Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia
24 (1), 2025, 9 – 20
DOI : 10.14710/jkli.63134
Available at https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jkli



Perubahan Karakteristik Fisika-Kimia Blotong dari Industri Gula Rafinasi Selama di Penimbunan Terbuka

Annysa Arientika Putri[1*], Tri Edhi Budhi Soesilo[1], Haruki Agustina[1,2]

[1] Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia, Jakarta Pusat 10430, Indonesia
[2] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta Pusat 10270, Indonesia
*Corresponding author: annysaarientika.uistudent@gmail.com

Info Artikel:Diterima 9 April 2024 ; Direvisi 30 Oktober 2024 ; Disetujui 20 November 2024
Tersedia online : 3 Januari 2025 ; Diterbitkan secara teratur : Februari 2025

Cara sitasi: Putri AA, Soesilo TEB, Agustina H. Perubahan Karakteristik Fisika-Kimia Blotong dari Industri Gula Rafinasi Selama di Penimbunan Terbuka. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2025 Feb;24(1):9-20. https://doi.org/10.14710/jkli.63134.

ABSTRAK

Latar belakang: Industri gula di Indonesia menghasilkan sekitar 120.218-190.440 ton blotong/tahun sebagai produk samping, yang berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca (NO dan CO_2), air lindi, dan bau yang tidak sedap. Hingga kini, belum ada regulasi khusus terkait pengelolaan blotong. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan karakteristik fisika-kimia blotong selama 2 bulan ditimbun di tempat penimbunan terbuka.

Metode: Sampel blotong diambil dari salah satu Industri Gula Rafinasi di Banten dalam dua kondisi: fresh blotong (Bl-01) dan blotong yang ditimbun selama 2 bulan (Bl-02). Data dikumpulkan melalui observasi lapangan dan analisis laboratorium. Sebanyak 13 parameter blotong (temperatur, warna, bau, konsistensi, kadar air, pH, kadar C-organik, kadar nitrogen, rasio C/N, kandungan sukrosa, kandungan kalium sebagai K_2O, kandungan fosfor sebagai P_2O_5, dan kandungan kalsium sebagai CaO), dianalisis dan dibandingkan untuk melihat perubahan signifikan selama periode penimbunan. Data kemudian dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif, melalui grafik, tabel, diagram, dan perhitungan persentase.

Hasil: Setelah 2 bulan penimbunan, analisis sampel Bl-01 dan Bl-02 menunjukkan adanya perubahan kimia-fisika, yaitu penurunan temperatur, intensitas warna, kadar air, kandungan sukrosa, dan pH blotong; meningkatnya kadar C-organik, rasio C/N, kandungan kalium, kandungan fosfor, dan kandungan kalsium pada blotong; bau blotong menjadi lebih masam, dengan tekstur blotong yang mengeras dan berpori, serta kadar nitrogen yang nilainya relatif stabil dari waktu ke waktu.

Simpulan: Penimbunan blotong di tempat terbuka selama periode waktu tertentu mengakibatkan perubahan sifat kimia-fisika limbah tersebut. Selain itu, penelitian ini juga menyoroti potensi blotong untuk dimanfaatkan melalui komposting.

Kata kunci: Karakteristik Blotong; Limbah Padat; Industri Gula; Penimbunan Terbuka; Pencemaran Lingkungan

ABSTRACT

Title: Changes in Physico-Chemical Characteristics of Blotong (Filter Cake) from Refined Sugar Industry in Open Dumping Field

Background: *The sugar industry in Indonesia generates approximately 120,218-190,440 tons of filter cake (FC) per year as byproduct, which has the potential to release greenhouse gases (NO and CO_2), leachate, and*

Copyright © 2025 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

unpleasant odors. A key challenge in managing FC is the lack of regulations governing its disposal. This study aims to analyze the physical and chemical characteristic changes of FC over a 2-month period in an open dumping field.
Method: *FC samples were collected from a Refining Sugar Industry in Banten in two conditions: fresh FC (Bl-01) and FC stored in an open dumping field for 2 months (Bl-02). Data were collected through field observations and laboratory analysis. Thirteen parameters of FC (temperature, color, odor, consistency, moisture content, pH, organic C-content, nitrogen content, C/N ratio, sucrose content, potassium content as K_2O, phosphorus content as P_2O_5, and calcium content as CaO) were analyzed and compared to observe significant changes during the dumping period. Data were analyzed using descriptive statistics, presented through graphs, tables, diagrams, and percentage calculations.*
Result: *After 2 months, significant changes were observed, including a decrease in temperature, color intensity, moisture content, sucrose content, and pH of FC; an increase in organic carbon content, C/N ratio, potassium content, phosphorus content, and calcium content in FC; the odor became more acidic, the texture hardened and became porous, while nitrogen content remained stable over time.*
Conclusion: *Open dumping of FC over time causes significant changes in its physical-chemical characteristics. Additionally, this research also highlights the potential of FC to be utilized through composting.*

Keywords: Filter Cake Characteristics; Mud Press Waste; Sugar Industry; Open Dumping; Environmental Pollution

PENDAHULUAN

Dalam bidang ilmu lingkungan yang menekankan prinsip keberlanjutan, salah satu aspek penting dalam rangka mencapai *Sustainable Development Goals* (SDGs) adalah Industri, Inovasi, dan Infrastruktur Berkelanjutan.[1] Industri gula, sebagai elemen integral dari paradigma ini, memiliki peran sebagai sektor vital yang mendukung kebutuhan pangan manusia.[2,3] Gula, sebagai sumber energi, menempati urutan ke-4 sebagai bahan pangan utama dengan persentase 6,7%.[4] Di Indonesia, terdapat 62 pabrik gula yang terdiri dari 11 pabrik gula rafinasi dan 51 pabrik gula kristal putih.[3] Pengelolaan limbah menjadi krusial dalam proses produksi gula yang berkelanjutan. Limbah industri gula meliputi limbah padat, cair, dan gas.[5,6,7,8] Limbah gula umumnya mengandung bahan organik, berwarna coklat gelap, dan berbau menyengat jika tidak dikelola dengan baik.[9] Limbah padat mencakup blotong dan abu terbang,[10] limbah cair terdiri atas molasse dan air limbah dari proses produksi dan pendinginan,[8] dan gas buang dihasilkan dari unit *boiler*.[11] Limbah cair umumnya diolah menggunakan IPAL melalui metode fisika, kimia, dan biologi,[12] sementara gas buang disaring melalui *electrostatic precipitator* sebelum dilepas ke lingkungan, [13] limbah padat seperti abu terbang diserahkan kepada pihak ketiga untuk dikelola lebih lanjut, dan blotong seringkali ditimbun di lapangan terbuka tanpa pemanfaatan lebih lanjut.[12]

Blotong adalah padatan filtrat yang dihasilkan dari proses pemurnian gula. [14,15,16,17] Blotong dihasilkan sebagai pengotor yang tercampur dalam gula kristal mentah, karena gula ini tidak selalu murni, mengandung ampas, endapan halus, serat tebu, dan tanah.[5,18] Blotong berwarna cokelat gelap, bertekstur seperti lumpur, dan mengandung unsur anorganik dan organik,[18,19] seperti serat, gula, protein kasar, lilin, lemak, abu, CaO, SiO_2, P_2O_5, dan MgO.[20] Berdasarkan data produksi gula kristal putih sebesar 2,42 juta ton/tahun,[21] dan produksi gula rafinasi sebesar 3,09 juta ton/tahun di tahun 2022,[3] maka estimasi timbulan blotong adalah 52.800-79.200 ton/tahun untuk industri gula kristal putih dan 67.418-111.240 ton/tahun untuk industri gula rafinasi.

