

Pengaruh Diameter Batang Dan Komposisi Stimulan Asam Sulfat (H_2SO_4) dan Asam Nitrat (HNO_3) Terhadap Produktivitas Getah Pinus (*Pinus Merkusii* Jungh Et De Vriese)

*The Effect of Stem Diameter and the Composition of Sulfuric Acid (H_2SO_4) and Nitric Acid (HNO_3) Stimulants on Pine Resin Productivity (*Pinus Merkusii* Jungh Et De Vriese)*

Kristina Helen Banjarnahor^{1*}, Putranto Budiono Agung Nugroho², Mela Faradika²

¹ Mahasiswa Program Studi Kehutanan, Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

² Dosen Program Studi Kehutanan, Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

*Corresponding Author : kristinahelenbanjarnahor@gmail.com

ABSTRACT

Pine resin (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese) is a non-timber forest product with high economic value; however, in Parsingguran 1 Village, Pollung District, Humbang Hasundutan Regency, its potential has not been optimally utilized due to the improper and unmeasured application of chemical stimulants. This study aimed to evaluate the effects of stem diameter and the composition of sulfuric acid (H_2SO_4) and nitric acid (HNO_3) stimulants on the productivity and quality of pine resin, as well as to analyze the interaction between these factors. The research was conducted in June 2025 using an experimental method arranged in a factorial Randomized Complete Block Design. The treatments consisted of four stem diameter classes (25–30 cm, 31–35 cm, 36–40 cm, and 41–45 cm) and four stimulant combinations (control, H_2SO_4 10% + HNO_3 10%, H_2SO_4 20% + HNO_3 10%, and H_2SO_4 30% + HNO_3 10%), with three replications. Data were analyzed using two-way ANOVA followed by Tukey's test when significant differences were detected. The results indicated that both factors had a significant effect on resin yield, with the highest production obtained from the combination of H_2SO_4 30% + HNO_3 10% applied to trees with a stem diameter of 41–45 cm. The use of stimulants also reduced the moisture and impurity content of the resin without affecting its color. Overall, this treatment was considered the most effective for enhancing pine resin productivity in large-diameter trees and can be applied to achieve efficient and sustainable tapping practices.

Keywords: *Pinus merkusii*; pine resin; stem diameter; sulfuric acid; nitric acid; productivity

ABSTRAK

Getah pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) merupakan salah satu hasil hutan bukan kayu yang memiliki nilai ekonomi tinggi, namun di Desa Parsingguran 1, Kecamatan Pollung, Kabupaten Humbang Hasundutan, potensinya belum dimanfaatkan secara maksimal karena penggunaan stimulan kimia yang belum terukur dengan baik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh diameter batang dan komposisi stimulan asam sulfat (H_2SO_4) serta asam nitrat (HNO_3) terhadap produktivitas dan kualitas getah pinus, serta menganalisis interaksi di antara keduanya. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2025 dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial, yang terdiri atas empat kelas diameter batang (25–30 cm, 31–35 cm, 36–40 cm, dan 41–45 cm) serta empat kombinasi stimulan (kontrol, H_2SO_4 10% + HNO_3 10%, H_2SO_4 20% + HNO_3 10%, dan H_2SO_4 30% + HNO_3 10%) dengan tiga kali ulangan. Data dianalisis menggunakan ANOVA dua arah dan dilanjutkan dengan uji Tukey apabila terdapat perbedaan nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua faktor tersebut berpengaruh signifikan terhadap jumlah getah yang dihasilkan, di mana kombinasi H_2SO_4 30% + HNO_3 10% pada diameter batang 41–45 cm memberikan hasil tertinggi. Penggunaan stimulan juga menurunkan kadar air dan kotoran getah tanpa memengaruhi warna. Secara keseluruhan, perlakuan tersebut dinilai paling efektif untuk meningkatkan produktivitas getah pinus pada pohon berdiameter besar serta dapat diterapkan dalam penyadapan yang efisien dan berkelanjutan.

