

KUANTIFIKASI PERTUMBUHAN DAN HASIL BIOMASSA TANAMAN SERAI WANGI (*Andropogon nardus*) PADA LAHAN PASCATAMBANG BATUBARA DENGAN NAUNGAN ANGSANA (*Pterocarpus indicus*)

Fadia Tyora Yulieta¹, Mia Rosmiati², Aos³

^{1,2,3}Program Studi Rekayasa Pertanian - Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung, Jl. Let. Jend. Purn, Dr. (HC) Mashudi No. 1, Sayang, Kec. Jatinangor, Kab. Sumedang, Jawa Barat 45363
E-mail penulis pertama: fadiatyora2@gmail.com

ABSTRACT

Growth Quantification and Biomass Results of Serai Wangi Plant (*Andropogon nardus*) on A Batcoal Post-Mill Land with Angsana (*Pterocarpus indicus*) Shade. Citronella (*Andropogon nardus*) is a commodity that can be used for post-mining land reclamation because it can grow on marginal land. Citronella plant products are essential oils obtained from the distillation of the leaves of the citronella plant. The aim of this study was to analyze differences in growth and yield of biomass, as well as yields of citronella essential oil in post-mining land under the shade of Angsana (*Pterocarpus indicus*). The seeds used came from Balitro, namely Sitrona 1 Agribun (v_1), Sitrona 2 Agribun (v_2), and Seraiwangi 1 (v_3) varieties. Growth observations were carried out for 12 WAP with growth parameters: plant height, leaf width, and number of tillers. Biomass sampling was carried out at 12 WAP by measuring wet weight and dry weight to obtain data on water content and Shoot Root Ratio (SRR). Testing the yield of citronella essential oil was carried out at the BALITTRO. The results showed that on the plant height parameter, the variety treatments were not significantly different. The tallest plant height is v_1 (123.54 cm). In the leaf width parameter, there was a significant difference between the three varieties, v_1 was significantly different from v_2 and v_3 , v_2 was significantly different from v_3 . The widest leaf width is v_2 (1.62 cm). In the number of tillers parameters, v_1 is significantly different from v_2 and v_3 , v_2 is not significantly different from v_3 . The highest number of tillers is v_1 (24). In observing biomass, there was no significant difference between the three treatments for plant biomass. The largest plant biomass is v_1 (150.467 g). The highest yield of essential oils was v_1 (1.32%).

Keywords: Citronella, essential oil, post-mining, shade

ABSTRAK

Serai wangi (*Andropogon nardus*) adalah salah satu komoditas yang dapat dimanfaatkan untuk reklamasi lahan pascatambang karena dapat tumbuh pada lahan marginal. Produk tanaman serai wangi adalah minyak atsiri yang didapat dari penyulingan daun tanaman serai wangi. Penelitian bertujuan untuk menganalisis perbedaan pertumbuhan dan hasil biomassa, serta rendemen minyak atsiri serai wangi di lahan pascatambang dengan naungan angsana (*Pterocarpus indicus*). Bibit yang digunakan berasal dari BALITTRO, yaitu varietas Sitrona 1 Agribun (v_1), Sitrona 2 Agribun (v_2), dan Seraiwangi 1 (v_3). Pengamatan pertumbuhan dilakukan selama 12 MST dengan parameter pertumbuhan: tinggi tanaman, lebar daun, dan jumlah anakan. Dilakukan pengambilan sampel biomassa pada usia 12 MST dengan pengukuran bobot basah dan bobot kering untuk mendapatkan data kadar air dan Nisbah Tajuk Akar (NTA). Pengujian hasil rendemen minyak atsiri serai wangi dilakukan di Lab BALITTRO. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada parameter tinggi tanaman, perlakuan varietas tidak berbeda nyata. Tinggi tanaman tertinggi adalah v_1 (123.54 cm). Pada parameter lebar daun, terdapat perbedaan yang nyata antara ketiga varietas, v_1 berbeda nyata dengan v_2 dan v_3 , v_2 berbeda nyata dengan v_3 . Lebar daun terlebar adalah v_2 (1.62 cm). Pada parameter jumlah anakan, v_1 berbeda nyata dengan v_2 dan v_3 , v_2 tidak berbeda nyata dengan v_3 . Jumlah anakan terbanyak adalah v_1 (24). Pada pengamatan biomassa, tidak ada perbedaan yang nyata antara ketiga perlakuan terhadap biomassa tanaman. Biomassa tanaman terbesar adalah v_1 (150,467 g). Hasil rendemen minyak atsiri terbesar adalah v_1 (1.32%).

Kata kunci: Minyak Atsiri, Naungan, Pascatambang, Serai

PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada dua lempeng, yaitu lempeng Pasifik dan lempeng Australia. Tumbukan dua lempeng tersebut menyebabkan terbentuknya mineralisasi. Hal inilah yang menyebabkan Indonesia kaya akan mineral. Sumber daya mineral yang kaya menyebabkan banyaknya kegiatan pertambangan di Indonesia (Manik, 2018). Banyaknya sektor pertambangan di Indonesia menyebabkan sektor pertambang menjadi salah satu andalan dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia. Selain itu, banyaknya pertambangan juga berperan dalam penyerapan tenaga kerja di Indonesia (Wahyuningsih, 2019). Salah satu komoditas tambang adalah batubara. Total sumber daya batubara di Indonesia tahun 2011 diperkirakan mencapai 105 miliar ton. Saat ini, 75% dari total produksi batubara diekspor, terutama ke Jepang, Taiwan, Korea Selatan dan Eropa, dan sisanya untuk kebutuhan dalam negeri.

Aktivitas penambangan menyebabkan kerusakan lingkungan, khususnya pada tanah. Karakteristik tanah yang rusak antara lain adalah struktur, tekstur, dan *bulk density* yang penting untuk pertumbuhan tanaman. Struktur dan tekstur tanah yang rusak menyebabkan tidak maksimalnya fungsi tanah dalam menyimpan dan menyerap air pada saat musim hujan. Sehingga, aliran air menjadi tinggi atau terdapat genangan. Sebaliknya, tanah menjadi padat dan keras saat musim kering (Hirfan, 2016). Rusaknya lingkungan tersebut berdampak pada hilangnya vegetasi hutan, flora dan fauna, serta lapisan tanah. Hilangnya vegetasi dapat berdampak pada hilangnya fungsi hutan, yaitu yang sebagai pengatur tata air, pengendalian erosi, banjir, penyerap karbon, pemasok oksigen, pengatur suhu (Hafiz, 2016). Akibat kerusakan yang ditimbulkan dari aktivitas penambangan, maka terdapat kewajiban bagi perusahaan yang bergerak pada bidang pertambangan untuk melakukan reklamasi pada lahan bekas tambangnya (Oktorina, 2017).

Reklamasi adalah kegiatan wajib yang dilakukan pada lahan pasca tambang, sebagaimana disebutkan dalam Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Mineral dan batubara dimana setiap perusahaan pengelola tambang wajib melakukan reklamasi. Reklamasi adalah kegiatan pengelolaan tanah yang mencakup perbaikan kondisi fisik tanah agar tidak terjadi longsor, perbaikan kualitas air asam tambang yang beracun dengan pembuatan waduk, kemudian dilanjutkan dengan melakukan revegetasi (Oktorina, 2017). Kegiatan revegetasi dapat dilakukan dengan penanaman tanaman penutup (*cover crop*), tanaman kehutanan yang cepat tumbuh, tanaman asli lokal, maupun tanaman lainnya yang dinilai dapat bermanfaat untuk mempercepat dan meningkatkan keberhasilan usaha reklamasi (Adman *et al.*, 2012). Kegiatan reklamasi adalah tahapan akhir dari kegiatan pertambangan yang diharapkan dapat mengembalikan lahan seperti keadaan semula, dan jika memungkinkan dapat dikelola menjadi lebih baik dari kondisi sebelum penambangan, serta dapat dialihfungsikan sebagai bentuk lain. Sasaran akhir dari kegiatan reklamasi lahan pascatambang yaitu memperbaiki lahan pascatambang agar kondisinya lebih baik, aman, stabil, dan tidak mudah tererosi sehingga dapat dimanfaatkan kembali (Hirfan, 2016). Salah satu bentuk reklamasi adalah dengan melakukan alih fungsi lahan bekas tambang menjadi lahan pertanian (Oktorina, 2017).