Blotong sering ditimbun di area terbuka untuk mencegah penyumbatan dan pencemaran air di sekitar pabrik.[15] Lima dari enam industri gula rafinasi di Banten, menyerahkan penanganan blotong ke pihak ketiga untuk ditimbun.[12] Timbunan blotong mengeluarkan bau tidak tak, terutama saat musim hujan, dan berpotensi mengganggu kenyamanan penduduk sekitar, dan potensi gangguan kesehatan seperti mual.[19,22,23] Timbunan blotong menghasilkan emisi NO [24] dan CO_2 [6] yang berkontribusi terhadap efek GRK (403,62 tCO_2-eq).[14,24] Selain itu, blotong menghasilkan air lindi yang mengandung polutan tinggi,[24,25] yang dapat mencemari sumber air tanah dan permukaan, membahayakan kesehatan masyarakat melalui kontaminasi air minum, serta mengancam kualitas ekosistem air lokal. [25] Salah satu tantangan utama dalam pengelolaan blotong adalah ketiadaan regulasi khusus. Meskipun blotong memiliki karakteristik yang dapat berdampak pada lingkungan, limbah ini belum terdaftar dalam kategori limbah B3 maupun non-B3 sesuai regulasi yang berlaku.[26,27]

Penelitian ini berpotensi memberikan informasi bagi industri gula dan Dinas Lingkungan Hidup terkait karakteristik blotong yang belum diatur dalam regulasi. Analisis karakteristik blotong memberikan informasi terkait unsur-unsur utama dan senyawa lain yang terkandung dalam blotong, sementara analisis perubahan parameter fisika-kimia blotong mengindikasikan potensi pencemaran lingkungan yang mungkin timbul. Temuan ini juga dapat mendukung perumusan strategi pemanfaatan blotong yang lebih berkelanjutan dibandingkan hanya sekadar menimbunnya.

Copyright © 2025 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis 13 parameter yang lebih komprehensif dibandingkan penelitian sebelumnya yang hanya mengkaji beberapa parameter. Penelitian ini juga memperluas pemahaman tentang perubahan parameter fisika dan kimia blotong dari waktu ke waktu dengan mengambil sampel blotong dari dua periode waktu berbeda, suatu aspek yang belum banyak diteliti dalam penelitian sebelumnya yang cenderung hanya berfokus pada analisis blotong di satu waktu tertentu saja, seperti pada penelitian di dalam negeri, Susanti & Siswanto[22] yang hanya menganalisis 4 parameter blotong, dan penelitian blotong Sasongko & Tantalu[18] yang menganalisis 6 parameter saja. Penelitian lainnya, Nyonje *et al*. [28] menganalisis blotong dari 3 industri gula di Kenya dengan 9 analisis parameter blotong.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, karena data yang dihasilkan dapat diukur, diklasifikasikan, dan dianalisis secara statistik.[29] Metode *mix method* diterapkan dengan mengintegrasikan elemen kuantitatif dan kualitatif, yang bertujuan untuk meningkatkan keandalan data.[30,31] Pendekatan kuantitatif untuk menganalisis karakteristik blotong, sedangkan pendekatan kualitatif digunakan untuk menginterpretasikan hasil data kuantitatif. Penelitian ini dilakukan di salah satu Industri Gula Rafinasi di Banten, dengan periode penelitian dari bulan Oktober 2023 hingga Februari 2024.

Populasi dan sampel penelitian ini adalah blotong dari salah satu Industri Gula Rafinasi di Banten. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *probability sampling* dengan teknik *simple random sampling*, karena blotong dianggap homogen,[29] akibat proses produksi gula yang *continue* dan menggunakan satu pemasok gula mentah yang sama.

Sampel blotong diambil dua kali. Pertama, sampel *fresh* blotong (Bl-01) yang baru dihasilkan dari proses produksi gula. Kedua, sampel blotong di penimbunan terbuka dengan umur timbunan 2 bulan (Bl-02). Karakteristik blotong dianalisis berdasarkan parameter fisika (temperatur, warna, bau, konsistensi, dan kadar air) dan parameter kimia (pH, kadar C-organik, kadar nitrogen, rasio C/N, kandungan sukrosa, kandungan kalium, kandungan fosfor, kandungan kalsium). Data didapat melalui observasi lapangan dan analisis laboratorium. Sebanyak 13 parameter blotong dianalisis sebagai berikut:

1) **Temperatur Blotong**
   Temperatur blotong diukur secara langsung menggunakan termometer dengan satuan derajat *celcius*.[32]
2) **Warna Blotong**
   Analisis warna dilakukan menggunakan uji organoleptik. Uji organoleptik melibatkan pengamatan karakteristik fisik atau sensori suatu bahan menggunakan indra manusia.[33]
3) **Bau Blotong**
   Analisis bau blotong dilakukan menggunakan uji organoleptik.[33]
4) **Konsistensi Blotong**
   Analisis konsistensi blotong dilakukan menggunakan uji organoleptik.[33]
5) **Kadar Air Blotong**
   Kadar air pada blotong dianalisis menggunakan *moisture analyzer* dengan metode analisis termogravimetri.[28,34]
6) **pH Blotong**
   Analisis pH blotong dilakukan menggunakan metode potensiometri dengan menggunakan pH meter.[35,36]
7) **Kadar C-Organik Blotong**
   Analisis kandungan C-organik dilakukan menggunakan metode Walkley dan Black.[37,38]
8) **Kadar Nitrogen Blotong**
   Analisis kadar nitrogen pada blotong menggunakan metode Kjeldahl.[28,39]
9) **Rasio C/N Blotong**
   Rasio C/N pada blotong diukur dengan membandingkan jumlah C-organik dan nitrogen total yang diperoleh dari analisis masing-masing parameter tersebut. [28,37,40] Rasio C/N dapat dihitung menggunakan rumus[40]:

$$\text{Rasio C/N} = \frac{\text{kadar C organik}}{\text{kadar nitrogen}}$$

10) **Kandungan Sukrosa pada Blotong**
    Kandungan sukrosa pada blotong dianalisis melalui metode Luff Schoorl.[41]
11) **Kandungan Kalium sebagai K_2O**
    Analisis kandungan kalium pada blotong menggunakan instrumen spektrofotometer serapan atom (AAS). Metode ini memanfaatkan prinsip absorpsi atom untuk mengukur konsentrasi kalium dalam sampel.[42]
12) **Kandungan Fosfor sebagai P_2O_5**
    Analisis kandungan fosfor dilakukan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Metode ini memanfaatkan penyerapan cahaya pada rentang ultraviolet dan tampak untuk mengukur konsentrasi fosfor dalam sampel.[38]
13) **Kandungan Kalsium sebagai CaO**
    Analisis kandungan kalsium pada blotong menggunakan instrumen spektrofotometer serapan atom (AAS).[42]

Sebanyak 13 karakteristik Bl-01 dan Bl-02 dianalisis, dan dibandingkan pada interval waktu tertentu untuk mengidentifikasi perubahan, baik peningkatan maupun penurunan. Data dianalisis secara deskriptif menggunakan metode statistik dengan bantuan diagram, tabel, dan perhitungan persentase untuk mendapatkan hasil analisis yang komprehensif.

Penelitian ini telah mengikuti prosedur etik dan memperoleh persetujuan Etika Penelitian Bidang Ilmu Lingkungan dari Sekolah Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia dengan nomor surat: KET-035/UN2.F13.D1.KE1/PPM.00/2023.

Copyright © 2025 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan dua jenis sampel blotong: *fresh blotong* (Bl-01), yaitu blotong hasil filtrasi gula mentah dan telah melewati pengurangan kadar air menggunakan *filter press,* serta blotong yang telah ditimbun selama dua bulan di tempat penimbunan terbuka (Bl-02). Sampel Bl-01 diambil langsung dari truk pengangkut blotong di area industri, sedangkan Bl-02 diambil dari tempat penimbunan terbuka yang berjarak kurang dari dua km dari pabrik.

