

Ariyanti, M. · E.B. Keliat · C. Suherman · S. Rosniawaty · M.A. Soleh

## Respons pertumbuhan biomassa bagian atas bibit kelapa sawit akibat pemberian kompos pelepah kelapa sawit, pupuk hayati, dan asam humat

**Sari.** Pemberian pupuk anorganik dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, tetapi penggunaan secara terus menerus menyebabkan dampak kurang baik bagi tanaman dan lingkungan pertanaman. Penelitian ini berkaitan dengan pentingnya penggunaan pupuk organik dalam mengurangi penggunaan pupuk anorganik sebagai salah satu langkah untuk mewujudkan perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) yang berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui respons pertumbuhan biomassa bagian atas bibit kelapa sawit akibat pemberian kompos pelepah kelapa sawit yang dikombinasikan dengan pupuk hayati dan asam humat. Percobaan dilaksanakan di Kebun Percobaan Ciparanje, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran pada bulan Januari – Juli 2020. Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan sembilan perlakuan, yaitu (A) 10 g pupuk anorganik, (B) 10 g pupuk hayati, (C) 25 mL asam humat, (D) 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati, (E) 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati, (F) 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat, (G) 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati, (H) 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati, (I) 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan pemberian 1600 g kompos pelepah kelapa sawit yang dikombinasikan dengan 10 g pupuk hayati mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit, lilit batang, dan kandungan klorofil daun berturut-turut sebesar 62,67%, 25,88% dan 24,30% pada enam bulan setelah perlakuan.

**Kata kunci:** Asam humat · Bibit kelapa sawit · Kompos pelepah kelapa sawit · Pupuk hayati

## Growth response of upper biomass of oil palm seedlings due to application of oil palm frond compost, biofertilizer and humic acid

**Abstract.** The application of inorganic fertilizer is able to improve the plant growth, however, its application continuously stimulate negative impact for both plant and environment. This research relates to the importance of using organic fertilizers in reducing the use of inorganic fertilizers as a step towards realizing sustainable oil palm plantations. This research aimed to determine the growth response of upper biomass of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedlings due to application of oil palm frond compost, biofertilizer and humic acid. The experiment was conducted at Ciparanje Field of Experiment, Padjadjaran University, from January until July 2020. Experiment design used was randomized block design (RDB) with nine treatments and each treatment was replicated three times. The treatments consisted of (A) 10 g inorganic fertilizer, (B) 10 g biofertilizer, (C) 25 mL humic acid, (D) 800 g oil palm frond compost and 5 g biofertilizer, (E) 800 g oil palm frond compost and 10 g biofertilizer, (F) 800 g oil palm frond compost and 25 mL humic acid, (G) 1600 g oil palm frond compost and 5 g biofertilizer, (H) 1600 g oil palm frond compost and 10 g biofertilizer, (I) 1600 g oil palm frond compost and 25 mL humic acid. The results of this research showed that combination of 1600 g oil palm frond compost and 10 g biofertilizer was able to increase plant height up to 62.67 %, the stem diameter up to 25.95 % and increased chlorophyll content up to 24.30 % at 6 months after treatment.

**Keywords:** Biofertilizer · Humic acid · Oil palm frond compost · Oil palm seedling

Diterima : 18 Februari 2022, Disetujui : 17 Desember 2022, Dipublikasikan : 21 Desember 2022

DOI: <http://dx.doi.org/10.24198/kultivasi.v21i3.37975>

---

Ariyanti, M.<sup>1</sup> · E.B. Keliat<sup>2</sup> · C. Suherman<sup>1</sup> · S. Rosniawaty<sup>1</sup> · M. A. Soleh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dept. Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang Km. 21 Sumedang 45363

<sup>2</sup> Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jalan Raya Bandung Sumedang Km. 21 Sumedang 45363

Korespondensi: [mira.ariyanti@unpad.ac.id](mailto:mira.ariyanti@unpad.ac.id)

## Pendahuluan

Pertumbuhan bibit kelapa sawit yang jagur sangat menentukan tingkat keberhasilan pencapaian produktivitas tanaman kelapa sawit. Pertumbuhan bibit yang baik memerlukan input produksi berupa pemupukan secara tepat dan bijaksana, yaitu tepat dalam ukuran dosis yang diberikan dan bijaksana dalam pemilihan jenis pupuk yang sesuai bagi tanaman dan memberikan dampak positif bagi lingkungan.

Pupuk berbahan baku material yang berasal dari limbah perkebunan kelapa sawit sendiri mulai diperhatikan untuk dimanfaatkan secara lebih luas dan berkelanjutan. Salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan adalah pelepah kelapa sawit. Limbah tersebut dihasilkan dari proses pemanenan dan pemangkasan. Pada skala penelitian, pelepah kelapa sawit telah digunakan sebagai bahan pembuatan berbagai material. Pada skala komersial, pelepah kelapa sawit diambil lidinya untuk berbagai material, ada juga di beberapa penelitian skala cukup besar yang menggunakan pelepah ini sebagai bahan pakan ternak. Menurut Nurhaita *et al.* (2016), pakan dari pelepah sawit olahan cukup disukai ternak sehingga menjadi solusi dalam masalah kesulitan pakan hijauan. Meskipun demikian, pelepah biasanya hanya diletakkan di antara barisan tanaman kelapa sawit (gawangan mati) dan dibiarkan melapuk dengan sendirinya. Proses tersebut membutuhkan waktu yang lama agar pelepah terdekomposisi, sehingga perlu dibuat kompos.

Kompos yang berasal dari pelepah kelapa sawit memberikan efek yang baik pada pertumbuhan bibit kelapa sawit. Penelitian Ariyanti *et al.* (2019a), kombinasi 800 g kompos pelepah kelapa sawit dan 40 g NPK menghasilkan tinggi tanaman, bobot kering tajuk dan bobot kering akar bibit kelapa sawit terbaik pada pre-nursery. Berdasarkan penelitian Daryono dan Alkas (2017), kompos pelepah kelapa sawit yang dibuat dari campuran 25 kg pelepah kelapa sawit + 8 kg kotoran ayam + 2 kg dedak + 300 ml EM4 menghasilkan unsur hara 31,30% C-organik, 3,28% N-total, 1,09% fosfor, dan 2,47% kalium.