Kata kunci: *Pinus merkusii*; getah pinus; diameter batang; asam sulfat; asam nitrat; produktivitas

PENDAHULUAN

Getah pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) merupakan salah satu hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai industri. Getah ini diperoleh dari proses penyadapan pohon pinus yang menghasilkan produk turunan seperti gondorukem dan terpentin. Gondorukem banyak dimanfaatkan pada industri kertas, cat, sabun, dan perekat, sedangkan terpentin digunakan dalam industri farmasi, parfum, serta bahan kimia lainnya (Sharma et al., 2013). Meskipun Indonesia memiliki potensi yang besar dalam produksi getah pinus, tingkat pemanfaatannya masih tergolong rendah, yaitu hanya sekitar 1,19% dari total potensi nasional sebesar 8,4 juta ton (Afrida et al., 2024). Kondisi tersebut juga terlihat di Desa Parsingguran 1, Kecamatan Pollung, Kabupaten Humbang Hasundutan, di mana hasil penyadapan getah belum maksimal. Salah satu penyebabnya adalah penggunaan stimulan kimia yang belum terukur, sehingga efektivitas penyadapan menurun dan dapat menimbulkan kerusakan pada pohon dalam jangka panjang.

Untuk mengatasi kendala tersebut, penerapan stimulan kimia dengan konsentrasi yang tepat menjadi salah satu solusi yang dapat diterapkan guna meningkatkan hasil produksi getah pinus. Samosir et al., (2015) menyatakan bahwa penggunaan stimulan kimia dapat mempercepat eksudasi getah dan meningkatkan produktivitas penyadapan. Di antara berbagai jenis stimulan, asam sulfat (H_2SO_4) dan asam nitrat (HNO_3) termasuk yang paling sering diteliti. H_2SO_4 berperan sebagai stimulan utama dalam proses penyadapan getah dengan merangsang metabolisme sel penghasil resin melalui penurunan pH jaringan, yang selanjutnya mengaktifkan enzim penyintesis terpenoid. Selain itu, sifat dehidratifnya yang kuat membantu menarik air dari jaringan sehingga aliran getah menjadi lebih cepat dan deras (Prasista et al., 2020). Sementara itu, HNO_3 berfungsi sebagai stimulan pendukung yang bekerja melalui sifat oksidatornya untuk melukai dinding sel secara selektif dan membuka saluran resin (resin ducts) yang tersumbat, sehingga aliran getah menjadi lebih lancar dan stabil. Kedua asam ini juga membantu melunakkan jaringan di sekitar luka sadapan, tetapi penggunaannya perlu hati-hati karena konsentrasi berlebih dapat merusak jaringan dan menurunkan produktivitas dalam jangka panjang (Darmastuti, 2014).

Selain penggunaan stimulan, karakteristik fisiologis pohon juga berperan dalam menentukan produktivitas getah pinus. Salah satu faktor yang berpengaruh adalah diameter batang, yang berkaitan erat dengan jumlah saluran resin dalam pohon. Pohon dengan diameter yang lebih besar umumnya memiliki lebih banyak saluran resin, yang memungkinkan distribusi getah yang dihasilkan oleh parenkim epitel lebih efektif, sehingga berpotensi meningkatkan produksi getah. Hidayane et al., (2015) menyatakan bahwa diameter batang berpengaruh terhadap produktivitas getah, sedangkan

Wibowo (2016) menambahkan bahwa diameter batang juga berkaitan dengan volume kayu gubal, yang menentukan kapasitas penyimpanan getah dalam pohon.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh diameter batang dan komposisi stimulan asam terhadap produktivitas getah pinus, serta interaksi keduanya. Secara ilmiah, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memperkaya kajian tentang penggunaan kombinasi stimulan asam kuat terhadap peningkatan hasil penyadapan berdasarkan karakteristik morfologi pohon, serta menjadi dasar penerapan teknik penyadapan yang lebih efisien dan berkelanjutan di lapangan.

MATERI DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Juni 2025 di Desa Parsingguran 1, Kecamatan Pollung, Kabupaten Humbang Hasundutan, Sumatera Utara. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja karena desa ini memiliki kawasan hutan pinus yang luas dengan pertumbuhan alami, yang telah dimanfaatkan masyarakat untuk penyadapan getah.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan stimulan asam sulfat (H_2SO_4) dan asam nitrat (HNO_3). Alat yang digunakan meliputi pisau sadap, alat semprot (sprayer), palu paku, plastik penampung, timbangan analitik, pita ukur, gelas ukur, masker, oven, kamera serta alat tulis untuk pencatatan data.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap, mulai dari persiapan bahan dan alat, penentuan sampel pohon, hingga pengambilan dan pengujian getah. Pohon Pinus merkusii yang digunakan berumur lebih dari 30 tahun dengan diameter 25–45 cm dan kondisi sehat. Kesehatan pohon dilihat dari ciri-ciri fisik yaitu bebas dari serangan hama dan penyakit, daun yang masih hijau, serta tidak mengalami kerusakan pada bagian batang, seperti busuk atau patah. Penyadapan dilakukan dengan sistem sadap berbentuk huruf V atau teknik kopral menggunakan pisau sadap. Setiap bidang sadapan diberi larutan stimulan sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan, kemudian getah yang keluar ditampung menggunakan plastik penampung. Getah yang terkumpul ditimbang untuk memperoleh data produktivitas yang meliputi berat awal, berat bersih, dan berat setelah oven. Penilaian kualitas getah, yang mencakup kadar air, kadar kotoran, dan warna getah, dilakukan berdasarkan prosedur dan ketentuan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 7837:2016.