Tabel 1. Resume Hasil Analisis Laboratorium dan Organoleptik Sampel Blotong Bl-01 dan Bl-02

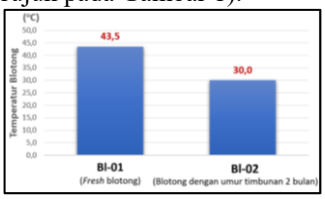
No	Parameter Fisika & Kimia Blotong	Satuan	*Fresh* blotong (Bl-01)	Blotong dengan Umur Timbunan Dua Bulan (Bl-02)	Perubahan Parameter yang Terjadi
1	Temperatur	ºC	43,5	30	Menurun 31,03%
2	Warna	Tak bersatuan	Cokelat Tua (Pantone 2328C)	Cokelat Muda (Pantone 7536C)	-
3	Bau	Tak bersatuan	Seperti bau tempe segar atau bau rumput yang baru dipotong	Bau kecut dengan sedikit asam seperti bau ampas tahu basi	-
4	Konsistensi	Tak bersatuan	Padat, mudah dibentuk seperti lempung	Padat, keras, sulit hancur	-
5	Kadar Air	%	34,33	1,17	Menurun 96,59%
6	pH	Tak bersatuan	8,0	7,5	Menurun 6,25%
7	Kadar C-Organik*	%	4,84	6,75	Meningkat 39,46%
8	Kadar Nitrogen*	%	0,39	0,39	Stagnan
9	Rasio C/N*	-	12,41	17,31	Meningkat 39,46%
10	Kandungan Sukrosa	%	4.96	4,65	Menurun 6,67%
11	Kandungan Kalium Sebagai K_2O	%	0,11	0,19	Meningkat 72,73%
12	Kandungan Fosfor Sebagai P_2O_5	%	0,25	0,53	Meningkat 112%
13	Kandungan Kalsium Sebagai CaO*	%	24,12	24,69	Meningkat 2,36%

Keterangan: Notasi * menunjukkan perbedaan hasil penelitian dengan studi literatur terkait

Sebanyak 13 parameter fisika dan kimia blotong Bl-01 dan Bl-02 dianalisis dengan rincian sebagai berikut:

1) Temperatur Blotong

Temperatur Bl-01 tercatat mencapai 43,50ºC, sementara Bl-02 adalah sebesar 30ºC. Temperatur blotong mengalami penurunan temperatur sebesar 31,03% setelah ditimbun dua bulan di penimbunan terbuka (Merujuk pada Gambar 1).



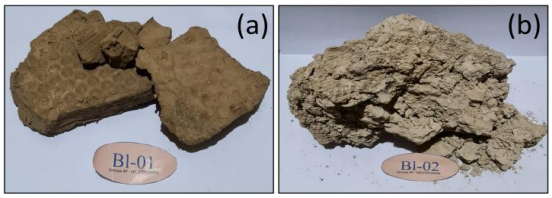
Gambar 1. Diagram yang menunjukan penurunan temperatur blotong setelah dua bulan ditimbun

Bl-01 memiliki temperatur yang tinggi (43,50ºC) disebabkan karena *fresh* blotong masih terpengaruh oleh kondisi operasional proses. Blotong adalah residu dari proses filtrasi *slurry mud* menggunakan *filter press.*[18] Sebelum memasuki *filter press, slurry mud* terbentuk melalui proses filtrasi menggunakan cairan *carbonated liquor* sebagai bahan masukan. Proses filtrasi ini bertujuan untuk memisahkan *filtrat liquor* dari endapan padatan, seperti kalsium karbonat ($CaCO_3$), dengan menggunakan alat *Rotary Leaf Filter* (RLF). Cairan *carbonated liquor* yang digunakan sebagai bahan masukan untuk proses filtrasi memiliki suhu operasional tinggi, berkisar antara 70-80 ºC. Oleh karena itu, saat hasil filtrasi keluar dari unit RLF, yang terdiri dari *filtrat liquor* dan endapan padatan, material tersebut juga membawa energi panas yang berasal dari cairan *carbonated liquor* tersebut. Suhu operasional mempengaruhi suhu material keluaran, karena material menyerap panas melalui mekanisme perpindahan panas seperti konduksi, konveksi, dan radiasi.[43]

Temperatur yang lebih rendah pada sampel Bl-02 (30°C) terjadi akibat penyeimbangan termal antara blotong dan lingkungan. Panas blotong perlahan lepas ke lingkungan hingga mencapai keseimbangan melalui mekanisme perpindahan panas.[44] Penurunan suhu juga menandakan bahwa sebagian besar bahan organik telah selesai terdegradasi.[19,45,46]

2) Warna Blotong

Analisis menggunakan sistem warna Pantone digunakan sebagai standar untuk memastikan konsistensi warna material.[47] Bl-01 berwarna coklat gelap (Pantone 2328C), sedangkan Bl-02 berwarna coklat muda (Pantone 7536C).



Gambar 2. Visual Warna Blotong
(a) *Fresh* Blotong (b) Blotong dengan Umur Timbunan 2 bulan

Blotong sebagai produk samping dari industri gula memiliki variasi warna dari cokelat muda hingga cokelat tua.[48,49] Warna gelap pada *fresh* blotong disebabkan oleh penggunaan gula mentah impor Thailand sebagai bahan baku, yang cenderung

Copyright © 2025 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

menghasilkan blotong lebih gelap dibandingkan dengan bahan baku dari India, Brazil, atau Australia.[11]

Perubahan warna blotong dapat terjadi akibat penguapan air dalam blotong seiring waktu, yang menurunkan intensitas warnanya[50] Selain itu, perubahan warna juga disebabkan oleh proses oksidasi, di mana paparan oksigen memecah molekul pewarna organik menjadi molekul tak berwarna seperti air, nitrogen, dan senyawa asam.[51]

3) Bau Blotong

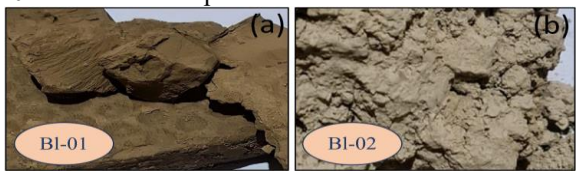
Berdasarkan uji organoleptik, Bl-01 memiliki aroma organik khas, mirip dengan tempe segar atau rumput yang baru dipotong. Produk samping agroindustri, seringkali memiliki aroma alami seperti ini.[52] Sebaliknya, Bl-02 memiliki aroma asam yang menyerupai ampas tahu basi.[53] Limbah yang mengandung senyawa organik mengalami proses reduksi, menghasilkan senyawa beraroma kurang sedap, sejalan dengan studi yang menunjukkan bahwa tumpukan blotong mengeluarkan bau tak sedap.[19,22,23,53] Aroma asam pada limbah disebabkan oleh pembentukan senyawa organik volatil (VOCs) seperti asam butirat, yang dihasilkan oleh bakteri *Clostridium*. Senyawa VOCs ini belum sepenuhnya mengalami degradasi.[54] Bau tidak sedap yang dihasilkan oleh tumpukan blotong ini juga terkait dengan penurunan kadar air dalam blotong seiring berjalannya waktu, yang berpotensi mengurangi kadar oksigen di dalamnya.[55]

Dampak paling terasa dari penimbunan blotong adalah pencemaran udara akibat timbulan bau tak sedap, terutama saat musim hujan.[19,22,23,56] Observasi lapangan menunjukkan udara di sekitar area penimbunan terasa pengap dan berbau tak sedap, yang juga dirasakan oleh masyarakat sekitar. Diduga, penurunan kualitas udara di area tersebut disebabkan oleh tumpukan blotong.[23] Pembusukan blotong menghasilkan gas volatil yang berpotensi menurunkan kualitas udara dan dapat menyebar hingga permukiman sekitar, mengganggu kesehatan pernapasan masyarakat.[56] Risiko infeksi saluran pernapasan akut dapat meningkat, terutama pada balita yang sistem imunnya belum berkembang sepenuhnya.[57] Pencemaran udara oleh gas-gas tersebut dapat menurunkan kualitas lingkungan hingga mengganggu fungsi normalnya.[58]