Pemanfaatan kompos pelepah dapat dipadukan dengan berbagai bahan lainnya seperti pupuk hayati dan asam humat yang mengandung mikroorganisme yang dapat

membantu proses dekomposisi bahan organik dan memperkaya kesuburannya. Pupuk hayati yang kaya mikroba dapat dikombinasikan dengan pupuk organik secara tepat akan berpengaruh positif terhadap ketersediaan hara, ketahanan terhadap penyakit, dan peningkatan kesehatan tanah, sehingga pertumbuhan tanaman lebih baik. Pupuk hayati juga berfungsi meningkatkan efisiensi pemupukan dan mengurangi penggunaan pupuk kimia hingga 25% (Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2019).

Berdasarkan penelitian Sinulingga *et al.* (2015), pemberian pupuk hayati cair formula FS01 dengan dosis 5 mL/Liter air memberikan pertumbuhan yang cenderung baik pada parameter jumlah daun, total luas daun, bobot basah tajuk, bobot basah akar, bobot kering akar tajuk, dan ratio akar tajuk bibit kelapa sawit *pre-nursery*. Penelitian Sumihar (2012), menyatakan pemberian pupuk hayati Feng Shou (*Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., dan bakteri selulolitik) dengan konsentrasi 15 mL/L air dapat meningkatkan tinggi bibit pada umur 10 MST dan meningkatkan K-tukar dalam media tanam bibit kelapa sawit di pembibitan awal. Aplikasi pupuk hayati 10 g/polybag yang dicampur pada media tanam sebelum pindah tanam menghasilkan pertumbuhan bibit kelapa sawit terbaik pada tahap main-nursery (Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2019).

Fungsi asam humat dalam tanah adalah sebagai sumber karbon yang dapat menstimulasi perkembangan mikroorganisme tanah sehingga berfungsi dalam proses dekomposisi yang menghasilkan humus (Darmawan, 2017). Potensi asam humat dalam meningkatkan kesehatan tanah terutama dalam penyediaan karbon pada tanah miskin kadar C-organik (Ahmad *et al.*, 2015). Berdasarkan penelitian Santi (2016), penambahan asam humat sebanyak 7,5 – 12 mL pada 10 kg tanah Humic Dystrudept dapat meningkatkan pH tanah menjadi 7,1 – 7,9 dari pH tanah awal sebesar 5,2. Menurut Kuvaini (2014), kandungan hara pada jaringan tanaman bibit kelapa sawit umur 3 BST (bulan setelah tanam) yang diberi perlakuan penambahan 1 g NPK dan 25 g asam humat meningkatkan kandungan N 0,64%, P 198%, dan K 0,132%. Selain itu pemberian asam humat dengan dosis 25 g/polybag dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tahap *main nursery* (Effendi, 2014). Pemberian 30 mL asam humat dengan 3200 g kompos asal pelepah kelapa sawit menunjukkan

pertumbuhan tinggi tanaman dan kandungan klorofil daun terbaik tanaman kelapa sawit belum menghasilkan pada empat bulan setelah perlakuan (Ariyanti *et al.*, 2019b).

Berdasarkan hal tersebut, pemberian kompos pelepah kelapa sawit, pupuk hayati, dan asam humat penting dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit. Kebaruan penelitian ini adalah pemanfaatan pupuk hayati yang dicampurkan dengan kompos pelepah kelapa sawit yang berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya menggunakan asam humat sebagai pencampur dengan kompos pelepah kelapa sawit. Selain itu, penelitian ini dilakukan untuk menguji perbedaan keefektifan antara pupuk hayati dan asam humat sebagai campuran dengan kompos pelepah kelapa sawit dalam pengaruhnya terhadap pertumbuhan biomassa bagian atas bibit kelapa sawit. Keefektifan ini diuji dengan menbandingkan perlakuan kompos pelepah kelapa sawit, pupuk hayati dan asam humat dengan perlakuan pupuk anorganik sebagai pupuk konvensional di pembibitan kelapa sawit.

## Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Ciparanje, Kabupaten Sumedang, dengan ketinggian  $\pm 750$  meter di atas permukaan laut. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai Juli 2020. Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan sembilan perlakuan, yaitu (A) 10 g pupuk anorganik (mengandung 16% N, 16%  $P_2O_5$  dan 16%  $K_2O$ ), (B) 10 g pupuk hayati, (C) 25 mL asam humat, (D) 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati, (E) 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati, (F) 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat, (G) 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati, (H) 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati, (I) 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat. Setiap perlakuan diulang tiga kali dengan sampel berjumlah tiga bibit sehingga jumlah sampel keseluruhan adalah 81 bibit kelapa sawit. Campuran kompos pelepah kelapa sawit dengan asam humat dan pupuk hayati digunakan sebagai pembanding dengan pupuk anorganik yang biasa diberikan pada pembibitan kelapa sawit. Pupuk hayati yang

digunakan mengandung  $>10^8$  bakteri penambat nitrogen (*Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Bacillus* sp.), pelarut fosfat (*Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp.) dan penghasil IAA (Indole Acetic Acid) yang berfungsi sebagai *plant growth promoting bacteria* (PGPR) (Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2019).

Bahan tanam yang digunakan adalah bibit kelapa sawit varietas Simalungun berumur empat bulan. Media tanam berupa tanah Inceptisol yang dicampur kompos pelepah kelapa sawit sesuai dengan dosis perlakuan. Kompos pelepah kelapa sawit sebelumnya telah didekomposisikan selama kurang lebih tiga bulan. Pupuk anorganik, pupuk hayati, dan asam humat diberikan pada media tanam di sekitar perakaran bibit di polybag ukuran 40 cm x 40 cm setiap bulan selama waktu penelitian. Pupuk hayati diberikan dengan cara ditabur sedangkan asam humat diberikan dengan cara disiramkan. Dilakukan pengenceran asam humat sebelum diberikan dengan ketentuan setiap 0,025 L asam humat diencerkan dengan 1,25 L air.

Pengamatan dilakukan terhadap komponen tinggi tanaman yang diukur dari pangkal batang yang telah diberi tanda sampai dengan bagian daun tertinggi yaitu seluruh daun yang dikumpulkan menjadi satu dan diukur pada bagian tertinggi, lilit batang diukur pada ketinggian 10 cm dari pangkal batang, jumlah daun dan luas daun yang telah membuka sempurna, kandungan klorofil daun tengah (daun ke-3 dari atas) dan sudah membuka sempurna. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan software SASM Agri versi 8.1.

## Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 menyajikan data mengenai pertumbuhan tinggi bibit kelapa sawit yang tidak berbeda nyata pada 0 bulan setelah perlakuan (BSP) sampai 2 BSP dengan pemberian kompos pelepah kelapa sawit baik yang dikombinasikan dengan pupuk hayati maupun asam humat. Bibit kelapa sawit pada awal penelitian dikategorikan seragam yang ditandai dengan keadaan tinggi bibit yang tidak berbeda nyata diantara plot perlakuan. Pengaruh perlakuan H (1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati) terhadap pertumbuhan tinggi bibit pada pengamatan 3

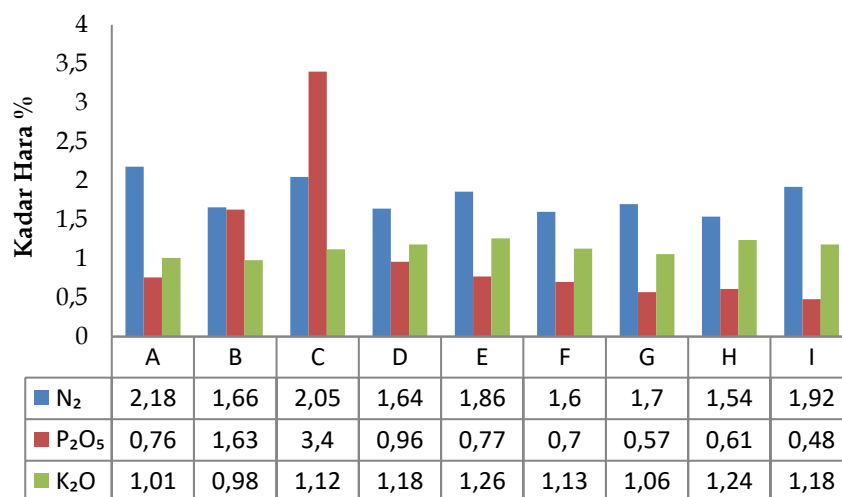
BSP - 4 BSP tidak berbeda nyata dengan pengaruh perlakuan I (1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat). Pada 5 - 6 BSP perlakuan H nyata mendorong pertumbuhan bibit lebih tinggi daripada perlakuan lainnya. Dibandingkan dengan perlakuan pupuk anorganik, perlakuan H menyebabkan pertumbuhan bibit rata-rata 62,67% lebih tinggi.

Pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan tinggi bibit ditunjukkan oleh perlakuan pupuk anorganik (perlakuan A), juga pupuk hayati dan asam humat yang diberikan secara tunggal (perlakuan B dan C). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun pupuk anorganik yang digunakan mengandung N yang tinggi (16% N) dibandingkan pupuk yang lainnya tapi nyatanya tidak seluruhnya terserap oleh bibit dan sebagian besar tersimpan dalam media tanam atau hilang.

Gambar 1 menunjukkan kandungan hara daun bibit kelapa sawit pada umur 6 BSP. Kandungan hara N di daun pada perlakuan A, B dan C berturut-turut sebesar 2,18%, 1,66%, 2,05%. Perlakuan B (pupuk hayati) menunjukkan kandungan N yang rendah dibandingkan perlakuan A dan C dimana unsur yang ada kemungkinan sudah banyak digunakan untuk

mendorong pertumbuhan tinggi tanaman. Hal tersebut didukung oleh perlakuan H yang memiliki kandungan N daun yang paling rendah dibandingkan perlakuan lain, tapi pertumbuhan bibit yang dihasilkan justru lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Secara umum, pertumbuhan tanaman optimum jika kadar hara dalam jaringan seimbang. Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar  $K_2O$  pada perlakuan B paling rendah, sementara secara umum keperluan hara pada tanaman kelapa sawit biasanya mengikuti pola  $K>N>P$ . Berdasarkan hukum Liebig, perlakuan H (1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati) merupakan kombinasi pupuk terbaik dibanding perlakuan lain. Hal ini dikaitkan dengan kandungan  $K_2O$  pada perlakuan yang lebih mencukupi untuk mendukung pertumbuhan bibit kelapa sawit.

Pupuk hayati mengandung bakteri pelarut N, pelarut fosfat, dan penghasil IAA yang dapat menstimulasi penyediaan N yang lebih memungkinkan terserap dan terpakai langsung oleh tanaman untuk mendukung proses metabolisme tanaman. Keadaan ini sangat menguntungkan dengan adanya kompos pelepah kelapa sawit yang juga mengandung beberapa hormon pertumbuhan diantaranya IAA,  $GA_3$ , dan zeatin.



Keterangan.: Perlakuan A = 10 g pupuk anorganik; B = 10 g pupuk hayati; C = 25 mL asam humat; D = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati; E = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati; F = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat; G = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati; H = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati; I = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat

**Gambar 1.** Diagram kadar hara pada daun bibit kelapa sawit (6 BSP) dengan pemberian kompos pelepah kelapa sawit, pupuk hayati dan asam humat

**Tabel 1. Respons pertumbuhan tinggi bibit kelapa sawit pada 0 - 6 BSP akibat pemberian kompos pelepah kelapa sawit baik, pupuk hayati, dan asam humat**

| Perlakuan | Tinggi Bibit Kelapa Sawit (cm) |        |        |         |         |        |        |
|-----------|--------------------------------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
|           | 0 BSP                          | 1 BSP  | 2 BSP  | 3 BSP   | 4 BSP   | 5 BSP  | 6 BSP  |
| A         | 17,38a                         | 18,75a | 21,12a | 23,91a  | 28,47a  | 32,67a | 38,95a |
| B         | 19,08a                         | 19,88a | 22,34a | 23,71a  | 28,09a  | 33,06a | 38,02a |
| C         | 18,14a                         | 19,57a | 21,09a | 23,59a  | 28,80a  | 32,90a | 37,00a |
| D         | 17,81a                         | 18,69a | 19,88a | 24,11a  | 30,07a  | 33,74a | 38,55a |
| E         | 18,97a                         | 20,48a | 22,32a | 24,00a  | 27,57a  | 32,51a | 39,21a |
| F         | 18,37a                         | 19,62a | 20,91a | 23,06a  | 28,10a  | 32,44a | 38,06a |
| G         | 19,11a                         | 20,56a | 21,88a | 28,51b  | 36,71b  | 44,10b | 49,03b |
| H         | 19,30a                         | 20,72a | 22,90a | 32,74c  | 43,42c  | 55,83c | 63,36c |
| I         | 18,56a                         | 19,32a | 21,52a | 28,99bc | 40,53bc | 47,16b | 53,78b |

Keterangan:

