

Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit, Tanah Hasil Pembakaran Smelter Nikel dan Ampas Kelapa Sebagai Bahan Baku Media Tanam

Irmawati^{1*}, Mutiara Ferbri¹, Sandra Rizki Bainur², Sulastri¹, Rahmanpiu³

^{1*}Mahasiswa Jurusan Pendidikan Kimia, Universitas Halu Oleo

²Mahasiswa Jurusan Agroteknologi, Universitas Halu Oleo

³Dosen Jurusan Pendidikan Kimia, Universitas Halu Oleo

email: rahmanpiu_fkip@uho.ac.id

ABSTRAK

Sisa pembakaran smelter nikel mengandung unsur hara seperti magnesium (Mg) 3,94 %, Ca (7,90 %), natrium (Na) 3,14 %, silika (Si) 24,4 %, besi (Fe) 8,60%, alumunium (Al) 23,02 %, sulfur (S) 3,82%, fosfor (P) 0,24 %, dan kalium (K) 1,52%, yang umumnya bersifat alkalis (pH 8-12). Sedangkan secara fisik abu memiliki kemampuan mengikat air tinggi. Disamping itu, kelapa sawit khususnya di Sulawesi Tenggara terus meningkat dan menghasilkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebanyak 220-230 kg. Karakteristik abu smelter nikel dan jumlah TKKS yang melimpah berpotensi untuk dikombinasikan dan dimanfaatkan sebagai media. Metode yang dilakukan dalam riset ini yaitu dengan mencampurkan serabut tandan kosong kelapa sawit, abu smelter nikel, ampas kelapa serta *orgadec* dengan beberapa perbandingan antara TKKS, abu smelter nikel, dan ampas kelapa yang kemudian dianalisis kadar N, P, K dan pH dari pupuk yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka perbandingan paling optimal diperoleh pada perbandingan 1:1:2 dengan nitrogen 19,66%, fosfor 1,10%, dan kalium 5,19% dan pH 6,63.

Kata kunci: TKKS; Abu; NPK; Media Tanam

PENDAHULUAN

Berkembangnya industri pertambangan di Indonesia berkontribusi besar bagi Pendapatan Negara Bukan Pajak (PNBP) bahkan menurut Kementerian Energi Sumber Daya dan Mineral (KESDM) tercatat pada tahun 2022 pertambangan menyumbangkan PNBP Rp 173,5 triliun yang merupakan 170 persen dari target yang telah ditetapkan sebesar Rp 101,8 triliun. Sektor pertambangan juga memiliki banyak dampak negatif, seperti banyaknya lahan bekas tambang yang tidak terpakai, penggundulan hutan, kerusakan ekosistem laut, dan pencemaran udara. Pertambangan dapat mengubah sifat fisik dan kimia tanah dan lingkungan biologis. Kehilangan bahan organik, pH rendah, kapasitas menahan air rendah, salinitas, tekstur kasar, pemadatan tanah, kurangnya ketersediaan unsur hara, erosi dan bahan penghasil asam (Putri dan Novi, 2022).

Pertambangan nikel yang dilakukan dengan teknik smelter, akan menghasilkan abu atau debu, namun dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan, karena abu yang cukup banyak dihasilkan, salah satunya adalah peningkatan partikulat sehingga dapat menurunkan kualitas udara (Kramawijaya, 2017).

Sisa pembakaran smelter mengandung unsur hara seperti magnesium (Mg) 3,94 %, Ca (7,90 %), natrium (Na) 3,14 %, silika (Si) 24,4 %, besi (Fe) 8,60%, alumunium (Al) 23,02 %, sulfur (S) 3,82%, fosfor (P) 0,24 %, dan kalium (K) 1,52%, yang umumnya bersifat alkalis (pH 8-12). Sedangkan secara fisik abu memiliki kemampuan mengikat air dari sedang sampai tinggi (Febriana *et al.*, 2021). Abu sisa smelter nikel selain memiliki unsur hara yang tinggi juga berfungsi sebagai amelioran yang mampu memperbaiki tanah dan meningkatkan pH pada tanah masam (Febriana *et al.*, 2021).

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) khususnya di Sulawesi Tenggara terus meningkat dengan bertambahnya perkebunan kelapa sawit. Setiap transformasi satu ton tandan buah segar (TBS) dapat menghasilkan TKKS sebanyak 220-230 kg. TKKS telah banyak dimanfaatkan diantaranya pengolahan menjadi *biodegradable foam*, TKKS sebagai arang/karbon aktif dan pembuatan kertas karbon konduktif dari arang/karbon aktif, dan TKKS pada variasi temperatur pemanasan (Destyorini dan Indayaningsih, 2017). Selain itu, TKKS berpotensi untuk dijadikan salah satu sumber pupuk organik yang dapat diaplikasikan untuk meningkatkan

kesuburan tanah akibat kandungan bahan organik, pH, dan unsur hara yang rendah.