4) Konsistensi Blotong

Berdasarkan uji organoleptik, sampel Bl-01 memiliki tekstur padat, mudah dibentuk, dan larut dalam air, mirip dengan tekstur lempung. Temuan ini sejalan dengan literatur sebelumnya,[48] bahwa blotong segar memiliki tekstur lembut, mudah dibentuk, dan berwarna cokelat terang hingga gelap. Literatur lain juga menyebutkan bahwa blotong memiliki konsistensi mirip tanah padat.[61] Sementara itu, sampel Bl-02 memiliki tekstur kompak, berpori, dan sulit larut dalam air, sesuai dengan literatur yang menyebutkan blotong memiliki konsistensi padat,[49] serta porositas menyerupai spons.[62]

Tekstur blotong berubah seiring waktu, dari yang awalnya lembut dan mudah dibentuk menjadi keras, kompak, dan sulit dibentuk. Perubahan ini terjadi akibat penguapan air yang terkandung dalam blotong selama di tempat penimbunan melalui proses evaporasi. Penurunan kadar air akan mempengaruhi konsistensinya.[63] Pada Bl-02, kadar air menurun 96,59% setelah ditimbun selama 2 bulan. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya,[63] yang menunjukkan bahwa campuran sampah mengalami penurunan kadar air dan peningkatan kepadatan dalam 20 hari melalui evaporasi alami.

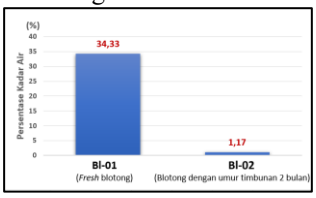


Gambar 3. Visual Konsistensi Blotong
(a) *Fresh* Blotong (b) Blotong dengan Umur Timbunan 2 bulan

Efek samping dari penimbunan blotong yang sudah mengering adalah munculnya debu dari partikel halus blotong yang terbawa angin, menyebabkan polusi udara,[56] yang berpotensi menghasilkan dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan. Debu yang dihasilkan dari aktivitas industri gula, karena ukurannya yang kecil, dapat tersebar luas dan mencemari lingkungan.[59] Partikel debu yang terhirup ke dalam paru-paru dapat memicu gangguan pernapasan dan peradangan. Bayi dan anak-anak, dengan sistem kekebalan yang belum sepenuhnya berkembang, memiliki risiko lebih tinggi terhadap infeksi saluran pernapasan dan gangguan lainnya.[57,60]

5) Kadar Air Blotong

Gambar 4 menunjukkan kadar air sampel Bl-01 sebesar 34,33%, sedangkan sampel Bl-02 sebesar 1,17%. Selama periode 2 bulan penimbunan terbuka, kadar air pada blotong menurun sebesar 96,59%.



Gambar 4. Diagram yang Menunjukan Persentase Kadar Air Blotong

Kandungan air sampel Bl-01 cukup rendah, yaitu 34,33%, berbeda dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan kandungan air blotong dari salah satu pabrik gula di Pulau Jawa yaitu sebesar 72,69%.[64] Blotong dari beberapa industri gula di Kenya juga menunjukkan kadar air tinggi, yaitu 67,7% di Sony Sugar Company, 63,7% di Transmara Sugar Company, dan 60,1% di Sukari Company.[28] Rendahnya kadar air pada blotong dalam penelitian ini disebabkan oleh

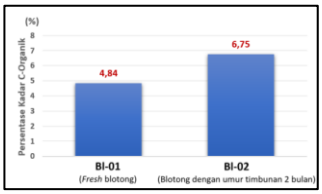
Copyright © 2025 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

pengolahan akhir blotong menggunakan unit *filter press*, sehingga kadar air blotong menjadi kurang dari 35%.

Setelah 2 bulan penimbunan, kadar air Bl-02 menurun drastis sebesar 96,59%, menjadi hanya 1,17%. Penurunan ini terjadi karena proses penguapan alami di tempat penimbunan,[63] material yang terpapar panas secara terus-menerus akan kehilangan kandungan air melalui proses penguapan.[65] Energi dari matahari berperan dalam proses penguapan.[66]

6) Kadar C-Organik Blotong

Gambar 5 menunjukkan kadar C-organik sampel Bl-01 sebesar 4,84%, sedangkan sampel Bl-02 sebesar 6,75%. Selama 2 bulan penimbunan, kadar C-organik blotong mengalami peningkatan sebesar 39,46%.



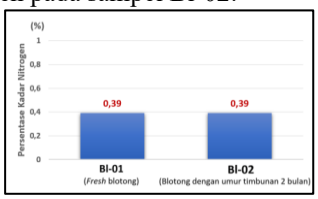
Gambar 5. Diagram yang Menunjukan Persentase Kadar C-Organik Blotong

Kandungan C-organik pada Bl-01 tergolong rendah, hanya 4,84%. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya dengan kadar C-organik blotong yang juga rendah sebesar 8,2% dari salah satu pabrik gula di Pulau Jawa.[64] Penelitian lain melaporkan kadar C-organik blotong sebesar 12,35% dari Pabrik Gula Madukismo di Bantul.[19] Namun, hasil ini berbeda dengan beberapa literatur lain, seperti blotong dari Pabrik Gula Krebet di Kecamatan Bululawang Malang, yang memiliki kadar C-organik tinggi mencapai 32,34%.[18] Variasi komposisi pada blotong dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain pengaruh dari penggunaan bahan baku (gula mentah) yang digunakan, metode produksi gula,[11,12,20,48] dan efisiensi mesin penggilingan.[67] Blotong yang dihasilkan dengan metode karbonatasi memiliki kadar C-organik lebih rendah, yaitu 15,07%, dibandingkan dengan metode sulfitasi menghasilkan kadar C-organik 26,0%.

Kandungan C-organik meningkat sebesar 39,46% setelah ditimbun selama 2 bulan. Temuan ini bertentangan dengan literatur sebelumnya,[45] yang menyatakan bahwa C-organik dalam material seharusnya menurun seiring waktu karena dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi untuk pertumbuhan. Peningkatan kadar C-organik mungkin disebabkan oleh dekomposisi C-organik oleh mikroorganisme, yang menghasilkan senyawa organik kompleks dengan rasio atom karbon lebih tinggi,[68] seperti asam humat dan asam fulvat.[69] Hal serupa juga ditemukan dalam studi lain, yang menganalisis kompos dari limbah industri gula, yaitu bagasse, menunjukkan pembentukan asam humat.[68]

7) Kadar Nitrogen Blotong

Gambar 6 menunjukkan kadar nitrogen pada sampel Bl-01 dan Bl-02 sama, yaitu 0,39%. Selama periode 2 bulan penimbunan, tidak terjadi perubahan kadar nitrogen pada sampel Bl-02.