- 1). Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh berbeda nyata menurut hasil Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%.
- 2). Perlakuan A = 10 g pupuk anorganik; B = 10 g pupuk hayati; C = 25 mL asam humat; D = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati; E = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati; F = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat; G = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati; H = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati; I = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat

Pertumbuhan meninggi bibit kelapa sawit perlu diperhitungkan sebagai dasar dalam mempersiapkan bibit yang berkualitas untuk siap dipindah ke lapangan. Pengaruh nutrisi yang diberikan pada bibit menjadi pertimbangan dalam menopang pertumbuhan dan perkembangan bibit kelapa sawit selama tahap pembibitan baik pada pembibitan awal (prenursery) maupun pembibitan utama (main nursery). Nutrisi diperoleh bibit dari media tanam yang dapat menyediakan unsur hara yang cukup ditunjang dengan ketersediaan air yang cukup pula. Unsur nitrogen yang berasal dari kompos pelepah kelapa sawit berperan penting dalam mendukung pertumbuhan meninggi bibit. Menurut Razaq *et al.* (2017),

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan pupuk yang diberikan tidak memberikan perbedaan nyata pada pertumbuhan tinggi bibit kelapa sawit 0 - 2 BSP. Terdapat kecenderungan pertumbuhan yang baik dengan pemberian kompos pelepah kelapa sawit, pupuk hayati, dan asam humat. Hal ini menunjukkan bahwa sifat kompos dan campurannya yang lambat menyediakan unsur hara bagi tanaman (*slow release*) menciptakan keadaan suplai unsur hara yang lebih stabil. Keadaan tersebut menguntungkan bagi tanaman mengingat bahwa unsur hara yang tidak cepat diserap oleh tanaman dan tertahan dalam media tanam kemungkinan akan hilang dan tidak dapat dimanfaatkan tanaman secara optimal.

Pada 3 - 6 BSP, perlakuan H (1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk

pemberian N dan P berpengaruh terhadap tinggi tanaman.

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, kandungan N dalam kompos pelepah kelapa sawit sebesar 1,46% berperan dalam mempercepat pertumbuhan tinggi tanaman. Semakin tinggi dosis kompos maka akan semakin banyak kandungan hara yang akan mencukupi kebutuhan hara tanaman. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Ariyanti *et al.* (2019a) yang menyatakan bahwa pemberian 800 g/tanaman kompos asal pelepah kelapa sawit yang dikombinasikan dengan 40 g/tanaman NPK berpengaruh baik terhadap pertumbuhan tanaman terutama pada tinggi bibit kelapa sawit sampai umur empat bulan. hayati) mampu mendorong pertumbuhan bibit kelapa sawit lebih tinggi. Pada umur 6 BSP, pemberian 1600 g kompos pelepah kelapa sawit dan 10 g pupuk hayati (perlakuan H) secara nyata meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit kelapa sawit sebesar 62,67%. Angka persentase peningkatan ini diperoleh dengan membandingkan pertumbuhan tinggi bibit kelapa sawit pada perlakuan H dengan perlakuan A (pupuk anorganik).

Hara yang lebih seimbang terutama kecukupan yang lebih baik pada K menyebabkan pertumbuhan tinggi bibit pada perlakuan H nyata lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Penambahan pupuk hayati tidak hanya meningkatkan kandungan nutrisi tanah, tetapi juga meningkatkan pertumbuhan dan mengaktifkan biota tanah yang sangat

berpengaruh dalam melarutkan senyawa agar lebih cepat menjadi tersedia bagi tanaman (Mohamed *et al.*, 2019).

Hasil penelitian menunjukkan pula bahwa pengaruh asam humat sebagai campuran kompos pelepah kelapa sawit dapat digantikan dengan pupuk hayati. Pupuk hayati dan asam humat berperan memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah sehingga tanah mampu mensuplai unsur hara yang cukup untuk diserap oleh tanaman.

Kompos pelepah kelapa sawit mengandung zeatin 0,0064 %, IAA 0,0051 %, GA<sub>3</sub> 0,0048 %, ABA 0,0063 % (Ariyanti, 2021). Hormon tanaman yang terdapat dalam kompos pelepah kelapa sawit juga berpengaruh dalam menunjang peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman. Auksin pada kompos pelepah kelapa sawit berperan sebagai pemicu pemanjangan sel di daerah belakang meristem ujung sehingga terdapat terjadi peningkatan pertambahan tinggi tanaman (Wardani, 2020).

Tabel 2 menyajikan data mengenai pertumbuhan lilit batang bibit kelapa sawit dengan pemberian kompos pelepah kelapa sawit baik yang dikombinasikan dengan pupuk hayati maupun asam humat pada 0 - 6 BSP. Pertumbuhan lilit batang relatif seragam dengan perbedaan perlakuan pemupukan yang diberikan sampai dengan 4 BSP. Pengaruh yang berbeda baru terlihat pada 5 dan 6 BSP dimana perlakuan H berpengaruh lebih baik dalam merangsang pertumbuhan lilit batang bibit kelapa sawit dan 25,88% lebih besar dibandingkan dengan

perlakuan dengan pupuk anorganik. Pemberian kompos pelepah kelapa sawit dengan dosis 1600 g baik yang dikombinasikan dengan pupuk hayati (5 g dan 10 g) maupun asam humat (25 mL) berpengaruh sama terhadap pertumbuhan lilit batang bibit kelapa sawit pada 5 BSP. Pengaruh perlakuan tersebut nyatanya berpengaruh sama dengan perlakuan E (800 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati) terhadap pertumbuhan lilit batang bibit pada 6 BSP.

Peningkatan pertumbuhan lilit batang terjadi seiring dengan penambahan dosis kompos pelepah kelapa sawit. Hal ini disebabkan karena unsur P dan K yang berasal dari kompos pelepah kelapa sawit sangat mempengaruhi pertumbuhan lilit batang. Kedua unsur ini berperan dalam translokasi fotosintat, membantu pembentukan karbohidrat, dan menghasilkan protein untuk memperkuat jaringan tanaman. Kandungan unsur hara pada daun untuk setiap perlakuan tertera pada Gambar 1.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan H (1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati) mampu meningkatkan pertumbuhan lilit batang bibit kelapa sawit. Hal ini didasarkan bahwa kompos pelepah kelapa sawit merupakan sumber hara makro dan mikro yang lengkap meskipun dalam jumlah yang rendah. Kompos pelepah kelapa sawit mengandung hara makro yaitu 1,46% N, 15,75% Ca, 0,71% Mg, dan hara mikro yaitu 2,97% Fe, 0,2% S, 21,62 ppm Zn, 2,13 ppm Cd, 172,28 ppm B (Ariyanti, 2021).