Parameter Penelitian

Parameter yang diamati meliputi:

1. Produktivitas getah (g/pohon/minggu), diperoleh dari hasil penimbangan berat getah tiap pohon pada setiap perlakuan.
2. Kualitas Getah (Kadar air (%), kadar kotoran (%), dan warna getah, didasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 7837:2016.

Syarat Mutu Getah Pinus

No	Mutu	Tanda Mutu	Warna	Kadar Air + Kadar Kotoran (%)
1	Super Premium	SP	Putih	≤ 5
2	Premium	P	Putih	> 5 s/d 10
3	I	I	Putih	> 10 s/d 14
4	II	II	Putih sampai dengan keruh kecoklatan	> 14 s/d 18

- Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode pengeringan oven pada suhu 105°C dan berlangsung 8-12 jam, persentase kadar air kemudian dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat Bersih Getah} - \text{Berat Kering}}{\text{Berat Bersih Getah}} \times 100 \%$$

- Pengukuran kadar kotoran dilakukan dengan mengevaluasi secara kasat mata, persentase kadar kotoran kemudian dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar Kotoran} = \frac{\text{Berat Kotoran}}{\text{Berat Total Sampel}} \times 100 \%$$

- Penilaian warna getah diamati secara visual, pengamatan dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan kejernihan dan perbedaan warna getah yang tampak.

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu diameter batang (D1 = 25–30 cm, D2 = 31–35 cm, D3 = 36–40 cm, D4 = 41–45 cm) dan komposisi stimulan (K1 = kontrol, K2 = H₂SO₄ 10% + HNO₃ 10%, K3 = H₂SO₄ 20% + HNO₃ 10%, K4 = H₂SO₄ 30% + HNO₃ 10%). Setiap kombinasi perlakuan diulang tiga kali sehingga terdapat 48 satuan percobaan.

Analisis Data

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu diameter batang (D1 = 25–30 cm, D2 = 31–35 cm, D3 = 36–40 cm, D4 = 41–45 cm) dan komposisi stimulan (K1 = kontrol, K2 = H₂SO₄ 10% + HNO₃ 10%, K3 = H₂SO₄ 20% + HNO₃ 10%, K4 =

H₂SO₄ 30% + HNO₃ 10%).

Model matematis yang digunakan adalah:

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijklm}$$

Keterangan:

Y_{ijklm} = Produksi getah pada diameter ke-i dan perlakuan stimulan ke-j, penyadap ke-k, minggu ke-l, dan ulangan ke-m.

μ = Nilai rata-rata umum.

α_i = Pengaruh diameter ke-i (i = 1,2,3,4)

β_j = Pengaruh pemberian asam ke-j (j = 0, 10%, 20%, 30%).

γ_k = Pengaruh penyadap ke-k (k = 1, 2, 3).

δ_l = Pengaruh minggu ke-l (l = 1, 2, 3, 4).

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Interaksi diameter dengan perlakuan stimulan

ϵ_{ijklm} = Galat percobaan

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dua arah untuk melihat pengaruh diameter batang dan komposisi stimulan terhadap produktivitas dan kualitas getah, termasuk interaksi keduanya. Jika terdapat perbedaan nyata, analisis dilanjutkan dengan uji Tukey untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisis Produktivitas Getah

Produktivitas getah pinus merupakan salah satu parameter penting yang menggambarkan kemampuan pohon dalam menghasilkan getah dari segi jumlah. Menurut Soenarno et al., (2000), tingkat produktivitas getah sangat dipengaruhi oleh kondisi fisiologis pohon, perlakuan kimia, serta faktor lingkungan di sekitar tegakan. Pada penelitian ini, produktivitas dinilai berdasarkan pengukuran berat bersih getah, yang mencerminkan jumlah getah murni setelah dikurangi berat plastik penampung dan kotoran. Empat parameter yang dianalisis meliputi berat awal getah, berat bersih, produktivitas harian, dan berat setelah oven, dengan tujuan mengetahui pengaruh jenis stimulan yang digunakan serta ukuran diameter batang terhadap hasil getah yang diperoleh.