Gambar 6. Diagram yang Menunjukan Persentase Kadar Nitrogen pada Blotong

Sampel Bl-01 memiliki kadar nitrogen rendah, yaitu 0,39%, sesuai dengan penelitian sebelumnya yang mengkaji blotong dari Industri Gula Candi Baru Sidoarjo dengan kadar nitrogen rendah sebesar 0,26%.[70] Namun, hasil ini berbeda dengan beberapa penelitian lain, seperti di beberapa industri gula di Kenya yang memiliki kadar nitrogen lebih tinggi, seperti di Sony Sugar Company (4,8%), Transmara Company (3,7%), dan Sukari Company (4,3%).[28] Variasi kadar nitrogen bergantung pada metode produksi gula yang digunakan.[11,12,20,48] Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa blotong yang dihasilkan dari pabrik gula yang menerapkan metode karbonatasi memiliki kadar nitrogen lebih rendah, yakni 0,86%, dibandingkan dengan yang menggunakan metode sulfitasi, dengan kadar nitrogen 2,38%.[48]

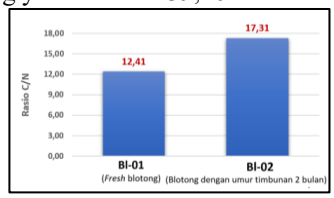
Blotong yang ditimbun secara alami mengalami proses dekomposisi,[45] menyebabkan penurunan kadar nitrogen karena nitrogen dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan dan metabolisme.[71] Namun, hasil penelitian ini menunjukkan kondisi yang berlawanan. Dalam pengomposan alami, kontradiksi ini mungkin terjadi.[72] Kemungkinan, senyawa nitrogen dan asam humat bergabung membentuk nitrogen humat, senyawa kompleks yang dapat meningkatkan kadar nitrogen.[68] Potensi pembentukan asam humat pada Bl-02 telah dibahas pada bagian 6. Akibatnya, meskipun secara teori nitrogen seharusnya menurun karena dimanfaatkan oleh mikroba, namun persentasenya tetap stabil atau sedikit meningkat karena kemungkinan terbentuknya senyawa lain yang dapat meningkatkan kandungan nitrogen dalam sampel.

Stabilitas kadar nitrogen mungkin juga disebabkan oleh rendahnya kandungan nitrogen awal, sehingga perubahan komposisi nitrogen selama proses komposting menjadi kurang terlihat. Komposisi awal material dapat mempengaruhi hasil akhir.[73] Pada blotong dengan kadar nitrogen rendah, perubahan yang terjadi cenderung tidak signifikan. Faktor lain adalah sulitnya mendeteksi kadar nitrogen yang sangat rendah, yang dapat memengaruhi akurasi analisis.[74]

Copyright © 2025 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

8) Rasio C/N Blotong

Pada Gambar 7 terlihat nilai rasio C/N blotong yang telah dihitung dengan membandingkan jumlah C-organik dan jumlah nitrogen total.[40] Melalui perhitungan, sampel Bl-01 memiliki nilai rasio C/N sebesar 12,41 dan Bl-02 sebesar 17,31. Dalam periode 2 bulan ditimbun, terjadi peningkatan nilai rasio C/N pada blotong yaitu sebesar 39,46%.



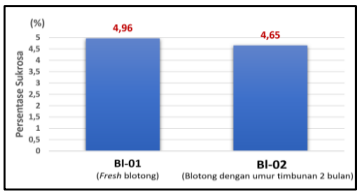
Gambar 7. Diagram yang Menunjukan Rasio C/N pada Blotong

Rasio C/N pada Bl-01 tergolong rendah, yaitu 12,41. Temuan ini konsisten dengan studi lainnya, yang melaporkan rasio C/N blotong rendah, sebesar 15 di Pabrik Gula Madukismo Bantul. [19] Penelitian lain yang tidak menyebutkan nama industri gula, menunjukkan rasio C/N sebesar 15.[67] Namun, hasil ini berbeda dengan penelitian lain, yang menemukan rasio C/N lebih tinggi, yaitu sebesar 26,9 di salah satu pabrik gula di Pulau Jawa,[64] dan sebesar 26 pada blotong di salah satu pabrik gula di Kuba.[75] Peningkatan rasio C/N pada sampel Bl-02 terjadi karena kestabilan kadar nitrogen pada Bl-01 dan Bl-02, sementara kandungan C-organik pada Bl-02 lebih tinggi, menyebabkan kenaikan rasio C/N sebesar 39,46%.

Setelah 2 bulan penimbunan, rasio C/N blotong meningkat 39,46%, berlawanan dengan penelitian sebelumnya[19] yang mencatat penurunan rasio C/N dari 6,88 menjadi 6,35, karena aktivitas mikroba yang memanfaatkan karbon sebagai sumber energi, dan memanfaatkan nitrogen untuk metabolisme. Dalam proses ini, karbon organik terurai menjadi senyawa sederhana, sementara nitrogen terkonversi menjadi amonia.[19,45] Oleh karena itu, rasio C/N biasanya menurun karena karbon organik terurai, sementara kadar nitrogen akan bernilai tetap atau bahkan meningkat.

9) Kandungan Sukrosa pada Blotong

Gambar 8 menunjukkan hasil analisis kandungan sukrosa pada sampel Bl-01 sebesar 4,96% dan Bl-02 sebesar 4,65%. Selama 2 bulan penimbunan, kandungan sukrosa pada blotong menurun sebesar 6,67%.

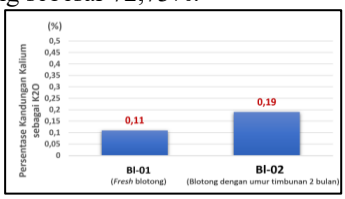


Gambar 8. Diagram yang Menunjukan Persentase Sukrosa pada Blotong

Kandungan sukrosa pada sampel Bl-01 rendah, yaitu 4,96%. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya,[28] yang menganalisis kadar sukrosa blotong di beberapa industri gula di Kenya, seperti di Sony Sugar Company (5,4%) dan Sukari Industry (6,8%). Sukrosa masih terdapat dalam blotong karena pada proses penyaringan belum sepenuhnya menghilangkan kadar gula terlarut (pol), yang dalam produksi biasanya diatur agar konsentrasinya ± 4%.[13] Penurunan kandungan sukrosa dalam blotong setelah 2 bulan penimbunan disebabkan oleh aktivitas mikroba yang memanfaatkan sukrosa sebagai sumber energi, yang mengurai sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa melalui proses fermentasi.[45,46]

10) Kandungan Kalium sebagai K_2O

Gambar 9 menunjukkan kandungan kalium sebagai K_2O pada sampel Bl-01 yaitu sebesar 0,11%, dan sampel Bl-02 sebesar 0,19%. Selama 2 bulan penimbunan, terjadi peningkatan kandungan kalium pada blotong sebesar 72,73%.



Gambar 9. Diagram yang Menunjukan Persentase Kalium sebagai K_2O pada Blotong

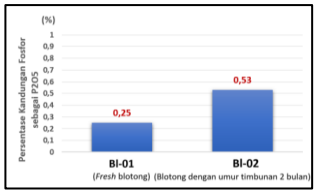
Kandungan kalium sebagai K_2O pada Bl-01 rendah, hanya 0,11%. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menemukan kandungan kalium blotong rendah, yaitu 0,03% di salah satu pabrik gula di Jawa.[64] Penelitian lainnya, menganalisis blotong dari pabrik gula di Kuba memiliki kandungan kalium sebesar 0,3-0,4%.[75] Namun hal ini berbanding terbalik dengan penelitian lain yang menganalisis blotong dari salah satu industri gula yang tidak disebutkan namanya memiliki kandungan kalium lebih tinggi yakni 7,71%.[67] Produksi gula melalui proses karbonatasi menghasilkan blotong dengan kadar kalium lebih rendah dibandingkan dengan metode sulfitasi.[48]

Setelah 2 bulan penimbunan, kandungan kalium meningkat 72,73%, kemungkinan akibat dekomposisi material oleh mikroba *Bacillus mucilaginous*,[71] yang meningkatkan kandungan kalium pada blotong. Penelitian lain juga melaporkan peningkatan kalium selama fermentasi anaerobik dan pengomposan, dari 1,18% menjadi 2,20%. [72]

11) Kandungan Fosfor sebagai P_2O_5

Gambar 10 menunjukkan kandungan fosfor sebagai P_2O_5 pada sampel Bl-01 yaitu sebesar 0,25%, dan sampel Bl-02 sebesar 0,53%. Selama 2 bulan penimbunan, terjadi peningkatan kandungan fosfor pada blotong sebesar 112%.

Copyright © 2025 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.