**Tabel 2. Respons pertumbuhan lilit batang bibit kelapa sawit pada 0 - 6 BSP akibat pemberian kompos pelepah kelapa sawit, pupuk hayati dan asam humat**

| Perlakuan | Lilit Batang Bibit Kelapa Sawit (cm) |       |       |       |       |        |        |
|-----------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
|           | 0 BSP                                | 1 BSP | 2 BSP | 3 BSP | 4 BSP | 5 BSP  | 6 BSP  |
| A         | 2,12a                                | 2,90a | 3,30a | 3,77a | 4,39a | 5,058a | 6,26a  |
| B         | 2,38a                                | 2,95a | 3,38a | 4,07a | 4,71a | 5,50ab | 6,20a  |
| C         | 2,25a                                | 2,84a | 3,21a | 3,86a | 4,69a | 5,45ab | 6,23a  |
| D         | 2,19a                                | 2,91a | 3,21a | 3,87a | 4,74a | 5,48ab | 6,29a  |
| E         | 2,33a                                | 3,04a | 3,43a | 4,11a | 4,96a | 6,08bc | 7,32bc |
| F         | 2,16a                                | 3,02a | 3,19a | 4,08a | 5,06a | 5,92b  | 7,04b  |
| G         | 2,26a                                | 3,08a | 3,50a | 4,52a | 5,44a | 6,65cd | 7,56bc |
| H         | 2,27a                                | 2,98a | 3,44a | 4,44a | 5,40a | 6,89d  | 7,88c  |
| I         | 1,93a                                | 2,77a | 3,21a | 4,33a | 5,72a | 6,84d  | 7,79bc |

Keterangan:

- 1). Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh berbeda nyata menurut hasil Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%.
- 2). Perlakuan A = 10 g pupuk anorganik; B = 10 g pupuk hayati; C = 25 mL asam humat; D = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati; E = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati; F = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat; G = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati; H = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati; I = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat

Penambahan pupuk hayati pada kompos pelepah kelapa sawit akan memacu perkembangbiakan, aktivitas dan populasi mikroba tanah. Mikroba yang terkandung dalam pupuk hayati yang digunakan pada penelitian ini adalah bakteri penambat nitrogen (*Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Bacillus* sp.), pelarut fosfat (*Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp.) dan penghasil IAA (Indole Acetic Acid) yang berfungsi sebagai *plant growth promoting bacteria* (PGPR) (Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2019). Berdasarkan penelitian Sodiq *et al.* (2014), kombinasi perlakuan pupuk organik dan pupuk hayati dengan batuan fosfat lebih berpengaruh dalam meningkatkan diameter batang bibit kelapa sawit umur 22 MST (18,15 mm) dibanding dengan pemberian pupuk fosfat tanpa kombinasi dengan pupuk organik dan pupuk hayati (15,01 mm).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kompos pelepah kelapa sawit yang dikombinasikan baik dengan pupuk hayati maupun asam humat berpengaruh baik terhadap pertumbuhan lilit batang bibit kelapa sawit. Unsur yang terkandung asam humat sangat kompleks, diantaranya C, N, P, H, N, O, dan S serta unsur lain seperti Na, Mg, K, Mn, Fe dan Al (Tan, 2003). Kandungan P dan K pada asam humat yang berimbang mampu menutupi kekurangan unsur hara pada kompos pelepah

kelapa sawit, dengan demikian akan meningkatkan lilit batang bibit kelapa sawit. Hal ini sejalan dengan penelitian Sembiring *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa interaksi pemberian 25 dan 50 g/polybag asam humat dicampur dengan 75 g/polybag TTKS (tandan kosong kelapa sawit) menunjukkan pertambahan lilit batang tertinggi pada bibit kelapa sawit umur 7 bulan dengan rata-rata pertambahan sebesar 1,35 cm.

Tabel 3 menyajikan data mengenai pertumbuhan jumlah daun bibit kelapa sawit dengan pemberian kompos pelepah kelapa sawit baik yang dikombinasikan dengan pupuk hayati maupun asam humat pada 0 – 6 BSP. Pengaruh perlakuan tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap jumlah daun bibit yang dihasilkan. Perlakuan dengan pemberian 1600 g kompos pelepah kelapa sawit cenderung berpengaruh baik terhadap pertumbuhan daun dibandingkan perlakuan dengan pupuk anorganik.

Martoyo (2001) menyatakan bahwa pada umumnya penambahan jumlah daun akibat pemberian pupuk kurang memberikan pengaruh yang signifikan karena penambahan jumlah daun berhubungan erat dengan faktor genetik tanaman. Kelapa sawit secara alami menumbuhkan satu daun setiap bulannya sampai bibit berumur 6 bulan (Verhey, 2011).

**Tabel 3. Respons pertumbuhan jumlah daun bibit kelapa sawit pada 0 – 6 BSP akibat pemberian kompos pelepah kelapa sawit baik, pupuk hayati dan asam humat**

| Perlakuan | Jumlah Daun Bibit Kelapa Sawit (helai) |       |       |       |       |       |        |
|-----------|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|           | 0 BSP                                  | 1 BSP | 2 BSP | 3 BSP | 4 BSP | 5 BSP | 6 BSP  |
| A         | 3,56a                                  | 4,66a | 5,00a | 6,44a | 7,78a | 8,89a | 9,33a  |
| B         | 3,66a                                  | 4,22a | 5,11a | 6,67a | 7,33a | 8,06a | 9,11a  |
| C         | 4,45a                                  | 5,00a | 5,33a | 6,78a | 7,89a | 8,67a | 9,56a  |
| D         | 3,67a                                  | 4,55a | 4,89a | 6,34a | 7,00a | 8,05a | 9,00a  |
| E         | 4,33a                                  | 4,78a | 5,56a | 6,56a | 7,33a | 8,55a | 9,44a  |
| F         | 4,78a                                  | 5,67a | 6,00a | 6,89a | 7,67a | 8,67a | 9,89a  |
| G         | 3,67a                                  | 4,56a | 5,33a | 6,33a | 8,00a | 9,22a | 9,89a  |
| H         | 4,11a                                  | 4,89a | 5,67a | 6,94a | 8,18a | 9,33a | 10,17a |
| I         | 4,89a                                  | 5,22a | 6,22a | 7,33a | 8,50a | 9,33a | 10,44a |