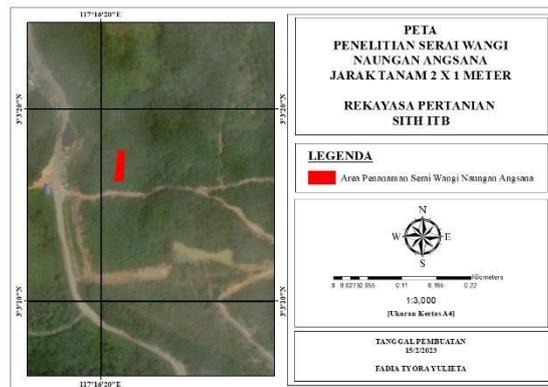
Salah satu tanaman yang dapat dibudidayakan di lahan bekas tambang adalah tanaman serai wangi (*Andropogon nardus*). Serai wangi (*Andropogon nardus*) merupakan tanaman konservasi yang memiliki berbagai macam kegunaan, salah satunya adalah untuk mencegah terjadinya erosi tanah dan merehabilitasi lahan-lahan kritis. Serai wangi (*Andropogon nardus*) merupakan tanaman adaptif yang dapat tumbuh pada lahan marjinal bekas tambang batubara. Tanaman ini mampu menyesuaikan dengan lingkungan baru, dapat tumbuh dengan cepat, dan perakaran yang padat dapat membuat tanaman ini mampu menahan tanah dari erosi (Juliarti *et al.*, 2020). Selain itu, tanaman serai wangi (*Andropogon nardus*) juga memiliki fungsi ekonomis yang baik.

Penelitian ini penting untuk dilaksanakan agar dapat mengetahui pertumbuhan tanaman serai wangi (*Andropogon nardus*) di lahan bekas tambang batubara sehingga didapatkan varietas yang paling optimal dibudidayakan di lahan bekas tambang batubara. Bagi *stakeholder*, diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan informasi terkait kegiatan reklamasi di lahan pascatambang dengan pengembangan budidaya tanaman serai wangi. Hasil dari penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan nilai yang positif dalam aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

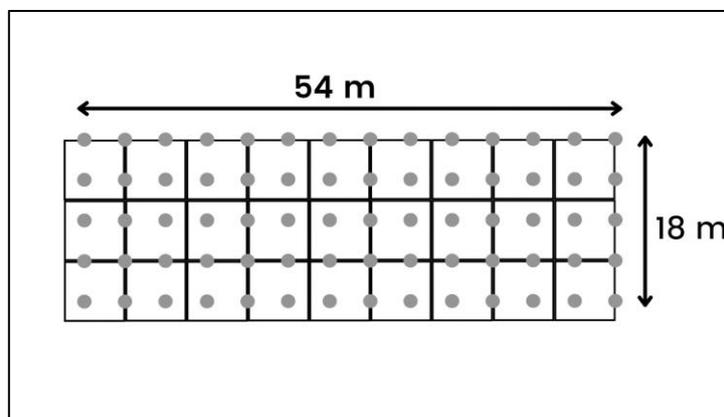
Penelitian dilakukan pada bulan Agustus-Desember 2022 di Kelubir *Mine Operation* PT. Pesona Khatulistiwa Nusantara, Desa Kelubir, Kecamatan Tanjung Palas Utara, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara. Lokasi penelitian adalah area reklamasi bekas tambang batubara yang berada pada OPD (*Out Pit Dump*) 2D dengan tanaman Angsana (*Pterocarpus indicus*), pada titik koordinat 3°03'16.3" N, 117°16'21.2" E dengan ketinggian 61 mdpl.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

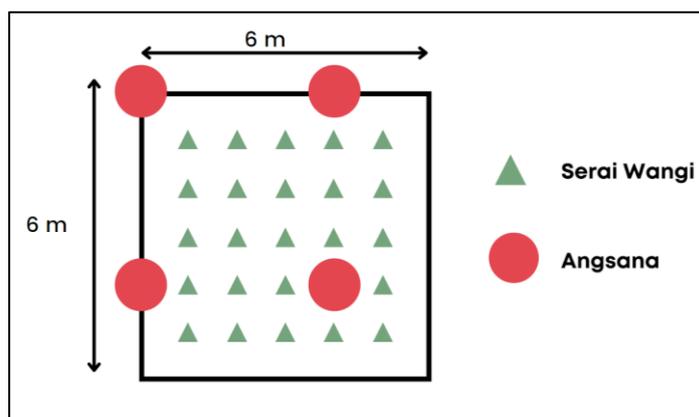
Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu varietas (*v*) serai wangi dengan 3 perlakuan yaitu Sitrona 1 Agribun (v_1), Sitrona 2 Agribun (v_2), dan Seraiwangi 1 (v_3) yang diulang sebanyak 9 pengulangan (*p*). Tanaman serai wangi dibudidayakan di bawah naungan Angsana dengan jarak tanam 2 x 1 m. Penelitian serai wangi dilakukan pada lahan naungan Angsana (*Pterocarpus indicus*) dengan plot berukuran 0,0972 m² (54 m x 18 m), dibagi menjadi 27 petak dengan ukuran 6 m x 6 m (**Gambar 2**). Setiap petak akan ditanam bibit serai wangi berjumlah 15 tanaman, dengan jarak tanam 2 m x 1 m.



Gambar 2. Sketsa Plot Penelitian Serai Wangi Naungan Angsana

Dari sketsa plot penelitian pada **Gambar 2**, dapat diperjelas tata letak tanaman dalam petak penelitian (**Gambar 3**).



Gambar 3. Sketsa Petak di Dalam Plot Penelitian Serai Wangi Naungan Angsana

Tata letak perlakuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 4.**

V ₂ p ₁	V ₃ p ₆	V ₃ p ₄
V ₁ p ₈	V ₃ p ₁	V ₁ p ₂
V ₃ p ₃	V ₃ p ₅	V ₂ p ₇
V ₁ p ₉	V ₃ p ₇	V ₃ p ₉
V ₃ p ₈	V ₂ p ₈	V ₃ p ₂
V ₂ p ₆	V ₁ p ₆	V ₁ p ₇
V ₁ p ₅	V ₂ p ₂	V ₂ p ₄
V ₁ p ₄	V ₂ p ₉	V ₁ p ₃
V ₂ p ₅	V ₂ p ₃	V ₁ p ₁

Gambar 4. Tata Letak Penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, *excavator*, *knapsack-sprayer*, *lux meter*, mesin pemotong rumput, parang, pasak, *soil tester*, *sprinkler*, dan tali rafia. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air, bibit serai wangi varietas Sitrona 1 Agribun, Sitrona 2 Agribun, dan Seraiwangi-1, herbisida *Gramoxone 276 SL*, pupuk KCl, pupuk kompos, pupuk SP-36, pupuk urea, dan tanah.

Teknis Budidaya

Teknis budidaya yang dilakukan mengikuti SOP (Standar Operasional Prosedur) budidaya serai wangi (*Andropogon nardus*) dari BALITTRO (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat), meliputi kegiatan persiapan lahan, penanganan bibit sebelum tanam, pembuatan dan persiapan lubang tanam, penanaman, perawatan, dan pemupukan, dan pemanenan. Perawatan yang dilakukan berupa penyulaman, penyiangan, penggemburan dan pembumbunan. Berikut adalah dosis dan waktu pemupukan selama penelitian.