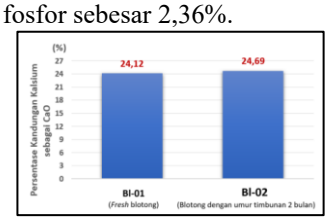
Gambar 10. Diagram yang Menunjukan Persentase Fosfor sebagai P_2O_5 pada Blotong

Kandungan fosfor sebagai P_2O_5 pada Bl-01 rendah, yakni 0,25%. Hal ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menemukan kandungan fosfor rendah pada blotong, yaitu 0,17% di salah satu pabrik gula di Pulau Jawa,[64] serta studi di pabrik gula di Kuba melaporkan kandungan fosfor sebesar 0,6-3%.[75] Namun, temuan ini berbeda dengan studi lain yang menunjukkan kandungan fosfor lebih tinggi, yakni 7,04%,[67] dan sebesar 6,14% pada blotong dari Pabrik Gula Trangkil.[20] Blotong dari proses karbonatasi umumnya memiliki fosfor lebih rendah dibandingkan metode sulfitasi.[48]

Setelah 2 bulan penimbunan, kandungan fosfor meningkat 112% akibat proses pengomposan. Selama pematangan kompos, kematian mikroorganisme yang mengurai bahan organik meningkatkan kandungan fosfor dalam kompos, sehingga meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman.[77] Penelitian lain juga mencatat peningkatan fosfor dari 0,15% menjadi 2,45% selama proses pengomposan,[78] serta peningkatan 0,3% selama fermentasi anaerobik dalam 14 hari.[77]

12) Kandungan Kalsium sebagai CaO

Gambar 11 menunjukkan kandungan kalsium sebagai CaO pada sampel blotong Bl-01 yaitu sebesar 24,12%, dan sampel Bl-02 yakni sebesar 24,69%. Selama 2 bulan penimbunan, terjadi peningkatan kandungan fosfor sebesar 2,36%.



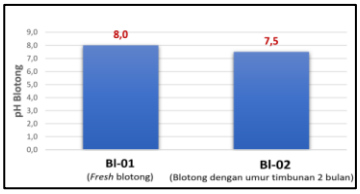
Gambar 11. Diagram yang Menunjukan Persentase Kalsium sebagai CaO pada blotong

Kandungan kalsium sebagai CaO pada Bl-01 cukup tinggi, yaitu 24,12%. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menemukan kandungan CaO pada blotong sebesar 14,49%,[67] dan sebesar 15,78% pada blotong dari Industri Gula Trangkil.[20] Namun, berbeda dengan penelitian di Kuba yang melaporkan kandungan CaO rendah, 2-7%.[75]

Kalsium dalam blotong berasal dari proses dekolorisasi gula, pada proses tersebut larutan $CaCO_3$ ditambahkan untuk memisahkan kotoran dan zat warna, menghasilkan gula yang lebih putih. Kalsium sebagai unsur anorganik yang stabil, dengan struktur kristal kompleks, seharusnya tidak mengalami penguraian alami seperti senyawa organik.[79] Peningkatan kandungan kalsium pada Bl-02 mungkin disebabkan karena Bl-01 dan Bl-02 tidak dianalisis secara *sequence*, mengingat kedua sampel berasal dari *batch* produksi yang berbeda. Meski begitu, pemantauan rutin menunjukkan bahwa komposisi blotong dari berbagai *batch* relatif serupa, dengan persentase nilai komposisi yang hampir sama.

13) Nilai pH Blotong

Gambar 12 menunjukkan nilai pH pada sampel blotong Bl-01 yaitu sebesar 8,0, dan pada sampel blotong Bl-02 yakni sebesar 7,5. Selama 2 bulan penimbunan, terjadi penurunan nilai pH blotong sebesar 6,25%.



Gambar 12. Diagram yang Menunjukan Persentase pH Blotong

Nilai pH blotong Bl-01 berada dalam rentang basa. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, yang menunjukkan pH blotong dari industri gula yang tidak disebutkan namannya, yakni 8,53.[67] Studi lain juga menemukan pH basa pada blotong dari industri gula di Kenya, seperti Transmara Sugar Company (7,6) dan Sukari Company (7,5).[28]

Setelah ditimbun, pH blotong menurun dari 8 menjadi 7,5. Penurunan pH menuju netral mengindikasikan akhir dari proses dekomposisi atau pengomposan.[46] Perubahan pH yang menuju netral menandakan stabilnya senyawa organik dalam material kompos.[45] Penurunan pH juga disebabkan oleh pembentukan senyawa asam dari degradasi sukrosa oleh mikroorganisme secara alami, serta pelepasan gas NH_3 ke lingkungan.[46]

SIMPULAN

Hasil analisis parameter kimia-fisika blotong Bl-01 dan Bl-02 setelah 2 bulan ditimbun, memberikan informasi sebagai berikut: 1) terjadi penurunan temperatur blotong, 2) penurunan intensitas warna blotong menjadi lebih terang, 3) aroma blotong yang semakin asam, 4) tekstur blotong yang mengeras dan berpori, 5) penurunan kadar air, 6) peningkatan kadar C-organik, 7) kadar nitrogen yang cenderung stabil dari waktu ke waktu, 8) peningkatan rasio C/N, 9) penurunan kandungan sukrosa, 10) peningkatan kandungan kalium sebagai K_2O, 11) Peningkatan kandungan fosfor sebagai P_2O_5, 12) Peningkatan kandungan kalsium sebagai CaO, dan 13) penurunan pH blotong. Berdasarkan perubahan ini, blotong memiliki karakteristik yang mendukung potensi pengelolaannya melalui metode komposting.

Copyright © 2025 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

Saran untuk penelitian selanjutnya, agar analisis blotong dilakukan pada sampel dari *batch* produksi yang sama untuk memastikan data yang lebih representatif. Selain itu, disarankan untuk melakukan pengujian lebih lanjut terhadap komponen B3, yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah B3. Langkah ini penting untuk memastikan bahwa blotong tidak mengandung bahan berbahaya dan beracun yang berpotensi membahayakan lingkungan serta kesehatan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