Peningkatan kesuburan tanah dilakukan agar tumbuhan dapat bertumbuh dan berkembang dengan baik. Salah satu upaya yang dilakukan adalah pembuatan media tanam. TKKS dapat dijadikan sebagai media tanam dikarenakan memiliki kandungan unsur organik yang baik untuk peningkatan kualitas tanaman yaitu 42,8% C; 0,80% N; 0,22% P₂O₅; 0,30% MgO; 0,09% K₂O.

Abu smelter nikel yang cenderung bersifat alkali akan menyebabkan media tanam cenderung memiliki pH yang tinggi. Oleh karena itu, media tanam pada penelitian ini akan ditambahkan dengan ampas kelapa yang cenderung bersifat masam yaitu dengan pH 6,2 untuk menciptakan formulasi media tanam dengan pH yang terbaik bagi pertumbuhan tanaman (Adi *et al.*, 2018). Selain itu, ampas kelapa terbukti berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah helai daun tanaman, karena ampas kelapa mengandung unsur hara esensial (Mendrofa *et al.*, 2023). Diantaranya mengandung protein 23%, lemak 15%, karbohidrat 40%, nitrogen 4,2%, kalori 368 kal, serta mineral seperti besi 41,06 mg/100 g, kalsium 21 mg/100 g, dan fosfor 21 mg/100 g (Asnet *et al.*, 2015).

Media tanam dapat dibuat dengan cara fermentasi namun memakan waktu yang cukup lama, akibatnya membutuhkan penambahan bioaktivator. Salah satu bioaktivator yang dianggap efektif adalah *orgaDec* yang memiliki mikroba *Trichoro-dermatic Pseudokoningi* dan *Cytophaga Sp.* yang dikelola Lembaga Riset Perkebunan Republik Indonesia (LRPRI). Mikroba ini memiliki kemampuan tinggi menghasilkan enzim yang dapat merombak selulosa dan lignin dalam waktu yang bersamaan sehingga dapat mempercepat jalannya fermentasi dalam pembuatan media tanam.

Berdasarkan uraian di atas maka penting dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan (N, P, K, dan pH) optimal pada TKKS, abu smelter nikel, dan ampas kelapa sebagai media tanam dengan adanya tinjauan kandungan unsur hara yang tinggi pada limbah tersebut.

BAHAN DAN METODE

1. Waktu dan Tempat

Penelitian yang dilakukan adalah eksperimental laboratorium yang dilaksanakan agustus hingga oktober dan bertempat di Laboratorium Unit Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo.

2. Alat dan Bahan

Alat-alat adalah terpal plastic ukuran 3 × 4 m, gembor 1 buah, ember atau wadah ukuran 10 liter, pengaduk (sekop/pacul), labu Kjeldahl, spektrometer, *hot plate*, timbangan analitik, labutakar, oven, pipet tetes, pipet volume, labu alas bulat, filler, kertas saring, gelas kimia, corong, dan probe. Bahan yang diperlukan yaitu tandan kosong kelapa sawit, abus sisa hasil pembakaran smelter nikel, *OrgaDec*, ampas kelapa, kompos, air (aquadest), asam sulfat, Na₂S₂O₃.5H₂O, NaOH, H₂SO₄, HNO₃, indikator *conway*, molibat vanadat, dan kertas lakmus atau pH meter.

3. Pembuatan Kompos

Tandan kosong yang telah kering dicacah lalu ditambahkan dengan sisa tanah smelter nikel, dan limbah ampas kelapa dengan empat macam perbandingan 1:1:1; 1:2:1; 1:1:2; dan 2:1:1 dan campurkan dengan 200 gram *orgaDec*, terpal plastik lalu didiamkan selama sekitar 20 hari dan selama 3 kali seminggu dibuka lalu diaduk agar tercampur rata (Triviana, 2017).