Keterangan:

1. Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh berbeda nyata menurut hasil Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%.
2. Perlakuan A = 10 g pupuk anorganik; B = 10 g pupuk hayati; C = 25 mL asam humat; D = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati; E = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati; F = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat; G = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati; H = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati; I = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat

Pengaruh perlakuan pemupukan terhadap pertambahan jumlah daun tampaknya tidak berbeda antara perlakuan dengan pupuk anorganik dan pupuk organik baik dari segi dosis yang diberikan maupun jenis campuran yang digunakan. Perlakuan dengan pemberian 1600 g kompos pelepah kelapa sawit baik yang dikombinasikan dengan 10 g pupuk hayati maupun dengan 25 mL asam humat cenderung berpengaruh baik terhadap pertumbuhan daun dibandingkan perlakuan dengan pupuk anorganik. Hal tersebut membuktikan bahwa pemberian kompos pelepah kelapa sawit baik yang dikombinasikan dengan pupuk hayati maupun asam humat mampu menggantikan peran pupuk anorganik pada pembibitan kelapa sawit. Penambahan asam humat pada kompos pelepah kelapa sawit meningkatkan aktivitas hormon endogen seperti auksin, giberelin dan sitokinin, sedangkan pupuk hayati yang dikombinasikan dengan kompos pelepah kelapa sawit merangsang fiksasi nitrogen dan produksi fitohormon oleh mikroorganisme menguntungkan (Hidayatullah *et al.*, 2018).

Tabel 4 menyajikan data mengenai pertumbuhan luas daun bibit kelapa sawit dengan pemberian kompos pelepah kelapa sawit baik yang dikombinasikan dengan pupuk hayati maupun asam humat pada 0 – 6 BSP. Pemberian pupuk baik anorganik maupun organik (kompos pelepah kelapa sawit, pupuk hayati dan asam humat) tidak berpengaruh

nyata terhadap pertumbuhan luas daun bibit kelapa sawit sampai dengan 6 BSP.

Pertumbuhan daun selain ditinjau dari segi jumlahnya juga perlu ditinjau dari segi pertambahan luas yang terbentuk dan kandungan klorofilnya. Luas daun berkaitan erat dengan kemampuan tanaman melangsungkan proses fotosintesis dimana daun adalah organ utama tempat berlangsungnya proses tersebut. Luas daun yang optimal memungkinkan pengambilan sinar matahari yang cukup untuk menunjang proses fotosintesis yang berkaitan dengan klorofil daun sebagai elemen utama tanaman untuk berfotosintesis (Bai *et al.*, 2018). Luas daun merupakan salah satu komponen penting mempengaruhi morfologi tajuk tanaman. Kesuburan tanah yang lebih baik menghasilkan daun yang lebih besar.

Hasil penelitian menunjukkan pemberian 1600 g kompos pelepah kelapa sawit yang dikombinasikan dengan 10 g pupuk hayati (perlakuan H) pada bibit kelapa sawit memberikan kecenderungan peningkatan luas daun yang baik. Hal ini membuktikan bahwa pupuk hayati yang dikombinasikan dengan kompos pelepah kelapa sawit akan mengembalikan karbon, nitrogen, dan unsur hara dari tanah yang mendukung luas daun yang lebih besar (Rosenani *et al.*, 2016). Selain itu pemberian perlakuan H mampu menyediakan bahan organik tanah dan unsur hara yang cukup untuk mendukung pertumbuhan luas daun yang lebih baik.

**Tabel 4. Respons pertumbuhan luas daun bibit kelapa sawit pada 0 – 6 BSP akibat pemberian kompos pelepah kelapa sawit, pupuk hayati dan asam humat**

| Perlakuan | Luas Daun Bibit Kelapa Sawit (cm <sup>2</sup> ) |        |        |        |         |         |         |
|-----------|-------------------------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
|           | 0 BSP                                           | 1 BSP  | 2 BSP  | 3 BSP  | 4 BSP   | 5 BSP   | 6 BSP   |
| A         | 55,62a                                          | 61,19a | 72,42a | 78,21a | 87,55a  | 91,41a  | 96,32a  |
| B         | 60,11a                                          | 69,67a | 83,28a | 92,53a | 101,08a | 111,00a | 117,70a |
| C         | 49,65a                                          | 61,16a | 69,88a | 78,95  | 90,90a  | 99,17a  | 105,99a |
| D         | 48,89a                                          | 63,20a | 74,52a | 83,29a | 94,56a  | 103,69a | 109,22a |
| E         | 51,95a                                          | 66,94a | 80,72a | 92,19a | 103,38a | 112,36a | 119,99a |
| F         | 54,34a                                          | 61,98a | 72,11a | 81,77a | 96,22a  | 105,56a | 114,36a |
| G         | 54,16a                                          | 72,96a | 83,02a | 93,09a | 105,02a | 116,55a | 127,00a |
| H         | 54,80a                                          | 71,13a | 83,66a | 96,08a | 107,74a | 124,38a | 137,23a |
| I         | 44,31a                                          | 53,93a | 66,96a | 76,80a | 90,06a  | 99,76a  | 114,57a |

Keterangan:

1. Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh berbeda nyata menurut hasil Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%.
2. Perlakuan A = 10 g pupuk anorganik; B = 10 g pupuk hayati; C = 25 mL asam humat; D = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati; E = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati; F = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat; G = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati; H = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati; I = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat

Tabel 5 menyajikan data mengenai pertambahan kandungan klorofil daun bibit kelapa sawit dengan pemberian kompos pelepah kelapa sawit baik yang dikombinasikan dengan pupuk hayati maupun asam humat pada 1 – 6 BSP. Pengaruh yang berbeda nyata tampak pada 1, 2, 5, dan 6 BSP dengan adanya perlakuan pupuk baik anorganik maupun organik (kompos pelepah kelapa sawit, pupuk hayati, dan asam humat) terhadap kandungan klorofil daun bibit kelapa sawit.

Pada 1 BSP, pemberian 25 mL asam humat (perlakuan C) menyebabkan kandungan klorofil daun lebih tinggi pada bibit kelapa sawit dibandingkan bibit dengan perlakuan A, B, E, G, dan H. Pada 2 BSP, perlakuan D dan E (800 g kompos pelepah kelapa sawit baik yang dikombinasikan dengan 5 g pupuk hayati dan 10 g pupuk hayati) meningkatkan kandungan klorofil daun pada bibit kelapa sawit dan lebih tinggi dibandingkan bibit yang diberi perlakuan B (10 g pupuk hayati). Pada 3 dan 4 BSP, perlakuan pemupukan baik dengan pupuk anorganik maupun pupuk organik (kompos pelepah kelapa sawit, pupuk hayati, asam humat) berpengaruh sama terhadap kandungan klorofil daun.