Tabel 1. Dosis dan Waktu Pemupukan Serai Wangi

Umur Tanaman	Dosis Pemupukan (gr/lubang tanam)		
	Urea	KCl	SP36
0 mst	5	9	-
3 mst	-	-	6
12 mst	10	-	-

Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tanaman yang diperlukan untuk memperoleh data dilakukan secara *simple random sampling* terhadap 3 tanaman setiap petak penelitian. Untuk kepentingan uji kualitas minyak atsiri sampel tanaman ada penambahan 4 tanaman, sehingga menjadi 7 tanaman per petak penelitian.

Teknik Pengambilan Data

Data yang diperlukan untuk penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer meliputi data pertumbuhan, data biomassa tanaman, data rendemen minyak atsiri, dan data kualitas tanah setelah pemanenan. Data sekunder meliputi data kualitas tanah sebelum penanaman, iklim, dan ketinggian lokasi penelitian. Untuk memperoleh data primer, variabel pertumbuhan dan biomassa diperoleh dari pengamatan dan pengukuran selama penelitian. Untuk variabel pertumbuhan dilakukan pengamatan dari 1 minggu setelah tanaman (MST) sampai 12 minggu setelah tanaman (MST). Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, lebar daun, dan jumlah anakan. Untuk setiap petak, diambil 3 sampel, sehingga jumlah sampel yang diamati adalah 81 individu dalam satu plot. Pengamatan tinggi tanaman diukur dari pangkal bawah sampai ujung daun tertinggi menggunakan penggaris. Pengamatan lebar daun diukur pada tiga titik, yaitu pada atas, tengah, dan bawah daun kemudian dirata-rata. Jumlah anakan diukur dengan menghitung seluruh individu dalam satu rumpun kemudian dikurangi dua sebagai indukan dalam satu rumpun.

Untuk variabel biomassa, dilakukan pengukuran pada usia 12 minggu setelah tanaman (MST). Bobot basah tanaman diperoleh dengan menimbang tanaman menggunakan timbangan analitik. Biomassa kering didapatkan dengan menimbang bobot kering biomassa tanaman yang terlebih dahulu dilakukan penjemuran selama 48 jam di *screen house* Institut Teknologi Bandung Jatinangor dan pengeringan dengan oven selama 48 jam dengan suhu 100°C. Dari data yang diperoleh, dapat diketahui penurunan kadar air tanaman dan nisbah tajuk akar.

$$W = \frac{BB-BK}{BB} \times 100\% \text{ (Sukarman et al., 2015)}$$

W = Kadar Air (%)

BB = Bobot Basah Serai Wangi

BK = Bobot Kering Serai Wangi

$$NTA = \frac{BKT}{BKA} \text{ (Manurung et al., 2021)}$$

NTA = Nisbah Tajuk Akar

BKT = Bobot Kering Tajuk

BKA = Bobot Kering Akar

Untuk variabel kualitas tanah dilakukan pengukuran pada usia 12 minggu setelah tanaman (MST). Pengujian sampel tanah utuh untuk menentukan kadar air, porositas, dan *bulk density* dilakukan di Labtek IA Institut Teknologi Bandung Jatinangor. Dilakukan penimbangan bobot basah tanah menggunakan timbangan analitik. Bobot kering tanah didapatkan dengan menimbang bobot tanah yang dikeringkan pada oven selama 48 jam dengan suhu (110±5) °C di Labtek IA Institut Teknologi Bandung Jatinangor. Dari data yang diperoleh, dapat diketahui kadar air, *bulk density*, dan porositas tanah. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$W = \frac{BTB-BTK}{BTK} \times 100\% \text{ (Nuraida et al., 2021)}$$

W = Kadar Air Tanah (%)

BTB = Bobot Tanah Basah

BTK = Bobot Tanah Kering

$$BD = \frac{(BTK + BR) \text{ g/cm}^3}{V \text{ total}} \text{ (Nuraida et al., 2021)}$$

BD = *Bulk Density*

BTK = Bobot Tanah Kering

BR = Berat Ring

V total = Volume Total

$$\text{Porositas Tanah} = 1 - \left(\frac{\text{Bulk Density}}{2,65} \right) \text{ (USDA, 2001)}$$

Pengujian sampel tanah komposit untuk analisis kesuburan tanah lengkap dilakukan di Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan Universitas Padjadjaran Jatinangor. Pengujian hasil rendemen minyak atsiri pada serai wangi dilakukan pada laboratorium Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro).

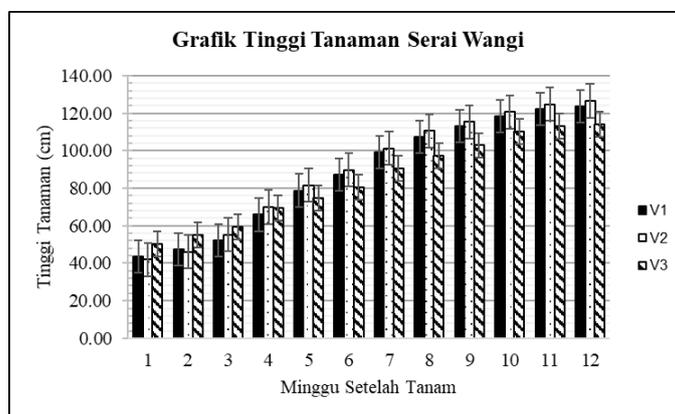
Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan dengan menggunakan uji ANOVA eka arah. Jika dari pengujian anova tersebut menghasilkan signifikan pada α 5%, maka dilanjutkan dengan uji lanjut LSD dengan taraf nyata (α) 5%. Dilakukan juga analisis tabulatif dan deskriptif terhadap parameter pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan setiap minggu dari 1 MST sampai 12 MST. Berdasarkan **Gambar 5**, terdapat pertambahan tinggi tanaman pada setiap minggu pengamatan untuk seluruh varietas. Tanaman serai wangi perlakuan v_1 , v_2 , dan v_3 terus mengalami pertumbuhan sampai usia 12 MST.



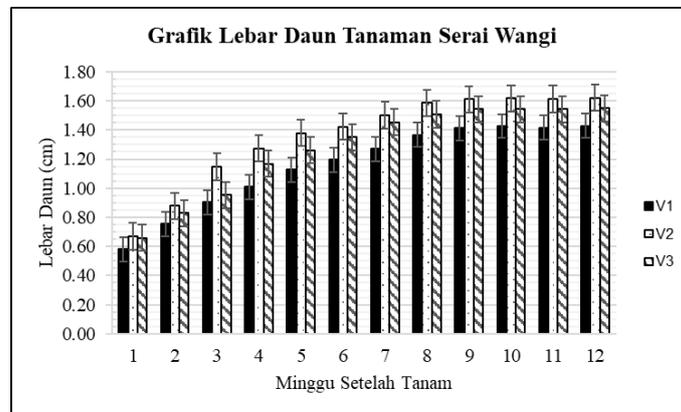
Gambar 5. Grafik Tinggi Tanaman Serai Wangi Naungan Angsana

Hasil ANOVA menunjukkan nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$), yang artinya tidak ada perbedaan yang nyata antara ketiga varietas terhadap tinggi tanaman. Hal ini karena kebutuhan nutrisi tanaman terpenuhi, sehingga tiga varietas tersebut dapat tumbuh optimal pada lahan pascatambang batubara. Berdasarkan data yang diperoleh, rata-rata tinggi tanaman serai wangi perlakuan v_1 , v_2 , dan v_3 pada 12 MST berturut-turut adalah 123,54 cm; 126,57 cm; dan 113,94 cm. Data tersebut menunjukkan bahwa perlakuan v_2 adalah varietas yang memiliki tinggi tanaman tertinggi. Berdasarkan data karakteristik varietas unggul serai wangi yang dikeluarkan oleh Balitro, panjang daun tanaman serai wangi adalah 87 – 107 cm (Syukur dan Trisilawati, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan serai wangi v_1 , v_2 , dan v_3 tergolong normal di lahan pascatambang batubara. Berdasarkan penelitian Danata *et al.* (2022), tinggi tanaman serai wangi varietas Sitrona 1 Agribun, Sitrona 2 Agribun, dan Seraiwangi 1 pada usia 9 MST berturut-turut adalah 75 cm; 90 cm; dan 100 cm. Sedangkan berdasarkan hasil penelitian, pada usia 9 MST tinggi tanaman varietas Sitrona 1 Agribun, Sitrona 2 Agribun, dan Seraiwangi 1 berturut-turut adalah 112,93 cm; 115,35 cm; dan 102,80 cm. Diperoleh tinggi tanaman yang lebih besar pada ketiga varietas dibandingkan dengan hasil penelitian Danata *et al.* (2022). Hal ini dapat disebabkan oleh adanya naungan Angsana (*Pterocarpus indicus*) yang mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman. Adanya naungan Angsana (*Pterocarpus indicus*) pada proses budidaya menyebabkan intensitas cahaya yang diterima tanaman lebih rendah dibandingkan budidaya tanpa naungan. Intensitas cahaya yang rendah menyebabkan pertambahan

tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan pada intensitas cahaya yang tinggi sebagai respon tanaman untuk mendapatkan cahaya yang cukup.

