limbah yang baru dihasilkan dari kolam IPAL agar diketahui potensi pencemarannya pada lingkungan.
2. Perlu dilakukan penelitian mendalam terhadap kegiatan pemanfaatan limbah padat ini pada kondisi tertutup, agar dapat dibandingkan dengan hasil penelitian ini, untuk menjawab perlakuan terbaik dalam kondisi inkubasi limbah padat dari pengolahan karet remah.
3. Perlu dilakukan penelitian terhadap pengkombinasian limbah padat ini dengan bahan limbah lain sebagai bagian dari usaha peningkatan mutu standar bahan pembenahan tanah.
4. Perlu dilakukan penelitian aplikatif tentang pemanfaatan limbah padat dari agroindustri karet remah ini sebagai bahan pembenah tanah marginal yang ada di Kalimantan Selatan, sehingga membuktikan kebermanfaatan limbah ini dalam bidang pertanian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini, terutama manajemen dan staff PT. Insan Bonafide, Kalimantan Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Harahap. N. H. P, Segoro. B. A. 2018. Analisis Daya Saing Komoditas Karet Alam Indonesia ke Pasar Global. *J. Transborder* 1(2): 130-143.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Statistik Karet Indonesia Tahun 2017*. Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. Indonesia. Hal-134
- Gapkindo. 2018. *Indonesia Natural Rubber Statistic Book*. Jakarta: Gabungan Perusahaan Karet Indonesia. Hal-201.
- Said N.I., dan Hartaja. D.R.K. 2015. Pengolahan air lindi dengan proses biofilter anaerob-aerob dan denitrifikasi *J. Air Indonesia*. 8(1): 1-20.

- Dwiratna. S, dan Suryadi E. 2017. Pengaruh lama waktu inkubasi dan dosis pupuk organik terhadap perubahan sifat fisik tanah inceptisol di Jatinangor. *J.Agrotek Indonesia* 2(2): 110-116.
- Klarassenya, A, Daulay, H B., dan Silsia, D. 2017. Karakteristik Fisik Limbah Padat Setelah Fermentasi Alami Di Pabrik Crumb Rubber PTPN VII Unit Padang Pelawi. Undergraduated of Thesis. Universitas Bengkulu.
- Aisyah, Kurniasih. R, dan Sari E.R. 2018. Lama inkubasi pupuk kandang kambing pada tanah tercemar logam berat lama inkubasi pupuk organik terhadap tanah memberi pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan produksi bayam. *J.Pertanian Presisi* 2(1): 21-34.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. Standar Kualitas Kompos. SNI 19-7030-2004.
- Kementerian Pertanian. 2019. Keputusan Menteri Pertanian Nomor No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah.
- Salmariza. 2012. Pemanfaatan limbah lumpur proses activated sludge industri karet remah sebagai adsorben. *Jurnal Riset Industri* 6(2):175-182.
- Maharani. M, dan Wesen. P. (2017) Degradasi LAS dan BOD dengan proses lumpur aktif menggunakan kombinasi bakteri *Pseudomonas* dan *Aeruginosa* *J.Envirotek* 9(2): 132-141
- Utomo. T.P, Nawansih. O, Komalasari. A. 2015. Studi Penentuan Jenis Outlet Limbah Cair Karet Remah Untuk Pertumbuhan Mikroalga Dengan Sistem Open Ponds. *J.Teknologi Industri dan Hasil Pertanian* 20(2): 109-120.
- Ariyani. S.B., dan Mulyono, A.S. 2015. Kemampuan lumpur aktif biakan campuran dari limbah industri crumb rubber untuk mengurangi kadar COD, BOD dan TSS. *Majalah Biam* 11(6):11-16.
- Yasin. A. 2018. Manajemen limbah pabrik karet dalam rangka penurunan kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*). *J.Green Growth dan Manajemen Lingkungan* 7(1): 22-34
- Nurhayati. C, dan Susilawati. N. 2018. Pengaruh waktu dekomposisi lumpur aktif basah dari unit pengolahan limbah pabrik crumb rubber pada proses pembuatan pupuk organik. *J.Dinamika Penelitian Industri* 29(1): 57-65
- Badan Penelitian Tanah. 2009. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta Pusat. Indonesia. ISBN 978-602-8039-21-5. Hal-234
- Setyorini, D., Saraswati, R., Anwar, Ea Kosman., 2006 Kompos, dalam buku *Pupuk Organik Dan Hayati*. BBSDLP-Badan Litbang Pertanian. Hal 11-40.
- Pratama. B. 2018. Konsentrasi Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Dan Merkuri (Hg) di air dan di fraksi sedimen estuari Sungai Barito. Skripsi Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Hal- 44
- Hidayah. N, Deviyani. E, dan Wicakso. D.R. 2012. Adsorpsi logam besi (Fe) Sungai Barito menggunakan adsorben dari batang pisang *Konversi*. 1(1): 19-25
- Adhani. R., Husaini, Kholishotunnisa. S (editor). 2017. *Logam Berat Sekitar Manusia*. Lambung Mangkurat University Press. ISBN: 978-602-6483-47-8. Hal-202
- Sudiakarta, D. A., dan Hartatik. W, 2004. Lahan Sawah dan Teknologi Pengelolaannya : Teknologi Pengelolaan Hara Lahan Sawah Bukaan Baru. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Hal. 115-136.
- Parvaresh. A, Shahmansouri, dan Alidadi. H. 2004. Determination of carbon/nitrogen ratio and heavy metals in bulking agents used for sewage composting. *J.Publ Health and Environment* 33(2): 20-23
- Dariah. A, Sutono. S, Nurida N.L, Hartatik. W, dan Pratiwi. E. 2015. Pembenah tanah untuk meningkatkan produktivitas lahan pertanian. *J.Sumberdaya Lahan* 9(2): 67-84.
- Swangjang. K. 2015. Soil carbon and nitrogen ratio in different land use. international conference on advances in environment research of international *proceedings of chemical, Biological and Environmental Engineering* 87: 36-40.
- Sahwan. F.L. 2010. Kualitas produk kompos dan karakteristik proses pengomposan sampah kota tanpa pemilahan awal. *J.Tek. Ling.* 11(1): 79-85
- Supraptiningsih, dan Sarengat. N. 2014. Pemanfaatan limbah padat industri karet remah (*crumb rubber*) untuk pembuatan kompos. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik* 30(1):35-42.
- Riwandi, Prasetyo, Hasanudin, dan Cahyadinata I. 2017. *Teknologi Tepat Guna Pupuk Organik Lokal Dari Limbah Karet: Teori Dan Aplikasi*. Yayasan Sahabat Alam Rafflesia Press. ISBN:978-602-5483-05-9. Hal-58.