Pada 5 BSP, bibit kelapa sawit yang diberi 25 mL asam humat (perlakuan C), 800 g kompos pelepah kelapa sawit ditambah 5 g pupuk hayati (perlakuan D) dan 1600 g kompos pelepah kelapa sawit yang ditambah 10 g pupuk hayati (perlakuan H) menunjukkan pertambahan kandungan klorofil daun nyata lebih tinggi

dibandingkan bibit yang diberi 10 g pupuk hayati (perlakuan B) dan 800 g kompos pelepah kelapa sawit dicampur 10 g pupuk hayati (perlakuan E). Pada 6 BSP, bibit kelapa sawit yang diberi 25 mL asam humat (perlakuan C), 1600 g kompos pelepah kelapa sawit yang ditambah 10 g pupuk hayati (perlakuan H), 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat (perlakuan I) menunjukkan kandungan klorofil daun nyata lebih tinggi dibandingkan bibit yang diberi 10 g pupuk hayati (perlakuan B), 800 g kompos pelepah kelapa sawit dicampur 10 g pupuk hayati (perlakuan E), 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat (perlakuan F).

Pada umur 6 BSP, pemberian 1600 g kompos pelepah kelapa sawit dan 10 g pupuk hayati (perlakuan H) secara nyata meningkatkan pertambahan kandungan klorofil daun sebesar 24,30%. Angka persentase peningkatan ini diperoleh dengan membandingkan pertambahan kandungan klorofil daun bibit kelapa sawit pada perlakuan H dengan perlakuan A (pupuk anorganik).

Kandungan klorofil daun perlu untuk diketahui terkait dengan peran daun sebagai organ fotosintesis dimana klorofil merupakan salah satu komponen penting untuk berlangsungnya fotosintesis. Pemberian pupuk hayati perlu ditambah 1600 g kompos pelepah kelapa sawit untuk mendapatkan respons yang sama dalam hal kandungan klorofil daun bibit kelapa sawit.

**Tabel 5. Respons pertambahan kandungan klorofil daun bibit kelapa sawit pada 1 – 6 BSP akibat pemberian kompos pelepah kelapa sawit, pupuk hayati dan asam humat**

| Perlakuan | Pertambahan Kandungan Klorofil Daun Bibit Kelapa Sawit ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) |         |        |        |          |         |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|--------|----------|---------|
|           | 1 BSP                                                                                | 2 BSP   | 3 BSP  | 4 BSP  | 5 BSP    | 6 BSP   |
| A         | 15,95a                                                                               | 21,52ab | 27,94a | 27,17a | 28,55bc  | 29,01bc |
| B         | 15,45a                                                                               | 19,32a  | 23,37a | 20,77a | 17,65a   | 19,09ab |
| C         | 24,58b                                                                               | 27,97ab | 31,18a | 33,18a | 30,05c   | 32,81c  |
| D         | 20,78ab                                                                              | 29,27b  | 32,63a | 30,50a | 31,97c   | 29,51bc |
| E         | 15,55a                                                                               | 28,59b  | 21,48a | 20,44a | 18,52ab  | 16,93a  |
| F         | 21,23ab                                                                              | 21,84ab | 19,25a | 20,95a | 24,35abc | 19,81ab |
| G         | 17,09a                                                                               | 26,03ab | 27,53a | 26,61a | 26,43abc | 28,45bc |
| H         | 17,88a                                                                               | 27,78ab | 27,82a | 27,72a | 33,39c   | 36,06c  |
| I         | 19,36ab                                                                              | 28,25ab | 28,12a | 26,61a | 26,32abc | 32,39c  |

Keterangan:

1. Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh berbeda nyata menurut hasil Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%.
2. Perlakuan A = 10 g pupuk anorganik; B = 10 g pupuk hayati; C = 25 mL asam humat; D = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati; E = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati; F = 800 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat; G = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 5 g pupuk hayati; H = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 10 g pupuk hayati; I = 1600 g kompos pelepah kelapa sawit + 25 mL asam humat.

Asam humat berpengaruh langsung dalam memperbaiki metabolisme tanaman, diantaranya peningkatan sintesis protein (Ferrara dan Brunetti, 2010). Pupuk hayati yang dikombinasikan dengan kompos pelepah kelapa sawit menghasilkan unsur N yang cukup, yang bertindak sebagai komponen dari senyawa klorofil dan enzim pertumbuhan (Choudhary *et al.*, 2012). Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Ekta *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa kombinasi pupuk organik dan pupuk hayati membantu perkembangan akar lebih baik sehingga memungkinkan penyerapan nutrisi dan air lebih baik dimana jumlah daun dan klorofil yang lebih banyak cenderung mengoptimalkan proses fotosintesis dan meningkatkan akumulasi makanan. Pembentukan klorofil berkorelasi dengan kandungan N. Kandungan N daun merupakan faktor yang kuat dalam mempengaruhi efisiensi penggunaan cahaya sehingga mempengaruhi laju fotosintesis secara optimal (Schlemmer *et al.*, 2013).

## Kesimpulan

1. Respons nyata pertumbuhan tajuk bibit kelapa sawit akibat pemberian kompos pelepah kelapa sawit, pupuk hayati dan asam humat ditunjukkan oleh variabel pertumbuhan tinggi tanaman, lilit batang dan kandungan klorofil daun.
2. Pemberian 1600 g kompos pelepah asal kelapa sawit yang dikombinasikan dengan 10 g pupuk hayati mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit, lilit batang dan kandungan klorofil daun berturut-turut sebesar 62,67%, 25,88% dan 24,30% pada enam bulan setelah perlakuan.