Lebar Daun Tanaman

Pengamatan parameter lebar daun dilakukan setiap minggu dari 1 MST sampai 12 MST. Berdasarkan **Gambar 6**, terdapat penambahan lebar daun pada setiap minggu pengamatan untuk seluruh varietas. Tanaman serai wangi perlakuan v_1 , v_2 , dan v_3 terus mengalami pertumbuhan dari 1 MST sampai usia 8 MST. Kemudian, pada 8 MST sampai 12 MST pertumbuhan melambat.

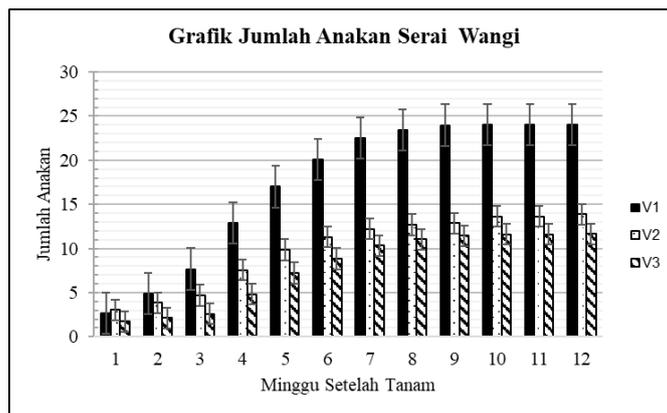


Gambar 6. Grafik Lebar Daun Serai Wangi Naungan Angsana dengan Jarak Tanam 2x1

Hasil ANOVA menunjukkan nilai signifikansi kurang dari 0,05 ($p < 0,05$), yang artinya perlakuan varietas mempengaruhi lebar daun tanaman. Kemudian, dilakukan uji lanjutan uji LSD dengan taraf nyata 5%. Dari pengujian didapat bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara ketiga varietas. Perlakuan v_1 berbeda nyata dengan v_2 dan v_3 , v_2 berbeda nyata dengan v_3 . Nilai lebar daun tanaman serai wangi varietas v_1 , v_2 , dan v_3 pada usia 12 MST berturut-turut adalah 1,43 cm; 1,62 cm; dan 1,55 cm. Data tersebut menunjukkan bahwa perlakuan v_2 (Sitrona 2 Agribun) memiliki lebar daun terbesar. Menurut Suroso (2018), pertumbuhan normal lebar daun serai wangi adalah antara 1-2 cm. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh varietas dapat tumbuh normal pada lahan pascatambang batubara. Perbedaan yang nyata antara ketiga varietas tersebut dapat dipengaruhi oleh naungan angsana. Berdasarkan pernyataan Danata *et al.* (2022), adanya naungan pada proses budidaya tanaman serai wangi dapat menyebabkan daun memiliki ketebalan kecil dan lebar yang besar karena dalam proses pertumbuhannya, tanaman serai wangi memerlukan banyak cahaya. Naungan dapat menyebabkan respon pertumbuhan lebar daun yang berbeda antar ketiga varietas bergantung dengan kemampuan adaptasi masing-masing.

Jumlah Anakan

Pengamatan parameter jumlah anakan dilakukan setiap minggu, dari 1 MST sampai 12 MST. Berdasarkan **Gambar 7**, terdapat penambahan jumlah anakan pada setiap minggu pengamatan untuk seluruh varietas. Tanaman serai wangi perlakuan v_1 , v_2 , dan v_3 terus mengalami pertumbuhan yang tergolong cepat dari usia 1 MST sampai usia 8 MST. Kemudian, pada 8 MST sampai 12 MST pertumbuhan melambat.

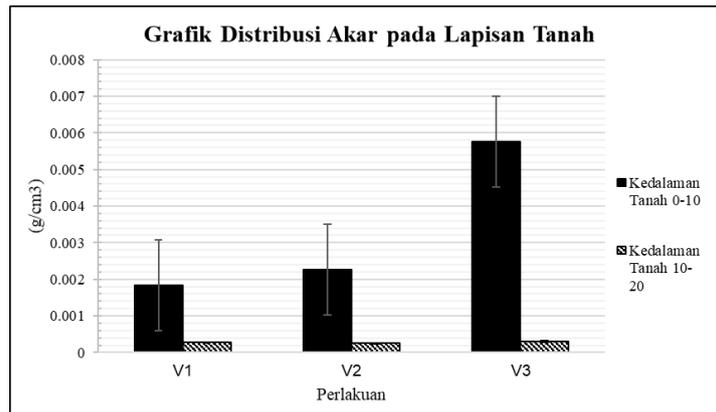


Gambar 7. Grafik Pertumbuhan Jumlah Anakan Serai Wangi Naungan Angsana Berjarak Tanam 2x1

Hasil ANOVA menunjukkan nilai signifikansi kurang dari 0,05 ($p < 0,05$), yang artinya perlakuan varietas mempengaruhi jumlah anakan tanaman. Kemudian, dilakukan uji lanjutan uji LSD dengan taraf nyata 5%. Dari pengujian didapat bahwa v_1 berbeda nyata dengan v_2 dan v_3 , v_2 tidak berbeda nyata dengan v_3 . Hal ini diduga disebabkan faktor genetik tanaman yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman serai wangi. Jumlah anakan tanaman serai wangi v_1 , v_2 , dan v_3 pada usia 12 MST berturut-turut adalah 24, 14, dan 12. Data tersebut menunjukkan bahwa v_1 menunjukkan perlakuan yang memiliki jumlah anakan terbanyak. Berdasarkan data karakteristik varietas unggul serai wangi yang dikeluarkan oleh Balitro, tanaman serai varietas Sitrona 1 Agribun memiliki jumlah anakan terbanyak, dibandingkan varietas Sitrona 2 Agribun dan serai wangi 1 (Syukur dan Trisilawati, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah anakan serai wangi yang ditanam pada lahan pascatambang batubara sesuai dengan karakteristik tanaman tersebut. Berdasarkan penelitian Manurung *et al.* (2021), jumlah anakan tanaman serai wangi varietas Sitrona 1 Agribun pada usia 12 MST adalah 12-14 anakan setiap rumpunnya. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman serai wangi tumbuh normal pada lahan pascatambang batubara. Berdasarkan penelitian Danata *et al.* (2022), jumlah anakan serai wangi varietas Sitrona 1 Agribun, Sitrona 2 Agribun, dan Seraiwangi 1 pada usia 9 MST berturut-turut adalah 24, 27, dan 40. Sedangkan berdasarkan hasil penelitian, pada usia 9 MST jumlah anakan Sitrona 1 Agribun, Sitrona 2 Agribun, dan Seraiwangi 1 berturut-turut adalah 24, 13, dan 11. Diperoleh data jumlah anakan yang lebih sedikit pada ketiga varietas dibandingkan dengan hasil penelitian Danata *et al.* (2022). Hal ini dapat disebabkan adanya naungan pada saat budidaya. Naungan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan proses fisiologis tanaman. Tanaman pada kondisi ternaungi, intensitas cahayanya lebih rendah, yang menyebabkan jaringan palisade dan mesofil tanaman lebih tipis dibandingkan tanaman pada intensitas cahaya yang tinggi (Danata *et al.*, 2022). Fungsi utama jaringan ini adalah untuk fotosintesis. Fotosintesis akan menghasilkan karbohidrat sebagai energi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Syakir dan Gusmaini, 2015).

Distribusi Akar pada Lapisan Tanah

Rata-rata distribusi akar serai wangi pada kedalaman tanah 0 sampai 10 cm dan 10 sampai 20 cm disajikan pada **Gambar 8**. Berdasarkan grafik tersebut, didapatkan bahwa distribusi akar pada kedalaman 0 sampai 10 cm yang paling pesat adalah v_3 , disusul v_2 , dan v_1 . Distribusi akar pada kedalaman 10 sampai 20 cm yang paling pesat adalah v_3 , disusul v_1 dan v_2 .

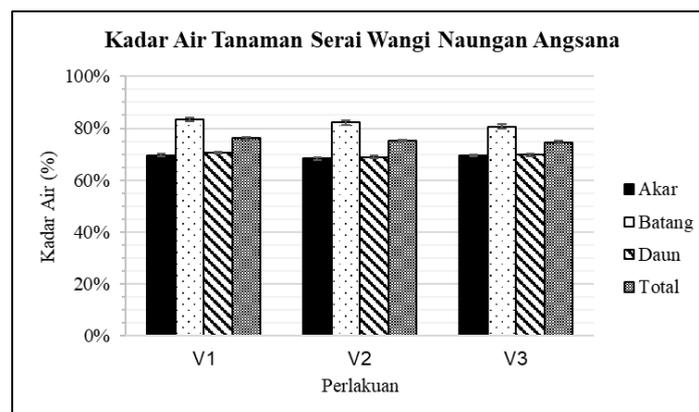


Gambar 8. Distribusi Akar pada Lapisan Tanah dengan Kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm pada 12 MST

Berdasarkan hasil pengamatan, distribusi persebaran akar serai wangi perlakuan v_1 , v_2 , dan v_3 pada kedalaman 0 sampai 10 cm berturut-turut adalah 0,0018 g/cm³; 0,0023 g/cm³; dan 0,0058 g/cm³. distribusi persebaran akar serai wangi perlakuan v_1 , v_2 , dan v_3 pada kedalaman 10 sampai 20 cm berturut-turut adalah 0,00028 g/cm³; 0,00025 g/cm³; dan 0,0003 g/cm³. Menunjukkan persebaran akar lebih banyak di lapisan tanah pada kedalaman 0 sampai 10 cm dan menunjukkan bahwa persebaran akar kurang optimal pada lapisan tanah kedalaman 10 sampai 20 cm. Hal ini dapat disebabkan jenis tanah penelitian dan pola tanam yang diterapkan dalam penelitian. Lahan penelitian adalah lahan pascatambang. Lahan pascatambang memiliki karakteristik tanah yang padat dan dapat berdampak negatif terhadap fungsi dan perkembangan akar. Kemudian, tanah pascatambang yang mengalami kerusakan struktur dan tekstur menyebabkan tidak maksimalnya fungsi tanah dalam menyimpan dan menyerap air, menyebabkan minimnya ketersediaan air di dalam tanah. Ketersediaan air di dalam tanah dapat membantu proses pertumbuhan dan perkembangan akar (Hadi *et al.* 2023). Lahan penelitian adalah tanah dengan tekstur *clay loam* dengan *bulk density* 1,216 g/cm³ dan porositas 0,541. Kondisi ini menunjukkan bahwa kepadatan tanah termasuk tinggi. Nilai *bulk density* yang terkategori tinggi berkisar 1,46 g/cm³ – 1,6 g/cm³ yang akan menghambat pertumbuhan akar dan kemampuan akar dalam menyerap air (Karromallah *et al.* 2022). Pola tanam yang digunakan adalah sistem agroforestri dengan angšana. Menurut Wulandari *et al.* (2020), tanaman yang ditanam dengan pola tanam agroforestri akan menyebabkan akar tanaman tidak tumbuh terlalu dalam karena adanya persaingan nutrisi dengan tanaman kehutanan.

Kadar Air Tanaman

Rata-rata kadar air tanaman serai wangi disajikan pada **Gambar 9**. Berdasarkan grafik tersebut, didapatkan bahwa kadar air tanaman pada setiap perlakuan tidak berbeda jauh. Kadar air tertinggi adalah perlakuan v_1 , yaitu varietas Sitrona 1 Agribun, kemudian disusul oleh v_2 , dan v_3 dengan kadar air terkecil.

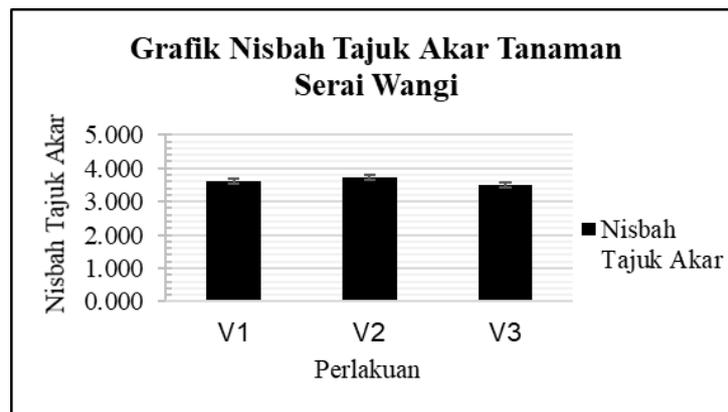


Gambar 9. Grafik Kadar Air Tanaman Serai Wangi pada 12 MST

Hasil ANOVA menunjukkan nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$), yang artinya tidak ada perbedaan yang nyata antara ketiga varietas terhadap kadar air tanaman. Berdasarkan hasil pengamatan, kadar air tanaman serai wangi v_1 , v_2 , dan v_3 berturut-turut adalah 76,14%; 75,16%; dan 74,64%. Perlakuan yang memiliki kadar air terbesar adalah perlakuan v_1 , yaitu varietas Sitrona 1 Agribun. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sembiring dan Manoi (2015), kadar air tanaman serai wangi berkisar antara 24,01-74,70%. Tanaman serai wangi yang dilakukan pelayuan 2 hari kadar airnya adalah 62,02%. Hasil penelitian menunjukkan kadar air yang lebih tinggi. Hal ini dapat dipengaruhi oleh naungan Angsana. Naungan pada proses budidaya dapat menurunkan laju transpirasi akibat kenaikan kelembaban relatif di bawah tajuk, kelembaban tanah, serta menurunkan suhu dan fluktuasi suhu pada siang dan malam hari (Sutopo, 2019).

Nisbah Tajuk Akar

Rata-rata nisbah tajuk akar serai wangi disajikan pada **Gambar 10**. Berdasarkan grafik tersebut, didapatkan bahwa nisbah tajuk akar tanaman pada setiap perlakuan tidak berbeda jauh. Nisbah tajuk akar terbesar adalah perlakuan v_2 , kemudian disusul oleh v_1 dan v_3 .



Gambar 10. Grafik Nisbah Tajuk Akar Serai Wangi pada 12 MST

Berdasarkan hasil pengamatan, nisbah tajuk akar tanaman serai wangi v_1 , v_2 , dan v_3 berturut-turut adalah 3,612; 3,726; dan 3,502. Perlakuan yang memiliki kadar air terbesar adalah perlakuan V_2 (varietas Sitrona 2 Agribun). Nisbah tajuk akar menunjukkan respon akar tanaman terhadap kondisi tanah. Nisbah tajuk akar diperoleh dari perbandingan bobot kering tajuk dengan bobot kering akar. Rendahnya nilai nisbah tajuk akar menunjukkan bahwa pertumbuhan akar lebih baik dari pertumbuhan tajuk, begitu juga sebaliknya tingginya nilai nisbah tajuk akar menunjukkan pertumbuhan tajuk lebih baik dari pertumbuhan akar (Herdiawan, 2013). Berdasarkan hasil penelitian Manurung *et al.* (2021), nisbah tajuk akar serai wangi pada umur 12 MST berkisar 0,95 – 1,25. Hasil penelitian menunjukkan nilai nisbah tajuk akar yang besar. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya naungan Angsana. Tanaman yang dibudidayakan pada naungan akan memiliki nilai nisbah tajuk akar yang lebih besar dari tanaman yang dibudidayakan tanpa naungan. Hal ini karena adanya naungan menyebabkan lebih sedikit cahaya yang diterima oleh tanaman, sehingga perkembangan akar berkurang dan pertumbuhan tajuk lebih baik dari pertumbuhan akar (Sirait *et al.* 2005).

Kualitas Tanah

Berdasarkan hasil uji analisis tanah pada lahan penelitian serai wangi, tekstur tanah adalah *clay loam* dengan komposisi 28% *sand*, 30% *silt*, 29% *clay*, dan 13% *find sand*. Kondisi tanah termasuk kurang subur jika dilihat dari kandungan C-organik dan total N adalah miskin serta nilai C/N dalam kondisi rendah. Hasil uji analisis tanah disajikan pada **Tabel 2**.

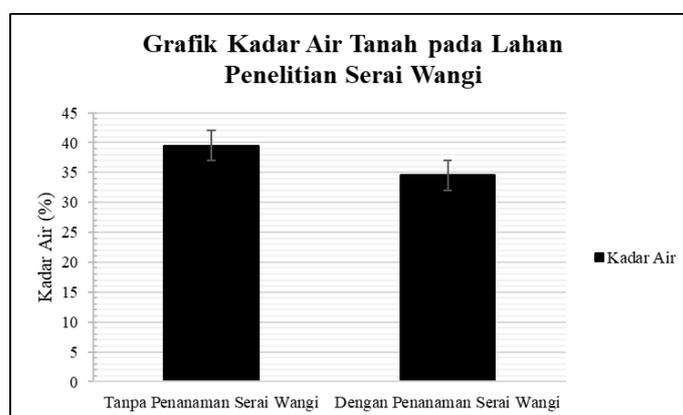
Tabel 2. Hasil Uji Analisis Tanah di Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan Universitas Padjadjaran Jatinangor.

Parameter	Unit	Result	Criteria
pH: H ₂ O *)	-	5,09	Acidic

pH: KCl 1 N *)	-	3,88	-
Organic – C *)	(%)	0,87	Poor
Total – N *)	(%)	0,09	Poor
C/N	-	9,66	Low
P2O5 HCl 25%	(mg/100g)	0,40	Poor
P2O5 (Bray)	(ppm P)	0,20	Poor
K2O HCl 25%	(mg/100g)	19,90	Low
<i>Basic Cations:</i>			
K-dd	(cmol.kg ⁻¹)	0,11	Low
Na-dd	(cmol.kg ⁻¹)	0,13	Low
Ca-dd	(cmol.kg ⁻¹)	0,95	Poor
Mg-dd	(cmol.kg ⁻¹)	1,53	Medium
Cation exchange capacity (CEC)	(cmol.kg ⁻¹)	10,71	Low
Base Saturation	(%)	71,24	High
Al-dd	(cmol.kg ⁻¹)	8,25	-
H-dd	(cmol.kg ⁻¹)	0,61	-
Al-saturation	(%)	0,25	Poor
<i>Texture</i>			
Sand	(%)	28	Clay Loam
Silt	(%)	30	
Clay	(%)	29	
Fine Sand	(%)	13	
Pb	ppm	13,58	-

Sumber: Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan Universitas Padjadjaran Jatinangor, 2023

Kadar air tanah pada lahan penelitian serai wangi sebelum dan setelah penanaman serai wangi sampai umur 12 MST disajikan pada **Gambar 11**.

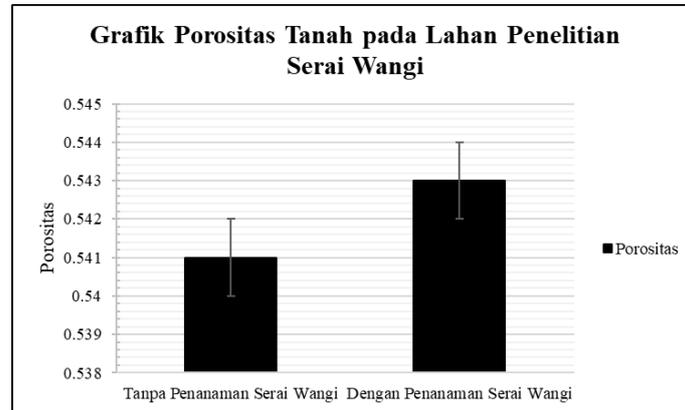


Gambar 11. Grafik Kadar Air Tanah pada 12 MST

Berasarkan hasil uji, kadar air tanah tanpa penanaman serai wangi adalah 39,52% dan kadar air tanah yang ditanami serai wangi adalah 34,52%. Hasil tersebut meunjukkan adanya penurunan kadar air tanah setelah penanaman serai wangi. Kadar air tanah dapat dipengaruhi oleh tingkat kepadatan tanah. Tanah yang terlalu padat menyebabkan air di dalam tanah tidak dapat bergerak dan diserap oleh tanaman, sehingga kadar air tanah yang dihasilkan tinggi (Haridjaja *et al.*, 2010). Penanaman serai wangi dapat menurunkan kadar air tanah karena dalam proses budidayanya dilakukan pengolahan tanah berupa pengemburan dan pemberian pupuk organik yang dapat menurunkan kepadatan tanah.

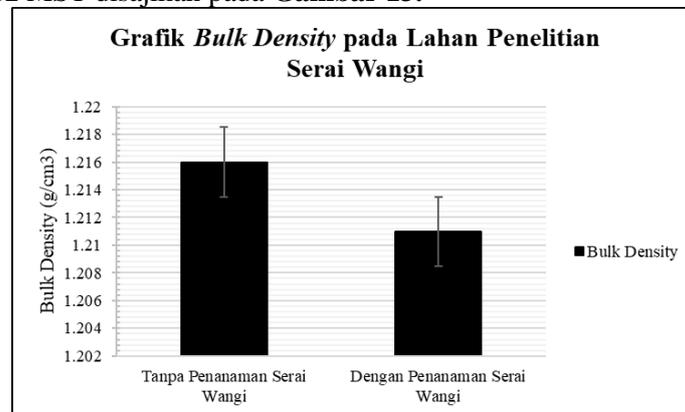
Penurunan kepadatan tanah ini yang menyebabkan air yang terkandung dalam tanah dapat diserap oleh tanaman. Sehingga setelah penanaman serai wangi, kadar air tanah menurun.

Porositas tanah pada lahan penelitian serai wangi sebelum dan setelah penanaman serai wangi sampai umur 12 MST disajikan pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Grafik Porositas Tanah pada 12 MST

Nilai *bulk density* tanah pada lahan penelitian serai wangi sebelum dan setelah penanaman serai wangi sampai umur 12 MST disajikan pada **Gambar 13**.



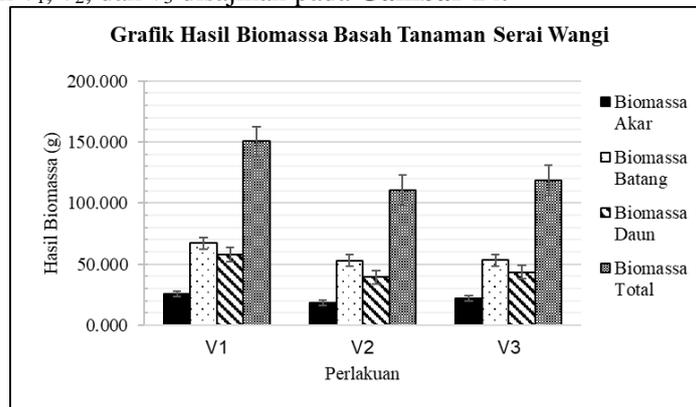
Gambar 13. Grafik *Bulk Density* Tanah pada 12 MST

Berdasarkan hasil uji, porositas tanah tanpa penanaman serai wangi adalah 0,541 dan porositas tanah yang ditanami serai wangi adalah 0,543. Hasil menunjukkan adanya kenaikan porositas tanah setelah penanaman serai wangi. Kenaikan porositas tanah berkaitan dengan penurunan kepadatan tanah. Porositas tanah adalah ruang pori dalam tanah yang tidak terisi bahan padat tanah. Kecilnya nilai porositas menandakan kepadatan tanah yang tinggi (Firdaus *et al.*, 2013). Berdasarkan hasil uji, *bulk density* tanah tanpa penanaman serai wangi adalah 1,216 g/cm³ dan *bulk density* tanah yang ditanami serai wangi adalah 1,211 g/cm³. Hasil menunjukkan adanya penurunan *bulk density* tanah setelah penanaman serai wangi. Penurunan *bulk density* tanah menunjukkan penurunan kepadatan tanah. Nilai *bulk density* dipengaruhi oleh tekstur, struktur, dan kandungan bahan organik dalam tanah (Dharma dan Puja, 2019). Nilai *bulk density* dan porositas tanah memiliki hubungan berbanding terbalik. Semakin tinggi nilai porositas tanah, nilai *bulk density*-nya menurun. Sebaliknya, semakin kecil nilai porositas tanah, maka *bulk density* akan naik.

Kenaikan nilai porositas tanah dan penurunan nilai *bulk density* pada penelitian ini terjadi karena pada proses budidaya tanaman serai wangi terjadi penambahan pupuk kompos. Hal ini sejalan dengan Dharma dan Puja (2019) yang menyatakan bahwa pemberian pupuk kompos dapat meningkatkan porositas tanah karena terbentuknya struktur tanah yang mantap akibat pengikatan partikel-partikel tanah, yang menyebabkan ruang pori dalam tanah semakin banyak. Semakin banyaknya ruang pori di dalam tanah menyebabkan berat volume tanah (*bulk density*) kecil.

Hasil Biomassa

Pengamatan biomassa tanaman dilakukan pada usia 12 MST. Biomassa tanaman nilainya dipengaruhi oleh pertumbuhan tanaman. Hasil biomassa asah akar, batang, daun, dan total tanaman serai wangi perlakuan v_1 , v_2 , dan v_3 disajikan pada **Gambar 14**.



Gambar 14. Grafik Rata-rata Biomassa Basah Tanaman Serai Wangi per Rumpun pada 12 MST

Hasil ANOVA menunjukkan nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$), yang artinya tidak ada perbedaan yang nyata antara ketiga varietas terhadap biomassa tanaman. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ketiga varietas memiliki nilai biomassa yang relatif sama. Biomassa basah total tanaman serai wangi perlakuan v_1 , v_2 , dan v_3 berturut-turut adalah 150,467 g; 110,311 g; dan 118,467 g. Data tersebut menunjukkan biomassa tanaman terbesar adalah perlakuan v_1 , disusul v_3 dan v_2 dengan biomassa terkecil. Besarnya nilai biomassa pada perlakuan v_1 (Sitrona 1 agribun) disebabkan oleh banyaknya jumlah anakan yang dihasilkan varietas tersebut. Semakin banyak jumlah anakannya, maka akan semakin besar biomassa yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan pernyataan A'yun *et al.* (2020), bahwa biomassa tanaman dipengaruhi oleh pertumbuhan vegetatif tanaman, yaitu tinggi tanaman, lebar daun, dan jumlah anakan Berdasarkan penelitian Syakur dan Gusmaini (2015), biomassa basah tanaman serai pada usia 24 MST antara 517,33 g/tanaman sampai 701,21 g/tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa nilai biomassa yang dihasilkan pada penelitian ini lebih kecil dibandingkan penelitian Syakur dan Gusmaini (2015). Hal ini disebabkan oleh umur tanaman yang lebih muda dan naungan angšana pada budidaya sera wangi. Umur tanaman yang lebih muda menyebabkan kecilnya hasil biomassa tanaman karena tanaman masih dapat mengalami pertumbuhan lagi. Naungan menyebabkan semakin sedikit cahaya yang diperoleh oleh tanaman dan digunakan tanaman untuk metabolisme tubuh, sehingga menghasilkan biomassa yang dihasilkan tidak optimal (Danata *et al.*, 2022).

Minyak Atsiri Serai Wangi

Hasil rendemen minyak serai wangi yang pada panen 12 mst disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Rendemen Serai Wangi pada 3 Varietas

No	Varietas	Rata-rata Bobot Kering Daun (g)	Rendemen (%)
1	v_1 (Sitrona 1 Agribun)	16,976	1.32
2	v_2 (Sitrona 2 Agribun)	12,184	0.85
3	v_3 (Seraiwangi 1)	13,116	0.95

Sumber: Data Pengamatan 2022, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 2023.

Berdasarkan hasil uji, rendemen minyak atsiri serai wangi perlakuan v_1 , v_2 , dan v_3 berturut-turut adalah 1,32%; 0,85%; dan 0,95%. Menunjukkan bahwa perlakuan yang menghasilkan rendemen minyak atsiri serai wangi adalah v_2 , disusul v_3 dan v_1 dengan rendemen minyak atsiri terkecil. Syukur dan Trisilawati (2019), menyatakan bahwa rendemen minyak atsiri serai wangi varietas Sitrona 1 Agribun adalah 1.50% dengan umur tanaman 24 MST. Walaupun hasil rendemen minyak atsiri yang

dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan standar rendemen minyak atsiri yang dikeluarkan oleh Balitro., namun tergolong normal karena umur tanaman penelitian adalah 12 MST. A'yun *et al.* (2020) mengatakan bahwa terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi minyak atsiri serai wangi, antara lain adalah iklim, kesuburan tanah, umur tanaman, dan cara penyulingan. Selain itu, kondisi lingkungan lahan penelitian yang cukup panas menyebabkan kadar rendemen minyak atsiri yang tinggi, karena serai wangi adalah tanaman C4 yang membutuhkan cahaya matahari penuh dan tahan terhadap cekaman kekeringan. Kondisi cekaman tersebut dapat meningkatkan produksi minyak atsiri apabila berada pada cekaman yang cukup tersedia unsur P dan K (Wahyudi *et al.*, 2021). Kondisi cekaman berupa suhu lingkungan yang tinggi menyebabkan serai wangi menghasilkan metabolit sekunder sebagai bentuk sistem pertahanan diri, yaitu senyawa aromatik (Swasono *et al.*, 2015). Menurut Ibrahim dan Khalid (2013), kadar rendemen minyak atsiri serai wangi dipengaruhi pertumbuhan tanaman, jumlah anakan, dan produksi biomassa kering tanaman. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan, perlakuan v_1 (Sitrona 1 Agribun), memiliki jumlah anakan terbanyak dan bobot kering daun terbesar.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua varietas serai wangi pada parameter tinggi tanaman adalah sama dimana tinggi tanaman tertinggi adalah varietas Sitrona 1 Agribun (v_1) yaitu 123,54 cm. Pada parameter lebar daun dan jumlah anakan, ketiga varietas menunjukkan respon yang berbeda, dimana lebar daun terlebar adalah varietas Sitrona 2 Agribun (v_2) yaitu 1,62 cm dan jumlah anakan terbanyak adalah varietas Sitrona 1 Agribun (v_1) sebanyak 24 tanaman. Pada pengamatan biomassa, tidak ada perbedaan antara ketiga perlakuan terhadap biomassa tanaman. Biomassa tanaman terbesar adalah Sitrona 1 Agribun (v_1) yaitu 150,467 g dan hasil rendemen minyak atsiri terbesar adalah Sitrona 1 Agribun (v_1) yaitu 1.32%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada: PT. Pesona Khatulistiwa Nusantara yang telah memberikan bantuan berupa lokasi, tempat tinggal, transportasi, dan akomodasi selama pelaksanaan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Adman, B., Hendrarto, B., & Sasongko, D. 2012. Pemanfaatan jenis pohon lokal cepat tumbuh untuk pemulihan lahan pascatambang batubara (Studi kasus di PT. singlurus pratama, kalimantan timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 10(1): 19-25.
- Agriculture, U.S.D. 2001. Soil quality test kit guide. US Department of Agriculture: Lincoln, NE, USA, 82.
- Arat, I., Wiraatmaja, I., & Kartini, N. 2021. Pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh NAA dan jenis pupuk organik terhadap hasil tanaman serai wangi (*Cymbopogon nardus L.*). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 10(4): 466-479.
- A'yun, Q., Hermana, B., dan Kalsum, U. 2020. Analisis rendemen minyak atsiri serai wangi (*Cymbopogon nardus L.*) pada beberapa varietas. *Jurnal Pertanian Presisi*, 4(2): 160-173.
- Danata, N. H., Aini, N., Udayana, C., Setiawan, A., dan Kurnianingrum, F. 2023. Growth, yield and respiration rate of *Cymbopogon nardus L.* at different shade levels. 1st International Conference on Agricultural, Nutraceutical, And Food Science (ICANFS) 2022, 1(1): 150-155.
- Dharma, I. P., dan Puja, I. N. 2019. Pengaruh frekuensi pengolahan tanah dan pupuk kompos terhadap sifat fisik tanah dan hasil jagung. *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 9(2): 154-165.
- Firdaus, L. N., Wulandari, S., dan Mulyeni, G. D. 2013. Pertumbuhan akar tanaman karet pada tanah bekas tambang bauksit dengan aplikasi bahan organik. *Biogenesis*, 10(1): 53-64.

- Hafiz, A. 2016. Dampak izin pertambangan batubara bagi lingkungan masyarakat kelurahan sempaja timur kecamatan samarinda utara”. eJournal Ilmu Pemerintahan, 4(4): 1651-1660.
- Haridjaja, O., Hidayat, Y., & Maryamah, L. 2010. Pengaruh bobot isi tanah terhadap sifat fisik tanah dan perkecambahan benih kacang tanah dan kedelai. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, 15(3): 147-152.
- Herdiawan, I. 2013. Pertumbuhan tanaman pakan ternak legum pohon Indigofera zollingeriana pada berbagai taraf perlakuan cekaman kekeringan. JITV, 18(4): 258-264.
- Hirfan. 2016. Strategi reklamasi lahan pasca tambang. PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Teknik, 1(1): 101-108.
- Ibrahim, M. M., dan Khalid, K. A. 2013. Phenotypic recurrent selection on herb growth yield of citronella grass (*Cymbopogon nardus*) grown in Egypt. Nusantara Bioscience, 5(2): 70-74.
- Juliarti, A., Wijayanto, N., Mansur, I., dan Trikoesoemaningtyas. 2020. Analisis rendemen minyak sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.) yang ditanam dengan pola agroforestri dan monokultur pada lahan revegetasi pasca tambang batubara. Jurnal Sylva Lestari, 8(2): 181-188.
- Karromallah, M. I., Latifah, S., Widiastuti, T., Purba, M. P., dan Sumardi, I. 2022. Tingkat kesuburan tanah pada area reboisasi asri di kawasan taman nasional gunung palung kabupaten ketapang (*soil fertility level in asri reboization area in gunung palung national park area ketapang regency*). Jurnal Hutan Lestari, 10(2): 472-486.
- Manik, J. D. 2018. Pengelolaan pertambangan yang berdampak lingkungan di indonesia. Promine, 1(1), 1-10.
- Manurung, R., Nengsih, Y., dan Marpaung, R. 2021. Pertumbuhan tanaman serai wangi (*Cymbopogon nardus* L) pada beberapa dosis kompos kulit kopi. Jurnal Media Pertanian, 6(2): 68-73.
- Nuraida, Alim, N., dan Arhim, M. 2021. Analisis kadar air, bobot isi dan porositas tanah pada beberapa penggunaan lahan. Prosiding Biologi Achieving the Sustainable Development Goals with Biodiversity in Confronting Climate Change, 1(1): 357-361.
- Oktorina, S. 2017. Kebijakan reklamasi dan revegetasi lahan bekas tambang (studi kasus tambang batubara indonesia. AL- Ard: Jurnal Teknik Lingkungan, 3(1): 16-20.
- Putri, Maura Zhafira; Rochdiani, Dini; Yudha, Eka Purna; Pardian, Pandi; , "BUSINESS MODEL CANVAS USAHA PRODUK MINUMAN SERBUK KEDELAI NEW MANDALA 525 (Studi Kasus di CV. Intan Alami, Kabupaten Garut)",Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis, Volume 9,Nomor 2, Tahun 2023: 3163-3177
- Sembiring, B. B., dan Mano, F.2015. Pengaruh pelayuan dan penyulingan terhadap rendemen dan mutu minyak serai wangi (*Cybopogon nardus*). Prosiding Seminar Nasional Swasembada Pangan, Lampung, 29 April 2015, 447-452.
- Sirait, J., Purwantantari, N. D., dan Simanihuruk, K. 2005. Produksi dan serapan nitrogen rumput pada naungan dan pemupukan yang berbeda. JITV, 10(3): 175-181.
- Sukarman, S., Seswita, D., dan Melati, M. 2015. Pengaruh jumlah ruas dan panjang batang terhadap viabilitas benih serai wangi (*Cymbopogon Nardus* L.). Jurnal Penelitian Tanaman Industri (Littri), 21(3): 139-144.
- Sumiyati., dan Setiyo, Y. 2009. Analisis perubahan sifat fisik tanah pada budidaya tanaman cabai besar (*Capsicum annum* L.) dengan pemupukan menggunakan kompos. Seminar Nasional dan Gelar Teknologi PERTETA, Mataram 8-9 Agustus 2009, 24-28.
- Suroso, S. 2018. Budidaya serai wangi (*Cymbopogon nardus* L. Randle). Dinas Kehutanan dan Perkebunan Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Suryani, E., Idris, H., Nurmansyah., dan Nasir, N. 2021. Effect of harvest interval on the productivity of three varieties of citronella grass planted on ultisol soil. 1st Lekantara Annual Conference on Natural Science and Environment (LeNS 2021), 1(1097): 1-7.
- Sutopo, A. 2019. Pengaruh naungan terhadap beberapa karakter morfologi dan fisiologi pada varietas kedelai ceneng. Jurnal Citra Widya Edukasi, 11(2): 131-142.

- Swasono, F., Santosa, M., dan Nihayati, E. 2015. Pengaruh cekaman air dan kombinasi pupuk nitrogen dan kalium terhadap pertumbuhan dan kadar minyak atsiri tanaman serai wangi (*Cymbopogon nardus* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(7): 574-580.
- Syakir, M., dan Gusmaini. 2012. Pengaruh penggunaan sumber pupuk kalium terhadap produksi dan mutu minyak tanaman nilam. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri (Littri)*, 18(2): 60-65.
- Syukur, C., dan Trisilawati, O. 2019. Sirkuler: Informasi teknologi tanaman rempah dan obat. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.
- Wahyudi, A. 2021. Sistem produksi minyak serai wangi berkelanjutan. *Perspektif*, 20(2): 94-105.
- Wulandari, A., Wardani, A., & Wijayanto, N. 2020. Respon fisiologi mindi (*Melia azedarach* L.) dan kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dalam agroforestri secara organik. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 11(1): 11-17.
- Yudha, Eka Purna, et al. "Rural development policy and strategy in the rural autonomy era. Case study of Pandeglang Regency-Indonesia." *Human Geographies* 14.1 (2020): 125-147.