1. United Nations. The 17 Goals [Internet]. 2023 [cited 2023 Aug 13]. Available from: https://sdgs.un.org/goals.
2. Kementerian Perindustrian. Tinjau Pabrik Gula, Kemenperin: Sektor Kritikal Berperan Penting Pulihkan Ekonomi. [Internet]. 2021 [cited 2023 July 19]. Available from: https://www.kemenperin.go.id/artikel/22745/Tinjau-Pabrik-Gula,-Kemenperin:-Sektor-Kritikal-Berperan-Penting-Pulihkan-Ekonomi.
3. Kementerian Perindustrian. Pasok Sektor Industri Dan Penuhi Pasar Ekspor, Kemenperin Monitor Produktivitas Pabrik Gula Rafinasi. [Internet]. 2021 [cited 2023 Sept 09].
4. Sugiyanto C. Permintaan Gula di Indonesia. Jurnal Ekonomi Pembangunan. 2017;8(2):113–127. Available from: https://doi.org/10.23917/jep.v8i2.1036
5. Dharma SU, Rajabiah N, Setyadi C. Pemanfaatan Blotong dan Bagase Menjadi Biobriket. Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro. 2017;1(6):92–102. Available from: https://doi.org/10.24127/trb.v6i1.472
6. Lianasari AE, Marthinus, Angrumpaka. Alternatif Pemanfaatan Limbah Padat Pabrik Gula Madukismo Dalam Teknologi Beton. Jurnal Atma Inovasia (JAI). 2022;2(3):269–273. https://doi.org/10.24002/jai.v2i3.5739
7. Lima IM, Beacorn JA. Targeting a Sustainable Sugar Crops Processing Industry: A Review (Part I) By-Product Applications. Sugar Tech. 2022;24(4):970–991. Available from: https://doi.org/10.1007/s12355-022-01169-5
8. Lolo EU, Widianto, Gunawan IR, Pambudi YS, Ngalung AD. Analisa Dampak Lingkungan Terhadap Budidaya Tebu dengan Life Cycle Assesment Menggunakan Open LCA 1.10.3. Serambi Engineering. 2022;7(3):3597–3608.
9. Novianti R, Syaukat Y, Ekayani M. Pengelolaan dan Analisis Nilai Tambah By-Products Industri Gula (Studi Kasus di Pabrik Gula Gempolkrep, Mojokerto, Jawa Timur). Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia. 2021;26(3):400–405. Available from: https://doi.org/10.18343/jipi.26.3.400
10. Wongarmat W, Reungsang A, Sittijunda S, Chu CY. Anaerobic Co-Digestion of Biogas Effluent and Sugarcane Filter Cake for Methane Production. Journal of Biomass Conversion and Biorefinery. 2022;12(1):901–912. https://doi.org/10.1007/s13399-021-01305-3
11. Budiono. Kandungan Limbah Blotong. 2023.
12. Vidi. Pengelolaan Limbah Industri Gula. 2023.
13. Irwan. Pengelolaan Limbah Industri Gula. 2023.
14. Alfar L, Ladera J, Melitares R, Cagas R, Datoon MG, Tizo M, Ido A, Arazo R. Sugarcane Press Mud and Coconut Shell Ash: Promising Industrial Wastes as Admixtures for Concrete Block. International Journal of Pavement Research and Technology. 2023;16:621–630. Available from: https://doi.org/10.1007/s42947-022-00152-3
15. Arelli VL, Mamindlapelli NK, Begum S, Juntupally S, S S, Maddala RK. Press mud and bagasse from sugar mill. Biomass and Bioenergy. 2022;166:1–11. Available from: https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2022.106625
16. Balakrishnan M, Batra VS. Valorization of solid waste in sugar factories with possible applications in India: A review. Journal of Environmental Management. 2011;92(11):2886–2891. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.06.039
17. Gupta N, Tripathi S, Balomajumder C. Characterization of pressmud: A sugar industry waste. Fuel. 2011;90(1):389–394. Available from: https://doi.org/10.1016/j.fuel.2010.08.021
18. Sasongko P, Tantalu L. Fermentasi Blotong Limbah Pabrik Gula Krebet dan Rumen Sapi dalam Produksi Biogas. Buana Sains. 2019;(18):131-138. https://doi.org/10.33366/bs.v18i2.1186
19. Harjanti RS. Pupuk Organik dari Limbah Pabrik Gula Madukismo dengan Starter Mikrobia Pengurai Untuk Menambah Kandungan N, P, K. J Chemica. 2017;1(4):1-7. https://doi.org/10.26555/chemica.v4i1.6107
20. Supari, Gunawan, B., & Taufik. Analisa Kandungan Kimia Pupuk Organik Dari Blotong Tebu Limbah Dari Pabrik Gula Trangkil. J Agroteknol. 2015;4(6):10–14.
21. Kementerian Pertanian. Analisis Kinerja Perdagangan Gula Pasir [Internet]. 2021 [cited 2023 Aug 18]. https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Buku_Analisis_Kinerja_Komoditas_Gula_Tahun_2021.pdf.
22. Susanti DA, Siswanto P. Kualitas Vermikompos Limbah Blotong Tebu (Saccharum oficinarum L.) dengan Variasi Jenis Cacing. J Biotek. 2022;10(2):240–252. Available from: https://doi.org/10.24252/jb.v10i2.31673
23. Muhsin A. Pemanfaatan Limbah Hasil Pengolahan Pabrik Tebu Blotong Menjadi Pupuk Organik. Proc Ind Eng Conf. 2011;5:1–9.
24. Brilliantina A, Adhamatika A, Elok KNS, Wijaya R. Penerapan LCA Untuk Mengurangi Dampak Lingkungan Pada Proses Produksi Gula Kristal

Copyright © 2025 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

Putih Di Bondowoso. JUSTER: J Sains Terap. 2023;2(1):809–820. https://doi.org/10.57218/juster.v2i1.474
25. Ma S, Zhou C, Pan J, Yang G, Sun C, Liu Y, Chen X, Zhao Z. Leachate from MSW Landfills in A Global Perspective. J Clean Prod. 2022;333:1-10. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130234
26. Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
27. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 19 tahun 2021 tentang Tata Cara Pengelolaan Limbah Non-B3.
28. Nyonje EO, Njogu P, Kinyua R. Assessment of The Potential for Utilization of Sugarcane Derived Press Mud for Biogas Generation In South Nyanza Sugarcane Zones, Kenya. J Sustainable Res Eng. 2014;1(4).
29. Sugiyono. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan RnD. Cetakan-27. Jakarta: Alfabeta; 2017.
30. Nadirah, Pramana AD, Zari N. Metodologi Penelitian: Kualitatif, Kuantitatif, Mix Method (Mengelola Penelitian dengan Mendeley dan Nvivo). Safrinal, editor. Cetakan Pertama. Azka Pustaka; 2022.
31. Creswell JW. Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. Third Edition. SAGE Publications; 2009.
32. Pratama L, Ali M, Destiana. Pengaruh Berbagai Aktivator Terhadap Perubahan Suhu Pada Proses Pengomposan Blotong. Jurnal Simbiosis. 2024;1(1).
33. Simanjuntak MC, Degei A, Agapa E. Quality Test of Pineapple Skin Fermentation With Different States. Jurnal Satya Wiyata Mandala. 2023;4(1).
34. Pratama KB, Hendrawan Y, Lutfi M. Pengaruh Ukuran dan Bahan Variasi Komposisi Sampah Organik terhadap Karakteristik Biobriket. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem. 2020;8(1):69–77. Available from: https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2020.008.01.07
35. Sutanto MS. Titrasi Potensiometri. Jakarta: Pustaka UT; 2017.
36. Lestari LC, Felina K, Awaliah A, Zulhan Arif. Potensiometri dan Konduktometri. J. FMIPA IPB. 2021;3(1).
37. Pandi JYS, Nopsagiarti T, Okalia D. Analisis C-Organik, Nitrogen, Rasio C/N Pupuk Organik Cair dari Beberapa Jenis Tanaman Pupuk Hijau. Universitas Islam Kuantan Singingi. 2023;12(1).
38. Reichert JM, Morales B, Lima EM, de Bastos F, Morales CAS, de Araújo EF. Soil Morphological, Physical and Chemical Properties Affecting Eucalyptus Spp. Productivity On Entisols And Ultisols. Soil Tillage Res. 2023;226. https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105563
39. Amalia D, Fajri DR. Analisis Kadar Nitrogen Dalam Pupuk Urea Prill dan Granule Menggunakan Metode Kjeldahl Di PT Pupuk Iskandar Muda. Quimica: J Kim Sains Terap. 2020;2(1). https://doi.org/10.33059/jq.v2i1.2639
40. Rahmawati S, Laili S, Zayadi H. Pengaruh Lama Pengomposan & Variasi Jumlah Cacing Selama Vermikomposting Pada Limbah Blotong Tebu. J Ilm Biosaintropis. 2023;9(1). Available from: https://doi.org/10.33474/e-jbst.v9i1.361
41. Lubis N, Sofiyani S, Junaedi EC. Penentuan Kualitas Madu Ditinjau dari Kadar Sukrosa dengan Metode Luff Schoorl. Jurnal Sains Dan Kesehatan. 2022;4(3):290–297. Available from: https://doi.org/10.25026/jsk.v4i3.1050
42. Iksen, Haro, G., & Masfria. Determination of Potassium, Calcium, And Sodium Level in Fresh And Boiled Chives (Allium schoenoprasum L.) Leaves by Atomic Absorption Spectrophotometry. J Pharmaceut Sci (JPS). 2019;2(2). https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v2i2.22
43. Kern DQ. Process Heat Transfer. New York: McGraw-Hill; 1965.
44. Mikheyev M. Fundamentals of Heat Transfer. New York: John Willey & Sons Inc.; 1986.
45. Kaleka, N. Pintar Membuat Kompos: Sampah Rumah Tangga dan Limbah Pertanian. Jakarta: Pustaka Baru, 2020.
46. Meng, L., Li, W., Zhang, S., Wu, C., & Wang, K. Effects of Sucrose Amendment on Ammonia Assimilation. Bioresource Technology. 2016;210:160–166. Available from: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.01.094
47. Altay BN, Husovska V, Pekarovicova A, & Fleming PD. Formulating Pantone Colors by Unused Base Inks. Color Research and Application. 2019;44(6), 910–916. Available from: https://doi.org/10.1002/col.22430
48. Saranraj P, Stella D. Composting of Sugar Mill Wastes: A Review. World Applied Sciences Journal. 2014;31(12):2029–2044. Available from: https://doi.org/10.22233/20412495.1014.31
49. Prabhavathi N, Parama VRR. Effect of Sugar Industry Solid Waste Pressmud and Bio Compost On Soil Physical And Chemical Properties. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2019;8(3).
50. Shi XM, Wu FM, Jing B, Wang N, Xu LL, Pang SF, Zhang YH. Hygroscopicity of Internally Mixed Particles Composed of (NH4)2SO4 and Citric Acid Under Pulsed RH Change. Chemosphere. 2017;3(2), 532–540. Available from: https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.09.024
51. Uygur A. An Overview of Oxidative And Photooxidative Decolorisation Treatments of Textile Waste Water. J Stud Dyn Change (JSDC). 1997;113(7). Available from: https://doi.org/10.1111/j.1478-4408.1997.tb01901.x
52. Lindsay, M. A. Making Sense Of Waste: Fermentative Production of Flavour And Aroma