4. Penentuan Kadar Nitrogen

Pupuk TKKS dimasukkan dalam labu Kjeldahl sebanyak 0,5 g dan ditambahkan dengan 25 mL larutan asam sulfat dan dibiarkan selama semalaman. Hari berikutnya ditambahkan 4 g Na₂S₂O₃.5H₂O dan dipanaskan pada suhu rendah hingga gelembung habis. Temperatur dinaikkan secara bertahap hingga yang paling maksimum yaitu 300°C. Ekstrak dipindahkan ke dalam labutakar 500 mL dan diencerkan dengan air suling. Selanjutnya sampel dipipets ebanyak 25 mL, dan dimasukkan ke dalam labu alas bulat, ditambahkan 150 mL akuadest, 10 mL larutan NaOH 40% serta batu didih. Proses penyulingan berlangsung hingga destilat mencapai 75 mL yang ditampung dalam wadah berisi asam borat 1% dan indikator *Conway*. Hasil penyulingan ini dititrasi dengan H₂SO₄ 0,5 N sehingga volume titrasi sampel maupun blanko nantinya digunakan untuk menghitung kandungan nitrogen total pada sampel pupuk NPK padat (Wiyantoko *et al.*, 2017).

5. Penentuan Kadar Fosfor

Sampel ditimbang hingga mendekati 0,5 gram, setelah itu dilakukan proses pembakaran dengan menambahkan H₂SO₄ pekat dan HNO₃ pekat, setelah itu dipanaskan di atas hot plate. Kemudian ditambahkan H₂SO₄ pekat sebanyak 2,5 ml hingga menjadi hitam seperti abu, kemudian ditambahkan HNO₃ pekat hingga asap sampel tidak lagi hitam. Penambahan HNO₃ dilakukan secara bertahap sampai tidak ada asap hitam yang muncul dari sampel setelah penambahan HNO₃. Setelah proses pembakaran

selesai, sampel diisi hingga 50 mL dengan air suling dan dikocok. Kemudian disaring dan ditempatkan dalam wadah, kemudian ditambahkan 2,5 mL molibdatvanadat ke dalam wadah menghasilkan warna kuning. Kandungan fosfor kemudian ditentukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 400 nm (Indrawan *et al.*, 2016).

6. Penentuan Kadar Kalium

Sampel ditimbang hingga mendekati 0,5 gram, setelah itu dilakukan proses pembakaran dengan menambahkan H₂SO₄ pekat dan HNO₃ pekat, setelah itu dipanaskan di atas *hot plate*. Kemudian ditambahkan H₂SO₄ pekat sebanyak 2,5 mL hingga menjadi hitam seperti abu, kemudian ditambahkan

HNO₃ pekat hingga asap sampel tidak lagi hitam. Penambahan HNO₃ dilakukan secara bertahap sampai tidak ada asap hitam yang muncul dari sampel setelah penambahan HNO₃. Setelah proses pembakaran selesai, sampel dibuat hingga 50 ml dengan air suling dan dikocok, disaring dan ditempatkan dalam wadah. Kadar kalium ditentukan secara langsung oleh *inductive ly coupled plasma* (ICP) (Indrawan *et al.*, 2016).

7. Penentuan pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter. Pegang ujung pH meter dan masukkan probe ke dalam kompos, geser kenop ke arah pH dan posisi jarum akan menunjukkan hasil pH kompos.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan awal pada sampel sangat diperlukan dalam pembuatan media tanam untuk mengetahui perkiraan perbandingan yang akan

digunakan. Kadar N, P, dan K pada tiap sampel ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Analisis NPK Awal Sampel

Sampel	N-total (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
Sawit	28,43	0,04	4,73
Abu Smelter	2,71	0,17	4,62
Ampas Kelapa	7,43	0,14	4,4

Pembuatan pupuk organik diawali dengan proses pencacahan TKKS, kemudian cacahan TKKS dicampurkan dengan tanah sisa smelter nikel dan ampas kelapa dengan empat perbandingan yaitu 1:1:1; 1:1:2; 2:1:1; dan 1:2: kemudian ditambahkan dengan orgadek lalu difermentasi hingga bahan organik tersebut menjadi pupuk organik yang matang. Untuk melindungi curah hujan, maka proses pengomposan dilakukan dalam ruang beratap dan ditutup dengan goni atau plastik/terpal. Suhu dipertahankan 25-40°C, jika suhu lebih dari 40°C karung penutup dibuka dan adonan dibolak-balik, kemudian ditutup kembali selama proses pengomposan temperatur, dan kelembaban dijaga tetap (Warsito *et al.*, 2016).