## Daftar Pustaka

- Ahmad, I., S. Ali, K.S. Khan, F. Hassan, and K. Bashir. 2015. Use of coal derived humic acid as soil conditioner to improve soil physical properties and wheat yield. *Int. J. Biosci.*, 6(12): 81-89.
- Ariyanti, M., I.R.D. Anjarsari, and G. Natali. 2019a. Utilization of organic fertilizer made out of oil palm midbrid in oil palm nursery. *International Journal on Advance Science Engineering Information Technology*, 9(4): 1324-1329.
- Ariyanti, M., Y. Maxiselly, S. Rosniawaty, dan R.A. Indrawan. 2019b. Pertumbuhan kelapa sawit belum menghasilkan dengan pemberian pupuk organik asal pelepah kelapa sawit dan asam humat. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 27(2): 71-82.
- Ariyanti, M. 2021. Manfaat pelepah sebagai sumber bahan organik pada media tanam kelapa sawit. *Jurnal Paspalum* 9(1): 77-85.
- Bai, B., Y.J. Zhang, L. Wang, M. Lee, B.Q.Ye. Rahmadsyah, Y. Alfiko, S. Purwantomo, A. Suwanto, and G.H. Yue. 2018. Mapping QLT for leaf area in oil palm using genotyping by sequencing. *Tree Genetics and Genomes*, 14: 31. <https://doi.org/10.1007/s11295-018-1245-1>
- Choudhary, S., A.K. Soni, and N.K. Jat. 2012. Effect of organic and inorganic sources of nutrients on growth, yield and quality of sprouting broccoli cv. Cbh-1. *Indian Journal of Horticulture*, 69(4): 550-554.
- Darmawan, 2017. Manfaat Asam Humat (*humic acid*) bagi Tanaman di Lahan Sawah sub Optimal Pasang Surut. <http://jabar.litbang.pertanian.go.id/index.php/info-teknologi/605-manfaat-asam-humus>. [26 November 2019].
- Daryono dan T.R. Alkas. 2017. Pemanfaatan limbah pelepah dan daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) sebagai pupuk kompos. *Jurnal Hutan Tropis*, 5(3): 188-195.
- Effendi, R. 2014. Pengaruh Pemberian Asam Humat dan Fosfat Alam terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada Main Nursery. [Skripsi] Padang: Fakultas Pertanian, Universitas Tamansiswa.
- Ekta, N., P. Shailaja, S.C. Pant, K. Sandeep, B. Pankaj, M. Bengia, and B.P. Nautiyal. 2017. Effect of organic manures and bio-fertilizers on growth, yield, quality and economics of broccoli (*Brassica oleracea* L. var Italica Plencky) cv. green head under high-hill conditions of Uttarakhand. *International Journal of Advance Biological Research*, 7(1): 96-100. ISSN.2250-3579
- Ferrara G. and G. Brunetti. 2010. Effects of the time of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) cv Italia. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(3): 817-822.
- Hidayatullah, A. Khan, Mouladad, Mirwise, N. Ahmed, S.A. Shah. 2018. Effect of humic acid on fruit yield attributes, yield and leaf nutrient accumulation of apple trees under

- calcareous soil. Indian Journal of Science and Technology, 11(15).
- Kuvaini, A. 2014. Respons pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap pemberian pupuk NPK dan asam humat padat di pembibitan awal. Jurnal Citra Widya Edukasi 6(1).
- Martoyo, K. 2001. Sifat Fisik Tanah Ultisol pada Penyebaran Akar Tanaman Kelapa Sawit. PPKS. Medan
- Mohamed, M.M.A, E.A.M. Awad, I.R. Mohamed, and A.S.A. Elrys. 2019. Effect of mineral, organic and biofertilizer on wheat production in two different soils. J. Agric. Res., 46(6A).
- Nurhaita, Suliasih, dan N. Definiati. 2016. Pemanfaatan limbah pelepah sawit sebagai pakan ternak sapi pada kelompok pemuda tani tunas muda. Dharma Raflesia Unib Tahun, 14(1): 11 -19.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 2019. Bioneensis : enhance the fertilizer efficiency. [Brosur]. [www.iopri.org](http://www.iopri.org).
- Razaq, M., P. Zhang, H.L. Shen, and Salahuddin. 2017. Influence of nitrogen and phosphorous on the growth and root morphology of Acer mono. PLoS ONE, 12(2): 1-13.
- Rosenani, A.B., R. Rovica, P.M. Cheah, and C.T. Lim. 2016. Growth performance and nutrient uptake of oil palm seedling in prenursery stage as influenced by oil palm waste compost in growing media. Internasional Journal of Agronomy. <https://www.hindawi.com/journals/ija/2016/6930735/>
- Santi, L.P. 2016. Pengaruh asam humat terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao*) dan populasi mikroorganisme di dalam tanah humic dystrudept effect of humic acid on the growth of cocoa (*Theobroma cacao*) seedlings and microbial population in the humic dystrudept. Jurnal Tanah dan Iklim, 40(2): 87-94.
- Schlemmer, M., A. Gitelson, J. Schepers, R. Ferguson, Y. Peng, J. Shanahan, and D. Rundquist. 2013. Remote estimation of nitrogen and chlorophyll contents in maize at leaf and canopy levels. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. pp: 47-54.
- Sembiring, J.V, Nelvia, dan A.E. Yulia. 2015. Pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan utama pada medium sub soil ultisol yang diberi asam humat dan kompos tandan kosong kelapa sawit. Jurnal Agroteknologi, 6(1): 1-8.
- Sinulingga, E.S.R, J. Ginting, dan T. Sabrina. 2015. Pengaruh pemberian pupuk hayati cair dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di pre-nursery. Jurnal Agroteknologi, 3(3): 1219-1225.
- Sodiq, A.H., I. Anas, D.A. Santosa, dan A. Sutandi. 2014. Kombinasi pupuk organik hayati dan pupuk fosfat untuk peningkatan keragaan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Jurnal Tanah Lingkungan, 16(1): 38-44.
- Sumihar, S.T.T. 2012. Pengaruh pupuk hayati dan kompos tandan kosong sawit terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan awal. Laporan hasil penelitian lembaga penelitian Universitas HKBP Nommensen. Medan. [http://akademik.uhn.ac.id/portal/public\\_html/JURNAL/TULISAN%20SUSANA%20TTTS.pdf/Pengaruh%20Pupuk%20Hayati.pdf](http://akademik.uhn.ac.id/portal/public_html/JURNAL/TULISAN%20SUSANA%20TTTS.pdf/Pengaruh%20Pupuk%20Hayati.pdf). [2 Februari 2022].
- Tan, K.H. 2003. Humic Matter in Soil and Environment. Principles and Controversies. New York. Marcel Dekker, Inc.
- Verhey, W. 2011. Growth and Production of Oil Palm. Encyclopedia of life support systems (EOLSS). Belgium. Page: 4
- Wardani, M.A.K. 2020. Konsorsium dan dosis pupuk hayati untuk meningkatkan populasi mikroba menguntungkan, pH tanah dan pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) [Skripsi] Bandung: Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran.