

## Adaptasi Morfologi dan Fisiologi Bibit Kopi di Dataran Rendah

Rini Sulistiani<sup>1)\*</sup>, Wan Arfiani Barus<sup>1)</sup>, Sri Utami<sup>1)</sup> dan Rony Alparizi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan, Indonesia

<sup>2)</sup>Alumni Prodi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan, Indonesia;  
Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara 20238, Indonesia

<sup>\*)</sup>Correspondence author: [rinisulistiani@umsu.ac.id](mailto:rinisulistiani@umsu.ac.id)

### Abstrak

Kemampuan daya adaptasi antara kopi Arabika dan Robusta akan mengalami perubahan dan cenderung menurun bila ditanam dataran rendah. Hal ini akan mempengaruhi produktivitas tanaman kopi, sehingga perlu penanganan dan pengelolaan budidaya tanaman secara tepat agar produksi biji kopi tetap stabil. Tujuan penelitian untuk mengetahui daya adaptasi tanaman kopi dengan memberikan perlakuan untuk mendukung pertumbuhan bibit agar mampu menyesuaikan diri ketika ditanam dataran rendah. Penelitian menggunakan rancangan Split Split Plot Design dengan Petak Utamanya adalah varietas (Arabika Ateng Super dan Robusta Lampung). Faktor anak petaknya adalah POC limbah tahu (0, 100, 200, dan 300 ml/L). Faktor anak-anak petaknya NPK majemuk (0, 9, 18, dan 27 g/tanaman). Setiap kombinasi perlakuan diulang 3 kali. Parameter yang diamati, morfologi daun, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, diameter batang, bobot basah tanaman, kandungan klorofil pada umur 2, 4, 6, dan 8 minggu setelah tanam (MST). Hasil analisis data dengan Analisis of Variance, dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test dan regresi korelasi. Hasil penelitian menunjukkan varietas, Nitrogen dan limbah tahu berpengaruh nyata pada parameter yang diamati. Secara umum Robusta dan Arabika mampu beradaptasi pada saat pembibitan di dataran rendah. Arabika dapat menjadi pilihan bibit yang dikembangkan karena memiliki kadar klorofil daun lebih banyak walaupun tanpa pemberian pemupukan NPK. Limbah tahu dengan konsentrasi 300 ml/L dapat meningkatkan jumlah dan luas daun serta kadar klorofil.

**Kata kunci:** Arabika, limbah tahu, Robusta, tanaman perkebunan.

## Adaptation of Morphology and Physiology of Coffee Seedlings in Lowlands

### Abstract

*The adaptability of Arabica and Robusta coffee will change and tend to decrease when planted in lowlands. This will affect the productivity of coffee plants, so it is necessary to handle and manage plant cultivation appropriately so that coffee bean production remains stable. The research aims to determine the adaptability of coffee plants by providing treatment to support the growth of seedlings so that they are able to adapt when planted in lowlands. The research used a Split Split Plot Design, with the main plots being the varieties (Arabica Ateng Super and Robusta Lampung). The subplot factor was Liquid Organic Fertilizer of tofu waste (0, 100, 200 and 300 ml/L). The subplot factors was compound NPK (0, 9, 18 and 27 g/plant). Each treatment combination was repeated three times. The parameters observed were leaf morphology, plant height, number of leaves, leaf area, stem diameter, plant fresh weight, and chlorophyll content at 2, 4, 6, and 8 weeks after planting (WAP). Results of data analysis using Analysis of Variance, then Duncan's Multiple Range Test and correlation regression. The results showed that the variety, nitrogen, and tofu waste had a significant effect on the observed parameters. In general, Robusta and Arabica can adapt when seeding in the lowlands. Arabica can be a seed choice for development because it has higher levels of leaf chlorophyll even without NPK fertilization. Tofu waste with a*

*concentration of 300 ml/L can increase the number and area of leaves as well as chlorophyll levels.*

**Keywords:** Arabica, plantation crops, Robusta, tofu waste.

**Received:** 14 September 2023; **Revised:** 30 September 2023; **Accepted:** 24 October 2023

## PENDAHULUAN

Tanaman kopi merupakan komoditas perkebunan penting di Indonesia. Produksi kopi Indonesia telah mencapai 600 ribu ton per tahun dan lebih dari 80% berasal dari perkebunan rakyat. Kopi merupakan salah satu aset produk Indonesia yang terkenal di dunia (Alexander & Nadapdap, 2019), saat ini banyak diusahakan atau diproduksi secara organik dengan istilah kopi organik. Pengelolaan tanaman kopi organik belum dilakukan secara intensif. Hal ini dapat dilihat dari pengelolaannya yang tidak menggunakan pupuk organik secara keseluruhan.

Dua jenis kopi yang umum ditanam di Indonesia yaitu Arabika untuk dataran tinggi dan Robusta untuk dataran rendah-menengah (Satibi et al., 2019). Kedua kopi tersebut memiliki tingkat permintaan yang cukup tinggi dibandingkan jenis kopi lainnya (Septiani et al., 2021). Namun kedua kopi tersebut memiliki beberapa permasalahan, terutama dalam hal produktivitas, dimana kopi Arabika baru mencapai 800 kg/ha dan produktivitas kopi Robusta baru mencapai 700 kg/ha. Salah satu yang mempengaruhi produksi kopi adalah penerapan teknik budidaya tanaman. Teknik budidaya tanaman kopi yang penting dilakukan adalah pembibitan, pembukaan dan persiapan lahan, penanaman penang, persiapan tanam dan penanaman kopi, pemeliharaan, penanganan panen dan pasca panen (Septiani et al., 2021).

Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre) lebih mendominasi perkebunan kopi di Indonesia karena mempunyai faktor-faktor penting yang tidak dimiliki oleh jenis kopi lainnya. Robusta resisten terhadap penyakit karat daun, produksinya lebih tinggi dan harga Robusta tidak jauh berbeda dari kopi Arabika di pasaran. Tujuan khusus penelitian adalah menguji kemampuan adaptasi varietas Robusta dan Arabika di dataran rendah sehingga mampu dikembangkan dalam skala luas, mengingat lahan yang tersedia di dataran rendah dan menengah masih relatif luas.

Bibit adalah salah satu faktor yang menunjang keberhasilan pertanaman kopi. Masa pembibitan adalah saat yang penting dalam pertumbuhan kopi (Jatsiyah et al., 2020), karena bibit yang baik akan menghasilkan buah kopi yang relatif banyak. Peningkatan, produktivitas dapat dilakukan sejak pembibitan. Menurut Muin et al. (2020), langkah awal produksi dalam usaha pertanian dimulai dari penggunaan bibit yang bermutu tinggi, sebab produk dengan kualitas baik berasal dari 11 pemilihan bibit unggul. Sehingga diharapkan hasil komoditas pertanian akan semakin tinggi dengan menggunakan bibit yang unggul. Kopi termasuk tanaman yang rentan terhadap gejala perubahan iklim.

Kondisi lingkungan dengan suhu yang relatif tinggi dapat menurunkan performa tumbuh dan hasil panen biji kopi. Meningkatnya variabilitas bulan kering yang panjang, intensitas hujan yang tinggi, serta meningkatkan cuaca ekstrem yang menurunkan produksi kopi (Evizal et al., 2021). Adaptasi morfologi dan fisiologi tanaman kopi dapat menjadi dasar peningkatan keragaman genetik bagi perbanyak kopi baik secara konvensional maupun rekayasa genetik.

Kemampuan adaptasi ini akan memberikan keuntungan bagi kopi untuk memperbaiki kualitas dan peningkatan kuantitas produksi kopi di dataran rendah. Beberapa faktor yang mendukung ataupun menghambat pertumbuhan dan perkembangan kopi juga diperhatikan dalam penelitian ini terutama suhu. Perlakuan khusus dalam penelitian dengan memberikan pemupukan NPK dan limbah cair tahu terhadap dua varietas kopi jenis Arabika dan Robusta untuk mengetahui kemampuan daya adaptasinya.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara, Kecamatan Medan Amplas pada ketinggian 25 mdpl, suhu rata-rata harian 29,5 °C dengan curah hujan 256 mm/bulan; kelembaban udara (RH) 85%. Penelitian dilakukan pada bulan Maret sampai Juni 2023.

### **Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan adalah bibit kopi Arabika Ateng Super dan Robusta Lampung yang berasal dari Kota Takengon, pupuk urea, dan pupuk kandang (kotoran kambing). Alat yang digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis.

### **Metode Penelitian**

Penelitian dengan menggunakan rancangan penelitian Rancangan Petak Petak Terpisah (RPPT) dengan petak utamanya adalah varietas terdiri dari 2 jenis yaitu: Arabika Ateng Super dan Robusta Lampung. Faktor anak petaknya adalah konsentrasi POC limbah tahu 4 taraf: (0, 100, 200 dan 300 ml/L. Faktor anak-anak petaknya pupuk majemuk NPK (0, 9, 18 dan 27 g/tanaman). Setiap kombinasi perlakuan diulang 3 kali. Jumlah sampel 2 tanaman per plot dengan jumlah tanaman seluruh tanaman 384.

### **Pelaksanaan Penelitian**

#### **Persiapan Bibit**

Bibit kopi terdiri dari dua varietas: Arabika Ateng Super dan Robusta Lampung yang telah berdaun 4 (umur 2 bulan dari penyemaian). Setelah melalui adaptasi minimal 1 minggu, bibit dipindah tanam ke polibag yang volumenya lebih besar (3 kg). Penanaman dilaksanakan dengan polibag yang sudah berisi tanah, pasir dan kompos dengan perbandingan (1:1:1). Setelah semua dipindahkan ke polibag baru, tanaman diletakkan di tempat yang teduh selama 3 hari. Selanjutnya dipindahkan ke rumah kaca yang telah diberi naungan paranet 80% dan polibag disusun sesuai plot perlakuan yang telah ditentukan.

#### **Aplikasi Limbah Tahu dan NPK**

Limbah cair tahu diperoleh dari pabrik tahu yang berasal dari sisa perasan tahu yang tidak digunakan. Limbah cair tahu diambil sesuai kebutuhan dan merupakan limbah yang berumur 1-2 hari setelah diperas (Marian dan Tuhuteru, 2019). Selanjutnya limbah tahu ditambahkan dengan EM4 dan dibiarkan selama 24 jam agar terfermentasi. Aplikasi limbah tahu sesuai konsentrasi perlakuan dengan menyiramkan ke media tanah dalam polibag pada umur 1, 3, dan 5 MSPT. Demikian juga pupuk NPK diaplikasikan sesuai dosis yang telah ditentukan pada umur 1, 3, dan 5 minggu setelah pindah tanam (MSPT).

#### **Pemeliharaan Tanaman**

Penyiraman dilakukan dua kali sehari pada pagi dan sore hari dengan menggunakan gembor. Frekuensi penyiraman disesuaikan dengan kondisi cuaca. Tanaman yang mati atau rusak disisip dengan bibit yang berumur sama yang telah disiapkan pada 5, 7 dan 12 HST. Penyisipan dilakukan paling lama pada saat tanaman umur 2 MSPT. Penyiangan dilakukan secara manual dengan mencabut gulma di dalam polibag dan sekitarnya. Penggemburan tanah di dalam polibag untuk menjaga kesuburan dan struktur tanah. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan mengutip langsung hama yang ada di sekitar tanaman.

### **Peubah Amatan dan Analisis Data**

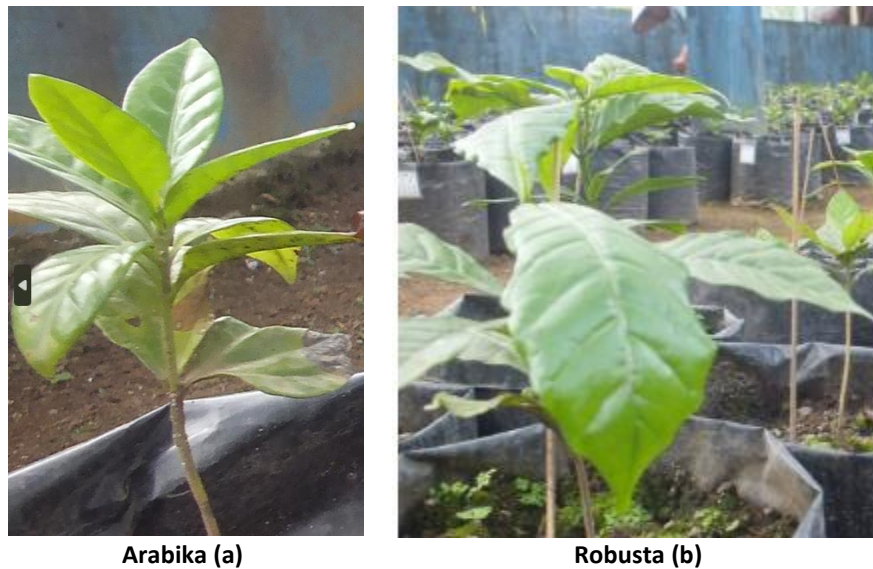
Pengamatan parameter dilakukan pada umur 2, 4, 6, dan 8 MST yaitu dengan mengukur tinggi tanaman, luas daun, diameter batang, menghitung jumlah daun, menimbang bobot basah tanaman. Selain itu dilakukan analisis kandungan klorofil di laboratorium, mengamati bentuk daun, mengukur panjang akar dan volume akar. Analisis data agronomi hasil pengamatan dengan analisis varian (uji F) dan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dan regresi berganda dan korelasi.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Morfologi daun**

Bentuk daun kopi yang ditanam di dataran rendah baik Arabika maupun Robusta tidak berubah jika dibandingkan dengan kopi yang ditanam di dataran tinggi. Penanaman kopi pada dataran rendah menghasilkan luas daun rata-rata varietas Arabika sebesar 8,42 cm<sup>2</sup>. Sedangkan varietas Robusta seluas 11,96 cm<sup>2</sup> mendekati luas daun yang ditanam di dataran tinggi yaitu 14,42 cm<sup>2</sup>.

Perbedaan morfologi daun dan perbandingan bibit kopi Arabika dan Robusta dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Perbedaan Morfologi, Bentuk dan Luas Daun Kopi Arabika dan Robusta**

Hasil penelitian di dataran tinggi, luas daun kopi yang diperoleh sebesar 5,09 cm<sup>2</sup> dengan manajemen budidaya tingkat tinggi. Varietas Robusta luas daunnya 11,96 cm<sup>2</sup> mendekati luas daun yang ditanam di dataran tinggi yaitu 14,42 cm<sup>2</sup> (Andika, 2020).

Berdasarkan keadaan morfologi tanaman kopi maka rentang ketinggian tempat penanaman kopi harus diperhatikan agar pertumbuhan maksimal. Apabila kopi ditanam pada altitude dari 1000 mdpl ke atas, rata-rata produktivitasnya tidak akan jauh berbeda selama berada pada kisaran syarat tumbuh. Selain ketinggian tempat, tipe iklim juga menyebabkan perbedaan karena kemungkinan adanya interaksi yang sesuai untuk pertumbuhan kopi Arabika (Panggalo, 2020). Pendapat senada diutarakan oleh Ginting et al. (2022) bahwa untuk pertumbuhan kopi faktor lingkungan terutama tanah, iklim, ketinggian tempat dan suhu) yang sangat menentukan pertumbuhan kopi.

Menurut Panggalo (2020), zona iklim yang sesuai untuk produktivitas kopi Arabika adalah iklim sedang yaitu dengan ketinggian 700-1500 mdpl. Apabila ketinggian tempat penanaman sama maka faktor lain seperti curah hujan akan lebih banyak memberi pengaruh pada produktivitas. Jumlah dan curah hujan tidaklah begitu penting. Namun distribusi curah hujan lebih penting untuk tanaman kopi.

#### **Tinggi Tanaman**

Tinggi tanaman akibat perlakuan varietas, pemupukan NPK dan limbah tahu pada umur 2, 4, 6, dan 8 MSPT menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata untuk semua waktu pengamatan. Interaksi ketiga perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman kopi. Hasil analisis data dapat dilihat pada Tabel 1.

Ketiga perlakuan secara tunggal maupun kombinasinya menunjukkan pengaruh tidak nyata secara statistik terhadap tinggi bibit kopi (Tabel 1). Robusta cenderung lebih tinggi dari Arabika. Pemberian NPK menyebabkan tanaman cenderung lebih tinggi dari pada tanpa pemupukan. Pemberian NPK menyebabkan tanaman cenderung lebih tinggi dari pada tanpa pemupukan. Menurut Fitria et al. (2023) pemberian NPK pada bawang merah pengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman.

Aplikasi limbah tahu pada umur 8 MST meskipun tidak nyata, peningkatan konsentrasinya cenderung meningkatkan tinggi tanaman. Hasil penelitian Efrida et al. (2013) pada kedelai, tinggi tanaman meningkat secara linear positif dengan bertambahnya konsentrasi limbah tahu. Meskipun hasil penelitian ini berbeda tidak nyata tinggi tanamannya, menurut Rahmah et al. (2014), perbedaan tinggi tanaman disebabkan oleh perbedaan kemampuan akar menyerap hara pada masing-masing tanaman.

**Tabel 1. Tinggi Tanaman Kopi dengan Perlakuan Varietas, NPK dan Limbah Tahu pada Umur 2, 4, 6 dan 8 MSPT**

| Perlakuan                 | Minggu Setelah Pindah Tanam (MSPT) |      |      |       |
|---------------------------|------------------------------------|------|------|-------|
|                           | 2                                  | 4    | 6    | 8     |
| .....cm.....              |                                    |      |      |       |
| <b>Varietas</b>           |                                    |      |      |       |
| K <sub>1</sub> (Arabika)  | 7,77                               | 8,85 | 8,86 | 10,06 |
| K <sub>2</sub> (Robusta)  | 8,33                               | 9,50 | 9,81 | 11,15 |
| <b>NPK (g/tanaman)</b>    |                                    |      |      |       |
| N <sub>0</sub> (0)        | 7,35                               | 8,56 | 8,48 | 10,65 |
| N <sub>1</sub> (9)        | 8,70                               | 9,69 | 9,95 | 11,09 |
| N <sub>2</sub> (18)       | 8,00                               | 9,22 | 9,40 | 10,48 |
| N <sub>3</sub> (27)       | 8,16                               | 9,23 | 9,50 | 10,21 |
| <b>Limbah Tahu (ml/L)</b> |                                    |      |      |       |
| T <sub>0</sub> (0)        | 8,21                               | 9,40 | 9,39 | 10,54 |
| T <sub>1</sub> (100)      | 8,13                               | 8,97 | 9,18 | 10,70 |
| T <sub>2</sub> (200)      | 7,87                               | 9,19 | 9,15 | 10,36 |
| T <sub>3</sub> (300)      | 8,00                               | 9,15 | 9,61 | 10,82 |

**Jumlah Daun**

Perbedaan varietas menyebabkan jumlah daun berbeda nyata pada umur 2 dan 4 MSPT. Perlakuan NPK menyebabkan perbedaan tinggi tanaman Robusta dan Arabika pada umur 6 dan 8 MSPT. Perlakuan limbah tahu berpengaruh sama terhadap jumlah daun pada semua umur pengamatan (Tabel 2).

**Tabel 2. Jumlah Daun Kopi dengan Perlakuan Varietas, NPK dan Limbah Tahu pada Umur 2, 4, 6 dan 8 MSPT**

| Perlakuan                 | Minggu Setelah Pindah Tanam (MSPT) |       |       |       |
|---------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|
|                           | 2                                  | 4     | 6     | 8     |
| .....helai.....           |                                    |       |       |       |
| <b>Varietas</b>           |                                    |       |       |       |
| K <sub>1</sub> (Arabika)  | 3,53a                              | 5,80a | 7,32  | 8,80  |
| K <sub>2</sub> (Robusta)  | 2,86b                              | 5,18b | 6,45  | 8,07  |
| <b>NPK (g/tanaman)</b>    |                                    |       |       |       |
| N <sub>0</sub> (0)        | 3,35                               | 5,85  | 7,56a | 9,42a |
| N <sub>1</sub> (9)        | 3,19                               | 5,50  | 6,88b | 8,42b |
| N <sub>2</sub> (18)       | 3,00                               | 5,33  | 6,69b | 8,06b |
| N <sub>3</sub> (27)       | 3,25                               | 5,27  | 6,42b | 7,85b |
| <b>Limbah Tahu (ml/L)</b> |                                    |       |       |       |
| T <sub>0</sub> (0)        | 3,33                               | 5,35  | 6,94  | 8,08  |
| T <sub>1</sub> (100)      | 3,29                               | 5,65  | 6,83  | 8,58  |
| T <sub>2</sub> (200)      | 3,00                               | 5,46  | 6,69  | 8,50  |
| T <sub>3</sub> (300)      | 3,17                               | 5,50  | 7,08  | 8,58  |

Keterangan: Angka-angka yang tidak diikuti notasi huruf menunjukkan berbeda tidak nyata pada  $\alpha$  5% dengan uji DMRT

Jumlah daun kopi Arabika nyata lebih banyak dibandingkan dengan Robusta pada umur 2 dan 4 MSPT. Namun pada umur 6 dan 8 MSPT berbeda tidak nyata jumlahnya antara kedua varietas yang diuji. Pemupukan NPK justeru menurunkan jumlah daun kedua varietas jika dibandingkan dengan tanaman yang diberi perlakuan N pada berbagai dosis pada umur 6 dan 8 MSPT.

Perbedaan varietas menyebabkan perbedaan jumlah daun tanaman kopi pada umur 2 MSPT sebanyak 2,86 helai dan sebanyak 5,18 helai pada umur 4 MSPT. Berdasarkan analisis statistik bibit Arabika nyata lebih banyak jumlah daunnya dibandingkan Robusta.

Perlakuan NPK menghasilkan perbedaan jumlah daun kopi pada umur 6 dan 8 MST. Daun kopi lebih banyak pada tanaman yang tidak diberi perlakuan NPK (7,56 helai), dibandingkan yang diberi sejumlah NPK dalam berbagai taraf. Makin bertambah dosis NPK yang diberikan maka jumlah daun makin berkurang. Menurut Suhendra & Armaini (2017), unsur hara yang didapatkan melalui pemupukan akan memberikan efek fisiologis terhadap penyerapan unsur hara oleh perakaran tanaman sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.

Kombinasi perlakuan varietas dan NPK dalam berbagai dosis menyebabkan perbedaan jumlah daun kopi pada umur 8 MSPT. Perbedaan jumlah daun kopi akibat interaksi kedua perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Jumlah Daun Kopi dengan Perlakuan Varietas dan NPK pada Umur 8 MSPT**

| Perlakuan<br>NPK (g/tanaman) | Varietas                 |                          | Rataan N |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|
|                              | K <sub>1</sub> (Arabika) | K <sub>2</sub> (Robusta) |          |
|                              | .....helai.....          |                          |          |
| N <sub>0</sub> (0)           | 9,25a                    | 9,58a                    | 9,42a    |
| N <sub>1</sub> (9)           | 8,92abc                  | 7,92bcd                  | 8,42b    |
| N <sub>2</sub> (18)          | 9,17ab                   | 6,96d                    | 8,06b    |
| N <sub>3</sub> (27)          | 7,88cd                   | 7,83cd                   | 7,85b    |
| Rataan K                     | 8,80                     | 8,07                     |          |

Keterangan: Angka-angka yang tidak diikuti notasi huruf menunjukkan berbeda tidak nyata pada  $\alpha$  5% dengan uji DMRT

Perlakuan K<sub>1</sub>N<sub>0</sub> dan K<sub>2</sub>N<sub>0</sub> menghasilkan jumlah daun terbanyak dan berbeda nyata dengan K<sub>1</sub>N<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>N<sub>1,2,3</sub>. Pada varietas Arabika dosis 20 g/tanaman (N<sub>3</sub>) menghasilkan jumlah daun lebih sedikit. Sedangkan pada Varietas Robusta penambahan dosis N justeru menurunkan jumlah daun.

Jumlah daun paling sedikit justeru ditemukan pada aplikasi NPK 27 g/tanaman pada kedua varietas yang diuji. Hal ini menunjukkan pemberian NPK makin tinggi akan mengurangi jumlah daun sebab tanaman juga mempunyai titik jenuh dalam unsur hara oleh akar, khususnya N, P dan K.

Kelebihan pupuk akan mengakibatkan tanaman mengalami kerusakan dan kepanasan, akibatnya tanaman kerdil, layu, tidak dapat berbunga, hingga mati. Selain itu dapat mempengaruhi tanah menjadi asam sehingga teksturnya lebih keras dan tidak gembur sehingga mengganggu aktivitas mikroorganisme dan menyebabkan tanah tidak subur. Menurut Thamrin et al. (2020) apabila pupuk yang diberikan berlebihan maka larutan akan terlalu pekat sehingga mengakibatkan tanaman keracunan.

#### Luas Daun

Interaksi yang dihasilkan oleh perlakuan varietas dan limbah tahu juga menyebabkan perbedaan luas daun pada umur 6 MSPT. Perlakuan limbah tahu menyebabkan perbedaan luas daun, namun perlakuan varietas mengakibatkan pengaruh tidak nyata luas daunnya antara Arabika dan Robusta. Perbedaan luas daun akibat kedua perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.

Luas daun kopi umur 6 MSPT berbeda nyata akibat kombinasi perlakuan varietas dan limbah tahu. Bibit Robusta yang diberikan limbah tahu sebanyak 100 ml/L (K<sub>2</sub>T<sub>1</sub>) memiliki daun terluas dan berbeda nyata luas daunnya dibandingkan dengan seluruh kombinasi perlakuan. Daun terkecil diperoleh pada kopi Arabika yang tidak diberi limbah tahu (K<sub>1</sub>T<sub>0</sub>).

Perbedaan varietas tidak menyebabkan perbedaan luas daun, namun aplikasi limbah tahu secara mandiri menyebabkan luas daun berbeda nyata antar taraf perlakuan. Pemberian limbah tahu dengan konsentrasi 100 ml/L menghasilkan daun terluas dan berbeda nyata dibandingkan dengan taraf lainnya.

**Tabel 4. Luas Daun Kopi dengan Perlakuan Varietas dan Limbah Tahu pada Umur 6 MSPT**

| Perlakuan<br>Limbah Tahu (ml/L) | Varietas                    |                          | Rataan T |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------|
|                                 | K <sub>1</sub> (Arabika)    | K <sub>2</sub> (Robusta) |          |
|                                 | ..... cm <sup>2</sup> ..... |                          |          |
| T <sub>0</sub> (0)              | 7,61c                       | 11,46b                   | 9,53b    |
| T <sub>1</sub> (100)            | 8,46bc                      | 15,65a                   | 12,05a   |
| T <sub>2</sub> (200)            | 9,33bc                      | 10,14bc                  | 9,73b    |
| T <sub>3</sub> (300)            | 8,29c                       | 10,58bc                  | 9,44b    |
| Rataan K                        | 8,42                        | 11,96                    |          |

Keterangan: Angka-angka yang tidak diikuti notasi huruf menunjukkan berbeda tidak nyata pada  $\alpha$  5% dengan uji DMRT

Robusta cenderung lebih luas daunnya. Menurut Andika (2020), pengelolaan tanaman akan berpengaruh nyata pada tinggi tanaman, lebar kanopi, diameter batang, luas daun, indeks luas daun (ILD), indeks klorofil daun dan kerapatan stomata daun tanaman kopi.

Aplikasi limbah cair tahu menyebabkan perbedaan luas daun kopi yang diuji, meskipun perbedaan varietas tidak menyebabkan perbedaan luas daun. Pemberian limbah tahu 100 ml/L menghasilkan daun terluas dan berbeda nyata dengan aplikasi 200 ml/L dan tanpa aplikasi limbah tahu. Pada tanaman masih relatif muda perakaran belum kuat dan sempurna untuk menyerap unsur hara dengan optimal. Tanaman muda menyerap unsur hara dalam jumlah sedikit, namun seiring pertumbuhannya maka laju penyerapan unsur hara akan meningkat (Ngaisah, 2014).

Pada umur 6 MST luas daun kopi berbeda nyata akibat perlakuan limbah tahu. Aplikasi limbah tahu 100 ml/L menghasilkan daun terluas dan berbeda nyata dengan taraf lainnya. Makin tinggi taraf pemberian limbah tahu, luas daun makin sempit. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian limbah tahu tertinggi pada konsentrasi 100 ml/L sudah mampu menyediakan asupan hara terutama NPK untuk mendukung pertumbuhan luas daun secara maksimal. Kadar klorofil daun berbeda nyata akibat perlakuan limbah tahu. Aplikasi limbah tahu 300 ml/L menghasilkan daun terluas dan berbeda nyata dibandingkan tanpa pemberian dan aplikasi 100 ml/L, namun berbeda tidak nyata dengan konsentrasi 200 ml/L pada umur 8 MSPT. Hasil penelitian Marian & Tuhuteru (2019) menunjukkan limbah cair tahu meningkatkan pertumbuhan dan hasil sawi putih dan berbeda nyata pada tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat segar tanaman.

#### **Diameter batang**

Perlakuan yang diberikan berupa perbedaan varietas, pupuk NPK dan limbah tahu berpengaruh tidak nyata terhadap diameter batang kopi pada semua umur pengamatan. Interaksi ketiga perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap diameter batang. Rataan diameter batang kopi pada umur 2, 4, 6, dan 8 MSPT disajikan pada Tabel 5.

Perlakuan varietas, pupuk NPK, limbah tahu dan interaksinya meskipun tidak nyata menunjukkan kecenderungan diameter batang Robusta lebih besar dibandingkan Arabika. Peningkatan dosis NPK cenderung menurunkan diameter batang namun peningkatan konsentrasi limbah tahu menambah diameter batang kopi.

Perlakuan varietas, pupuk NPK, limbah tahu dan interaksinya meskipun tidak nyata menunjukkan kecenderungan diameter batang Robusta lebih besar dibandingkan Arabika. Peningkatan dosis NPK cenderung menurunkan diameter batang namun peningkatan konsentrasi limbah tahu menambah diameter batang kopi.

**Tabel 5. Diameter Batang Kopi dengan Perlakuan Varietas, NPK dan Limbah Tahu pada Umur 2, 4, 6, dan 8 MSPT**

| Perlakuan                 | Minggu Setelah Pindah Tanam (MSPT) |      |      |      |
|---------------------------|------------------------------------|------|------|------|
|                           | 2                                  | 4    | 6    | 8    |
| .....cm.....              |                                    |      |      |      |
| <b>Varietas</b>           |                                    |      |      |      |
| K <sub>1</sub> (Arabika)  | 1,71                               | 1,78 | 1,81 | 1,86 |
| K <sub>2</sub> (Robusta)  | 1,68                               | 1,75 | 1,83 | 1,98 |
| <b>NPK (g/tanaman)</b>    |                                    |      |      |      |
| N <sub>0</sub> (0)        | 1,72                               | 1,78 | 1,82 | 2,02 |
| N <sub>1</sub> (9)        | 1,69                               | 1,79 | 1,86 | 1,97 |
| N <sub>2</sub> (18)       | 1,64                               | 1,70 | 1,79 | 1,88 |
| N <sub>3</sub> (27)       | 1,74                               | 1,79 | 1,80 | 1,80 |
| <b>Limbah Tahu (ml/L)</b> |                                    |      |      |      |
| T <sub>0</sub> (0)        | 1,69                               | 1,75 | 1,77 | 1,92 |
| T <sub>1</sub> (100)      | 1,72                               | 1,79 | 1,84 | 1,95 |
| T <sub>2</sub> (200)      | 1,66                               | 1,73 | 1,79 | 1,88 |
| T <sub>3</sub> (300)      | 1,72                               | 1,80 | 1,87 | 1,93 |

**Bobot Basah**

Komponen bobot basah kopi terdiri dari bobot basah tajuk, bobot basah akar, panjang dan volume akar yang diamati pada umur 8 MSPT. Perlakuan NPK menyebabkan perbedaan nyata pada bobot tajuk dan panjang akar (Tabel 6).

**Tabel 6. Bobot Basah, Panjang dan Volume Akar bibit Kopi dengan Perlakuan NPK pada Umur 8 MSPT**

| Perlakuan<br>NPK (g/tanaman) | Bobot basah |          | Panjang Akar<br>(cm) | Volume Akar<br>(cm <sup>3</sup> ) |
|------------------------------|-------------|----------|----------------------|-----------------------------------|
|                              | Tajuk (g)   | Akar (g) |                      |                                   |
| N <sub>0</sub> (0)           | 4,97a       | 1,01     | 14,77a               | 2,36                              |
| N <sub>1</sub> (9)           | 3,96b       | 0,75     | 12,35b               | 2,03                              |
| N <sub>2</sub> (18)          | 3,80b       | 0,88     | 12,02b               | 2,43                              |
| N <sub>3</sub> (27)          | 3,32b       | 0,71     | 11,27b               | 1,92                              |
| Rataan                       | 4,01        | 0,84     | 12,60                | 3,28                              |

Keterangan: Angka-angka yang tidak diikuti notasi huruf menunjukkan berbeda tidak nyata pada  $\alpha$  5% dengan uji DMRT

Perlakuan NPK menyebabkan penurunan bobot tajuk dan panjang akar tanaman kopi, dimana tanpa pemupukan N secara nyata paling berat bobot basah tajuknya dibandingkan tanaman yang dipupuk N. Demikian juga panjang akar tanpa pemupukan N secara nyata lebih panjang bila dibandingkan dengan yang dipupuk N pada berbagai taraf. Hal ini menunjukkan fenomena berbeda bila dilihat fungsi N untuk pertumbuhan volume dan perbesaran jaringan tanaman.

Bobot basah tajuk dan panjang akar berbeda nyata antara tanaman yang tidak dipupuk N dengan yang dipupuk N dalam berbagai taraf, namun N<sub>1-3</sub> berbeda tidak nyata pada umur 8 MSPT. Pemupukan NPK berpengaruh tidak nyata pada bobot basah akar dan volume akar. Secara umum penambahan dosis NPK menurunkan bobot basah dan volume akar. Hal ini kemungkinan karena ketersediaan hara dengan pemupukan NPK dan aplikasi limbah tahu sudah cukup tersedia di dalam tanah. Sedangkan tanaman juga memiliki batas tertentu dalam menyerap hara (Rahmah et al., 2014).



Perlakuan limbah tahu berpengaruh sama terhadap volume akar pada tiap taraf perlakuan pada umur 8 MSPT. Berarti pemberian limbah tahu yang memiliki kadar unsur hara menyebabkan volume akar berbeda tidak nyata meskipun diberikan pada berbagai taraf. Hal ini kemungkinan karena limbah tahu kaya akan karbohidrat, vitamin, mineral dan unsur N, sehingga dalam waktu cepat dapat digunakan oleh mikroba dalam tanah sebagai sumber nutrisi untuk berkembangbiak.

Pertambahan jumlah mikroba tanah ini sementara berguna untuk memperbaiki sifat fisik tanah terutama kesuburannya, yang selanjutnya dapat menyediakan hara yang diserap oleh akar tanaman, sehingga tidak langsung mempengaruhi pertumbuhan akar pada saat itu.

Volume akar kedua varietas yang diuji menunjukkan berbeda tidak nyata akibat kombinasi ketiga perlakuan yang diberikan. Robusta dan Arabika mempunyai volume akar yang sama bila diuji secara statistik, namun volume akar Robusta cenderung lebih besar dibandingkan Arabika. Meskipun tidak nyata pengaruhnya, namun kombinasi varietas Robusta tanpa diberi limbah tahu cenderung lebih besar volume akarnya. Interaksi ketiga perlakuan belum menunjukkan pengaruh nyata pada volume akar, karena perlakuan tunggal lebih dominan memberikan efek perbedaan pada volume akar.

Hasil penelitian Jatsiyah et al. (2020) pemberian POC limbah tahu dengan konsentrasi 75% berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit Robusta, jumlah daun, panjang akar, berat basah dan berat kering, namun berbeda tidak nyata pada diameter batang. Konsentrasi pupuk yang tinggi menyediakan unsur hara yang cukup pada media tanam. Kandungan unsur N, P, K hasil fermentasi limbah dapat memenuhi kebutuhan tanaman. Protein dalam limbah cair tahu yang disiramkan ke dalam tanah akan diurai oleh mikroba akan melepaskan senyawa N sehingga dapat diserap oleh akar tanaman (Farhana & Wijaya, 2020). Unsur N sangat penting sebagai komponen utama dalam sintesa protein yang dilakukan oleh sel tumbuhan (Suhendra & Armaini, 2017).

Pemupukan NPK memberikan pengaruh nyata pada bobot basah tajuk dan biomasa tanaman. Tanpa perlakuan pupuk N menghasilkan bobot kering tajuk dan biomasa tanaman kopi terberat, tetapi makin menurun secara nyata bobot keringnya seiring dengan penambahan dosis NPK.  $N_0$  nyata lebih berat bobot tajuk dan biomasanya dibandingkan dengan  $N_3$ . Hal ini disebabkan POC limbah tahu mengandung unsur kalium yang berpengaruh terhadap bobot kering tanaman. Ketersediaan kalium berperan dalam pembentukan perakaran baru yang nantinya digunakan untuk penyerapan air dan unsur hara dalam tanah sehingga bisa meningkatkan proses fotosintesis (Jatsiyah et al., 2020).

Panjang akar kopi berbeda tidak nyata antara varietas Arabika dan Robusta, namun dengan pemberian NPK terjadi perbedaan panjang akar pada berbagai taraf perlakuan yang diuji. Tanaman yang tidak diberikan NPK lebih panjang akarnya dan berbeda secara signifikan bila dibandingkan dengan tanaman yang diberi taraf lebih tinggi. Secara umum makin tinggi dosis N, panjang akar makin menurun meskipun berbeda tidak nyata. Mengapa terjadi penurunan panjang akar sedangkan pemupukan NPK meningkat, menurut Rahmah et al. (2014) tanaman memiliki batas maksimal penyerapan hara. Meskipun ditingkatkan dosis pemupukan bila kebutuhannya sudah terpenuhi, maka nutrisi yang diberikan tidak akan diserap oleh akar tanaman. Berdasarkan penelitian (Thamrin et al., 2020), pemberian pupuk NPK dengan dosis 18-22 gram menghasilkan jumlah daun dan diameter batang dan berbeda nyata antar perlakuan.

#### **Kadar Klorofil Total**

Aplikasi limbah tahu secara mandiri dan perbedaan varietas menghasilkan jumlah klorofil yang berbeda nyata pada tanaman kopi. Demikian juga interaksi antara varietas dan limbah tahu menyebabkan perbedaan kadar klorofil daun pada umur 8 MSPT (Tabel 7).

Kadar klorofil daun Arabika nyata lebih besar dibandingkan dengan Robusta. Pemberian limbah tahu 300 ml/L nyata menghasilkan kadar klorofil daun tertinggi dibandingkan dengan  $T_2$ ,  $T_1$  dan  $T_0$ . Perlakuan tanpa pemupukan menghasilkan kadar klorofil terendah.

Perlakuan NPK secara tunggal menghasilkan perbedaan kadar klorofil daun, namun makin tinggi dosis N, jumlah klorofil menurun. Sedangkan limbah tahu berpengaruh nyata dan makin tinggi konsentrasi yang diberikan, makin banyak kadar klorofil daun kopi pada 8 MSPT. Rahmah et al. (2014) melaporkan bahwa perbedaan pertumbuhan vegetatif disebabkan oleh kemampuan menyerap hara yang berbeda pada setiap tanaman. Semakin tinggi konsentrasi pupuk yang diberikan maka akan lebih cepat meningkatkan perkembangan organ tanaman.

**Tabel 7. Kadar Klorofil Total Daun Kopi dengan Perlakuan Varietas dan Limbah Tahu pada Umur 8 MSPT**

| Perlakuan<br>Limbah Tahu (ml/L) | Varietas                 |                          | Rataan T |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|
|                                 | K <sub>1</sub> (Arabika) | K <sub>2</sub> (Robusta) |          |
| -----mg/L-----                  |                          |                          |          |
| T <sub>0</sub> (0)              | 56,97bc                  | 54,48c                   | 55,73c   |
| T <sub>1</sub> (100)            | 57,59bc                  | 63,34ab                  | 60,47b   |
| T <sub>2</sub> (200)            | 63,28ab                  | 60,60bc                  | 61,94ab  |
| T <sub>3</sub> (300)            | 68,45a                   | 62,65ab                  | 65,55a   |
| Rataan V                        | 61,57a                   | 60,27b                   |          |

Keterangan: Angka-angka yang tidak diikuti notasi huruf menunjukkan berbeda tidak nyata pada  $\alpha$  5% dengan uji DMRT

Kadar klorofil daun Arabika nyata lebih besar dibandingkan dengan Robusta. Pemberian limbah tahu 300 ml/L nyata menghasilkan kadar klorofil daun tertinggi dibandingkan dengan T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub> dan T<sub>0</sub>. Perlakuan tanpa pemupukan menghasilkan kadar klorofil terendah.

Perlakuan NPK secara tunggal menghasilkan perbedaan kadar klorofil daun, namun makin tinggi dosis N, jumlah klorofil menurun. Sedangkan limbah tahu berpengaruh nyata dan makin tinggi konsentrasi yang diberikan, makin banyak kadar klorofil daun kopi pada 8 MSPT. Rahmah et al. (2014) melaporkan bahwa perbedaan pertumbuhan vegetatif disebabkan oleh kemampuan menyerap hara yang berbeda pada setiap tanaman. Semakin tinggi konsentrasi pupuk yang diberikan maka akan lebih cepat meningkatkan perkembangan organ tanaman.

Kombinasi perlakuan varietas Robusta yang diberi limbah tahu 100 ml/L menghasilkan daun terluas dan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Kadar klorofil daun kopi berbeda nyata akibat kombinasi perlakuan varietas dan limbah tahu pada umur 8 MSPT. Kadar klorofil tertinggi dihasilkan oleh kombinasi perlakuan Arabika yang diberi limbah tahu 300 ml/L (K<sub>1</sub>T<sub>3</sub>) dan berbeda nyata bila dibandingkan dengan K<sub>1</sub>T<sub>0,1</sub>, K<sub>2</sub>T<sub>0,2</sub>. Namun K<sub>1</sub>T<sub>3</sub> berbeda tidak nyata kadar klorofil daunnya, bila dibandingkan dengan K<sub>1</sub>V<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>T<sub>1,3</sub>.

Hasil penelitian Jatsiyah et al. (2020) pemberian POC limbah tahu dengan konsentrasi 75% berpengaruh nyata pada tinggi bibit, jumlah daun, panjang akar, berat basah dan berat kering kopi Robusta, namun berbeda tidak nyata pada diameter batang. Konsentrasi pupuk yang tinggi menyediakan unsur hara yang cukup pada media tanam. Semakin tinggi konsentrasi pupuk yang diberikan maka akan lebih cepat meningkatkan perkembangan organ tanaman.

Interaksi antara limbah tahu dan NPK menghasilkan perbedaan kadar klorofil pada daun kopi yang diuji pada umur 8 MSPT. Kombinasi perlakuan N<sub>1</sub>T<sub>0</sub> menghasilkan kadar klorofil terbanyak dan berbeda tidak nyata pada N<sub>2,3</sub>T<sub>0</sub>, N<sub>2,3</sub>T<sub>1</sub> dan N<sub>1</sub>T<sub>2</sub>. Kadar klorofil terendah diperoleh pada kombinasi perlakuan N<sub>2</sub>T<sub>3</sub> yang berbeda tidak nyata dengan N<sub>0,1,3</sub>T<sub>3</sub>, N<sub>0,2</sub>T<sub>2</sub>, N<sub>1</sub>T<sub>1</sub>, dan N<sub>0</sub>T<sub>0</sub>. Kadar klorofil akibat interaksi antara limbah tahu dan varietas kopi yang ditanam di dataran rendah sebesar 68,45mg/L, sedangkan menurut Andika (2020) kopi yang ditanam di dataran tinggi indeks klorofil daunnya diperoleh sebesar 69,26 mg/L. Perbedaan kadar klorofil hanya 1,17% lebih sedikit di dataran rendah.

## KESIMPULAN

Perlakuan varietas berpengaruh nyata terhadap jumlah daun kopi umur 2 dan 4 MST. Pemberian NPK berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada 6 dan 8 MST; bobot basah tajuk dan panjang akar kopi. Limbah tahu 100ml/L berpengaruh nyata pada luas daun 6 MST dan kadar klorofil total daun. Interaksi varietas dan NPK berpengaruh nyata pada jumlah daun 8 MST, sedangkan interaksi varietas dan limbah tahu berpengaruh nyata pada luas daun 6 MST dan kadar klorofil total. Varietas Arabika dapat menjadi pilihan bibit dengan kadar klorofil daun lebih banyak walaupun tanpa pemberian pemupukan NPK. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pemberian limbah tahu 300 ml/L untuk meningkatkan jumlah dan luas daun serta kadar klorofil.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ungkapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun Anggaran 2023 atas pendanaan penelitian dan publikasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, I., & Nadapdap, H. J. (2019). Analisis Daya Saing Ekspor Biji Kopi Indonesia di Pasar Global Tahun 2002-2017. *JSEP (Journal of Social and Agricultural Economics)*, 12(2), 1–16. <https://doi.org/10.19184/JSEP.V12I2.11271>
- Andika, R. T. (2020). Karakter Fisiologi dan Pertumbuhan Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica*) pada Manajemen yang Berbeda di Lahan Agroforestri. *Jurnal Produksi Tanaman*, 8(1), 106–111. <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/1326>
- Efrida, L., Darmawati, & Srg, M. A. H. (2013). Pengaruh Pemberian Limbah Cair Tahu dan Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine Max L. Merrill*). *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 18(1). <https://doi.org/10.30596/AGRIUM.V18I1.348>
- Evizal, R., Hariri, A. M., Sugiatno, & Prasmatiw, F. E. (2021). Pembibitan Kopi Liberika di Desa Puralaksana, Kecamatan Way Tenong, Lampung Barat. *Jurnal Sumbangsih*, 2(1), 204–211. <https://doi.org/10.23960/JSV.V2I1.47>
- Farhana, D., & Wijaya, Y. R. P. (2020). Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Sebagai Pupuk Organik Cair Untuk Berbagai Tanaman Di Kampung Lengkon, Kota Langsa. *Seminar Nasional Peningkatan Mutu Pendidikan*. <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/2001947>
- Fitria, F., Khair, H., Alqamari, M., Yusuf, M., & Harahap, F. S. (2023). Aplikasi Pemberian Pupuk NPK dan Pupuk Organik Cair Enceng Gondok Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonium L.*). *Biofarm : Jurnal Ilmiah Pertanian*, 19(2), 379–383. <https://doi.org/10.31941/BIOFARM.V19I2.3415>
- Ginting, A. A., Lubis, S. N., & Kesuma, S. I. (2022). Keunggulan Komparatif dan Kompetitif Kopi Arabika di Kabupaten Karo, Sumatera Utara, Indonesia. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 5(3), 592–600. <https://doi.org/https://doi.org/10.37637/ab.v5i3.1045>
- Jatsiyah, V., Rosmalinda, R., Sopiana, S., & Nurhayati, N. (2020). Respon Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta Terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair Limbah Industri Tahu. *AGROVITAL : Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2), 68–73. <https://doi.org/10.35329/AGROVITAL.V5I2.1742>
- Marian, E., & Tuhuteru, S. (2019). Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Sebagai Pupuk Organik Cair pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Putih (*Brassica pekinensis*). *Agritrop : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 17(2), 134–144. <https://doi.org/10.32528/AGRITROP.V17I2.2663>
- Muin, M., Lasharan, S., & Makassar, J. (2020). Pengaruh Faktor Produksi terhadap Hasil Produksi Merica di Desa Era Baru Kecamatan Tellulimpoe Kabupaten Sinjai. *Economix*, 5(1). <https://ojs.unm.ac.id/economix/article/view/5374>
- Ngaisah, S. (2014). *Pengaruh Kombinasi Limbah Cair Tahu dan Kompos Sampah Organik Rumah Tangga pada Pertumbuhan dan Hasil Panen Kailan (Brassica oleracea Var. Acephala)*. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Panggalo, H. (2020). *Produktivitas Kopi Arabika (Coffea arabica L.) pada Ketinggian Lahan Berbeda di Kebun PT. Sulotco Jaya Abadi – Tana Toraja*. Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.
- Rahmah, A., Izzati, M., Parman, S., & Biologi, J. (2014). Pengaruh Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Limbah Sawi Putih (*Brassica Chinensis L.*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 22(1), 65–71. <https://doi.org/10.14710/BAF.V22I1.7810>
- Satibi, M., Nasamsir, N., & Hayata, H. (2019). Pembuatan Rorak pada Perkebunan Kopi Arabika (*Coffea arabica*) Untuk Meningkatkan Produktivitas. *Jurnal Media Pertanian*, 4(2), 74–80. <https://doi.org/10.33087/jagro.v4i2.85>

- Septiani, B. A., Saptuti, I., & Kawuryan, S. (2021). Analisa Penyebab Turunnya Produksi Kopi Robusta Kabupaten Temanggung. *EKUITAS (Jurnal Ekonomi Dan Keuangan)*, 5(3), 365 – 388–365 – 388. <https://doi.org/10.24034/J25485024.Y2021.V5.I3.4612>
- Suhendra, I., & Armaini, A. (2017). Aplikasi Beberapa Hasil Fermentasi Limbah terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (Coffea canephora Pierre). *JOMFAPERTA*. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/article/view/16997>
- Thamrin, S., Junaedi, J., & Irmayana, I. (2020). Respon Pemberian Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (Coffee robusta). *Agroplanta: Jurnal Ilmiah Terapan Budidaya Dan Pengelolaan Tanaman Pertanian Dan Perkebunan*, 9(1), 40–48. <https://doi.org/10.51978/AGRO.V9i1.95>