Copyright © 2025 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

Compounds From Agro Industrial By-Products. Auckland: Auckland Research & Repository. 2019.
53. Dotaniya ML, Datta SC, Biswas DR, Dotaniya CK. Use of Sugarcane Industrial By-Products For Soil Health. Int J Recycl Org Waste Agric. 2016;5(3):185–194. Available from: https://doi.org/10.1007/s40093-016-0132-8
54. Rappert S, Müller R. Odor compounds in waste gas emissions from agricultural operations and food industries. Waste Manag. 2005;25(9):887–907. Available from: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.07.008
55. Siddiqui WA, Waseem M. A Comparative Study of Sugar Mill Treated and Untreated Effluent- A Case Study. Orient J Chem. 2012;28(4). https://doi.org/10.13005/ojc/280451
56. Miller GT, Spoolman SE. Environmental Science. USA: Cengage Learning; 2016.
57. Rahayona D, Sunarsih E, Egit KF, Azzarah ND. Analysis Of Environmental Quality Around TPA Sukawinatan. Higiene J Kesehat Lingkungan. 2024;9(2):64-69. Available from: https://doi.org/10.24252/higiene.v9i2.36459
58. Siahaan NHT. Hukum Lingkungan dan Ekologi. Jakarta: Erlangga; 2004.
59. Sabila AT, Highall AR, Purbasari A, Perwiro D, Sulistywati E, Widianto AA. Analisis Pengaruh Limbah Pabrik Gula Rejoso Manis Indo Terhadap Pencemaran Lingkungan Masyarakat Rejoso dan Umbuldamar. J Integr Harmoni Innov Ilmu-Ilmu Sos. 2022;2(4):322-332. Available from: https://doi.org/10.17977/um063v2i4p322-332
60. Rofifah Y. Dampak Limbah Pabrik Gula Madukismo Terhadap Kesehatan Masyarakat. J Fisipol UMY. 2019;1(2).
61. Abidin A, Purnomo CW, Cahyono RB. Hydro-char Production From Press-Mud Wastes of The Sugarcane Industry by Hydrothermal Treatment with Natural Zeolite Addition. AIP Conf. 2018;1. https://doi.org/10.1063/1.5065009
62. Mohamad M, Osman NH, Rahim MKIA, Abustan I. Suitability of Pressmud as As A Booster In Soil Fertility. IOP Conf Ser Earth Environ Sci. 2023;1143(1). Available from: https://doi.org/10.1088/1755-1315/1143/1/012001
63. Tom AP, Pawels R, Haridas A. Biodrying Process: A Sustainable Technology for Treatment of Municipal Solid Waste With High Moisture Content. Waste Manag. 2016;49:64–72. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.01.004
64. Ismayana A, Indrasti NS, Maddu A, Fredy A. Factors Of Initial C/N And Aeration Rate In Co-Composting Process Of Bagasse And Filter Cake. J Teknol Ind Pertan. 2022;22(3):173–179.
65. Treybal RE. Mass Transfer Operation. Third Edition. USA: McGraw-Hill; 1981.
66. Wang LK, Wang MHS. Understanding Evaporation, Transpiration, Evapotranspiration, Precipitation And Runoff Volume For Agricultural Waste Management. Vol. 4. New South Wales: Lenox Institute Press. 2022.
67. Juradi AM, Tando E, Saida. Innovation Technology of Blotong Compos to Repair Soil Fertility and Increasing Plant Sugarcane Productivity. J Agrotek. 2020;4(1). Available from: https://doi.org/10.33096/agrotek.v4i1.93
68. Sánchez-Monedero MA, Cegarra J, García D, Roig A. Chemical and Structural Evolution of Humic Acids During Composting. Biodegradation. 2002;13:361–371. Available from: https://doi.org/10.1023/A:1022888231982
69. Satisha GC, Devarajan L. Humic Substances & Their Complexation During Composting of Pressmud. Commun Soil Sci Plant Anal. 2005;36(7–8):805–818. Available from: https://doi.org/10.1081/CSS-200049454
70. Ali M, Mirwan M. Utilization of Blotong as an Activator Organic Fertilizer. J Community Serv. 2021;3(2). Available from: https://doi.org/10.56670/jcs.v3i2.103
71. Purnomo EA, Sutrisno E, Sumiyati S. Pengaruh Variasi C/N Rasio Terhadap Produksi Kompos dan Kandungan Kalium (K), Pospat (P) Dari Batang Pisang Dalam Sistem Vermicomposting. J Tek Lingkungan. 2017;6(2).
72. Lim LY, Lee CT, Bong CPC, Lim JS, Sarmidi MR, Klemes JJ. A Review on The Impacts of Compost on Soil Nitrogen Dynamics. Chem Eng Trans. 2018;63:349–354.
73. Bueno P, Tapias R, López F, Díaz MJ. Optimizing Composting Parameters for Nitrogen Conservation in Composting. Bioresour Technol. 2008;99(11):5069–5077. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.08.087
74. Magill AH, Aber JD, Berntson GM, McDowell WH. Long-term Nitrogen Additions And Nitrogen Saturation In Two Temperate Forests. Ecosystems. 2000;3(3):238–253. Available from: https://doi.org/10.1007/s100210000023
75. González LML, Reyes IP, Romero OR. Anaerobic co-digestion of sugarcane press mud with vinasse on methane yield. Waste Manag. 2017;68:139–145. Available from: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.016
76. Gunawan R, Kusmiadi R, Prasetiyono E. Study of Utilization of Organic Waste of Green Mustard (Brassica juncea L.) and Crab Waste (Portunus pelagicus) for Producing Liquid Compost. Enviagro: J Pertan Lingkungan. 2015;8(1).
77. Setyawati H, Sari SA, Nathania D, Zahwa N. The Effect of Variations of Vegetable Solid Waste Types and Em4 Levels on Composting. J Atmosphere. 2021;2(2). Available from: https://doi.org/10.36040/atmosphere.v2i2.4102
78. Kusmiyarti TB. The Quality of Compost on Various Combinations of Organic Raw Materials. J Agrotop. 2013;3(1).

Copyright © 2025 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

79. Utomo MAP, Shovitri M. Bakteri Tanah Pendegradasi Bahan Organik Desa Talango, Pulau Poteran, Sumenep. J Sains POMITS. 2014;3(2).

©2025. This open-access article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.