Kompos/pupuk organik yang sudah matang berwarna gelap (coklat kehitaman), memiliki aroma khas tanah, dan teksturnya remah. Bau yang dihasilkan dari proses dekomposisi merupakan suatu tanda bahwa terjadi aktivitas dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Bau menyengat pada pengomposan terjadi karena pada saat perombakan bahan organik melepas gas berupa NH₃ sedangkan aroma seperti tanah dikarenakan sudah memasuki fase akhir perombakan bahan organik. Reaksi ini termasuk reaksi oksidasi yang hasilnya berupa gas amoniak, air dan energi panas, sehingga menyebabkan bau pada perlakuan menjadi bau menyengat (Rosalina *et al.*, 2020). Kandungan NPK yang diperoleh setelah proses pengomposan selesai ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Perbandingan Sampel terhadap Keoptimalan Kandungan NPK pada Media Tanam

Perbandingan	N-total (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
1:1:1	24,72	0,50	2,92
1:1:2	19,66	1,10	5,19
2:1:1	7,98	0,33	5,48
1:2:1	15,80	0,94	5,72

Berdasarkan hasil analisis kadar NPK pada tabel 2. Diketahui bahwa seluruh perbandingan dari media tanam telah memenuhi SNI 19-7030- 2004 (tabel 3). Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan dosis ampas kelapa dan tanah sisa pembakaran smelter nikel berpengaruh signifikan terhadap persentase jumlah fosfor dan kalium pada media tanam.

Kandungan yang terdapat pada ampas kelapa seperti karbohidrat, nitrogen, dan fosfor dapat merangsang pertumbuhan miselium pada jamur. Menurut Kailaku et al. Limbah ampas kelapa memiliki kandungan protein sebesar 23%. Ampas kelapa juga memiliki kadar ion kalium yang cukup tinggi yaitu sebesar 40% (Arnesti et al., 2015). Adapun kandungan Fosfor dan Kalium berturut-turut adalah (P) 0,24 %, dan Kalium (K) 1,52%. Dengan itu, perbandingan dengan kelebihan dosis tanah sisa smelter nikel dan ampas kelapa memberikan nutrisi yang lebih baik untuk tanaman.

Jumlah nitrogen tertinggi diperoleh pada perbandingan 1:1:1 yaitu sebesar 24,72% dan terendah yaitu pada perbandingan 2:1:1. Kelebihan akan nitrogen dapat mengakibatkan proses pertumbuhan bunga dan buah terhambat, menurunkan kualitas bulir, pertumbuhan vegetatif memanjang (lambat panen) namun apabila tanaman kekurangan nitrogen maka pertumbuhan melambat serta daun menguning atau mengalami klorosis karena nitrogen merupakan unsur dalam molekul

klorofil (Wiyantoko et al.,2017). Penurunan drastis kadar nitrogen setelah pengomposan terjadi karena proses komposit belum benar-benar selesai (matang sempurna) serta adanya pengurangan nitrogen akibat terangkatnya zat nitrogen dalam bentuk gas nitrogen atau dalam bentuk gas amoniak yang terbentuk selama proses pengomposan dan selama pengemasan menjelang penganalisaan (Bachtiar dan Andi, 2019) Kadar fosfor tertinggi diperoleh pada perbandingan 1:1:2 dan terendah pada 2:1:1. Pemberian pupuk fosfor yang seimbang dan optimal dapat membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman Kekurangan fosfor dapat menyebabkan tanaman menjadi kerdil (Ronafani et al., 2018).

Kadar kalium tertinggi dan terendah secara berurut diperoleh pada perbandingan 1:2:1 dan 1:1:1. Kalium diperlukan tanaman untuk berbagai fungsi fisiologis, termasuk didalamnya adalah metabolisme karbohidrat, aktivitas enzim, regulasi osmotik, efisiensi penggunaan air, serapan unsur nitrogen, sintesa protein dan translokasi asimilat. Kalium juga mempunyai peranan dalam meningkatkan ketahanan terhadap penyakit tanaman tertentu dan perbaikan kualitas hasil tanaman (Rahmawan et al., 2019).

Sehingga berdasarkan data pada tabel 2 diketahui perbandingan dengan kadar NPK paling optimal adalah 1:1:2 dan 1:2:1 sebab adanya kesesuaian antara kadar nitrogen, fosfor dan kalium yang tidak hanya mencondongkan salah satu dari ketiga unsur hara yang dibutuhkan

Tabel 3. Syarat Mutu Pupuk Organik (SNI 19-7030- 2004)

No	Parameter unsure	Satuan	Minimum	Maksimum
2	Bau	-	-	Berbau tanah
3	Warna	-	-	Kehitaman
4	Nitrogen	%	0,40	-
5	Fosfor	%	0,10	-
6	Kalium	%	0,20	-

Tingkat keasaman atau pH pada media tanam perlu untuk diketahui sebab dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dalam menentukan mudah tidaknya ion-ion unsur hara diserap oleh tanaman. Unsur hara akan mudah diserap tanaman pada pH 6-7, karena pada pH tersebut sebagian besar unsur hara akan mudah larut dalam air. Derajat pH dalam media

tanam juga dapat menunjukkan keberadaan unsur-unsur yang bersifat racun bagi tanaman (Karamina et al., 2019). Berdasarkan beberapa perbandingan yang dilakukan, pH media tanam yang termasuk mendekati netral (pH 7) untuk lebih lengkap ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Perbandingan Sampel terhadap Keoptimalan pH pada Media Tanam

Perbandingan	pH
1:1:1	6,70
1:1:2	6,63
2:1:1	6,90
1:2:1	7,15

Tanah masam akan banyak ditemukan unsur aluminium (Al) yang selain meracuni tanaman juga mengikat *phosphor* sehingga tidak bisa diserap tanaman. Selain itu pada tanah masam juga terlalu banyak unsur mikro yang bisa meracuni tanaman. Sedangkan pada tanah basa banyak ditemukan unsur Na (Natrium) dan Mo (Molibdenum) (Rukmana *et al.*, 2020) Sehingga, apabila terlalu alkali maka unsure tersebut bertindak sebagai racun bagi tanaman. Dengan itu, diketahui bahwa perbandingan pupuk 1:1:1, 1:1:2, 2:1:1 menunjukkan nilai pH yang relatif baik bagi tanaman. Untuk perbandingan 1:2:1 telah memiliki nilai pH lebih dari 7. Sehingga, dikhawatirkan dapat meracuni tanaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil paling optimal dalam pencampuran tandan kosong kelapa sawit, tanah sisa pembakaran smelter nikel dan ampas kelapa dalam pembuatan media tanam yaitu pada perbandingan 1:1:2 yaitu dengan nitrogen 19,66%, fosfor 1,10%, dan kalium 5,19% dan pH 6,63.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Winarti, C., dan Warsiyah, W. 2018. Kualitas Pupuk Organik Limbah Ampas Kelapa dan Kopi terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Rekayasa Lingkungan* Vol. 18 (2).
- Arnesti, T., Nazip, K., dan Santri, D. J. 2015. Ampas Kelapa sebagai Campuran Media Tanam Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Jamur Tiram (*Pleurotus Ostreatus*) dan Aplikasinya sebagai Materi pada Pembelajaran Biologi SMA. *Jurnal Pembelajaran Biologi: Jurnal Kajian Biologi dan Pembelajarannya* Vol. 2 (1).
- Destyorini, F., dan Indayaningsih, N. 2017. Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Kertas Karbon. *Jurnal Piston* Vol. 1 (2).
- Febriana, S., Priyadi, dan Rianida, T. 2021. Pengaruh Aplikasi Abu Terbang Batubara dan Pupuk Kandang sebagai Bahan Amelioran terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung (*Ipomea Reptans Poir*). *Jurnal Agrotek Tropika* Vol. 9 (1).
- Indrawan, I. M. O., Widana, G. A. B., dan Oviantari, M. V. 2015. Analisis Kadar N, P, K dalam Pupuk Kompos Produksi TPA Jagaraga, Buleleng. *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya* Vol. 9 (2).
- Kramawijaya, A. G. 2017. Kajian Emisi Partikulat dan Gas dari Suatu Pertambangan Nikel di Halmahera Tengah. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan* Vol. 1 (2).
- Mendrofa, A. N., Gea, N., dan Gea, K. 2023. Pengaruh Pupuk Organik Ampas Kelapa terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum Mill*). *Jurnal Sapta Agrica* Vol 2 (1).
- Putri, W.Y.E., dan Novi, A. Akumulasi Cu Dan Pb pada Kerang Darah *Anadara Granosa* yang Berasal dari Perairan Muara Sungai Musi. *Jurnal Penelitian Sains* Vol. 24 (1).
- Rosalina, R., Pracahyani, R., dan Ningrum, N. P. 2020. Uji Kualitas Pupuk Kompos Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Metode *Aerob Effective Microorganisms 4* (EM4) dan *Black Soldier Fly* (BSF). *J. Warta Akab* Vol. 44 (2).
- Rukmana, A., Susilawati, H., dan Galang, G. 2020. Pencatat pH Tanah Otomatis. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Teknik Elektro Telekomunikasi Indonesia* Vol. 10 (1).
- Warsito, J., Sabang, S. M., dan Mustapa, K. 2016. Pembuatan Pupuk Organik dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Akademika Kimia* Vol. 5 (1).
- Wiyantoko, B., Kurniawati, P. dan Purbaningtiyas, T. E. 2017. Pengujian Nitrogen Total, Kandungan Air dan Cemar Logam Timbal pada Pupuk Anorganik Nitrogen Phospor Kalium (NPK) Padat. *Jurnal Sains dan Teknologi* Vol. 10 (1).