1. Berat Awal Getah

Berat awal getah adalah jumlah getah yang dihasilkan oleh pohon pinus selama satu bulan (4 kali penyadapan), sebelum melalui proses pengeringan ataupun pemurnian. Parameter ini digunakan untuk menunjukkan secara langsung bagaimana respon pohon terhadap pemberian stimulan kimia yang diaplikasikan.

a. Hasil Uji ANOVA dan Deskriptif

Berdasarkan **Tabel 1**, interaksi antara diameter batang dan perlakuan stimulan terhadap berat awal getah menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan ($p < 0,001$), menandakan bahwa pengaruh stimulan bergantung pada ukuran diameter batang dan sebaliknya. Faktor minggu juga berpengaruh signifikan ($p < 0,001$), menunjukkan adanya variasi produktivitas getah antar periode penyadapan akibat perubahan fisiologis pohon, kondisi lingkungan, dan efek sisa stimulan kimia. Selain itu, faktor penyadap berpengaruh nyata ($p < 0,001$), yang mengindikasikan bahwa keterampilan dan ketelitian individu turut menentukan jumlah getah yang dihasilkan.

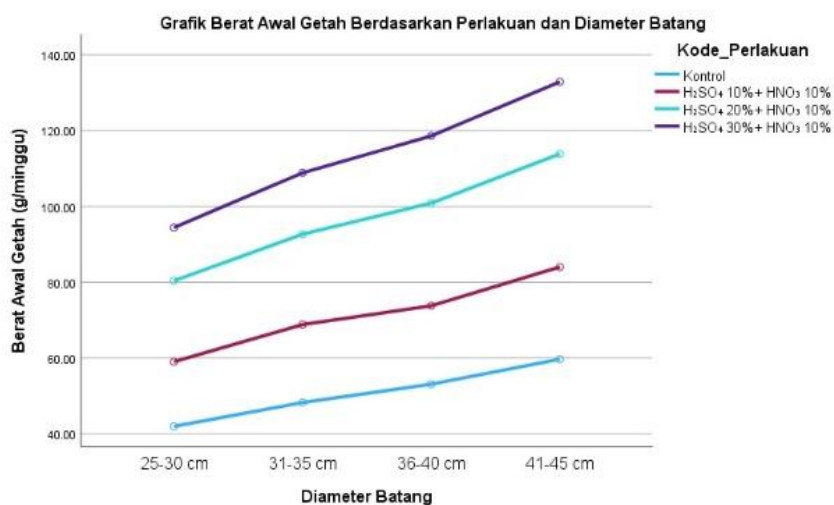
Tabel 1. Uji ANOVA interaksi antara diameter batang dan perlakuan stimulan terhadap berat awal getah

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Berat_Awal_Getah					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	265065.617 ^a	20	13253.281	5665.664	<.001
Intercept	2642901.565	1	2642901.565	1129817.765	<.001
Penyadap	1571.133	2	785.567	335.823	<.001
Minggu	118.653	3	39.551	16.908	<.001
Kelas_Diameter	41321.873	3	13773.958	5888.249	<.001
Kode_Perlakuan	219531.134	3	73177.045	31282.559	<.001
Kode_Perlakuan * Kelas_Diameter	3173.186	9	352.576	150.723	<.001
Error	844.461	361	2.339		
Total	2924118.410	382			
Corrected Total	265910.078	381			

a. R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .997)

b. Hasil Analisis Interaksi

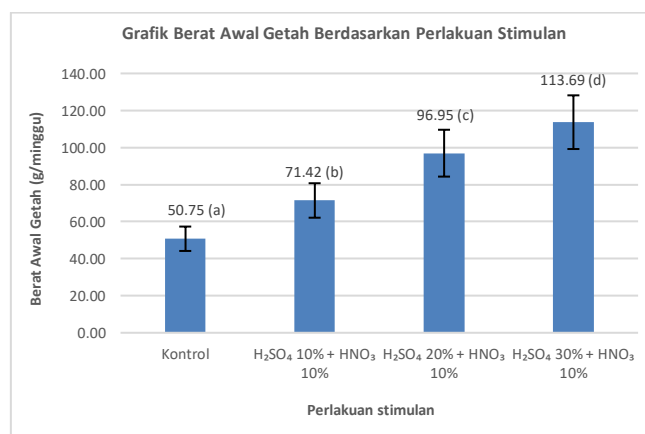
Gambar 1 menunjukkan adanya interaksi signifikan antara diameter batang dan perlakuan stimulan. Perbedaan berat antar perlakuan meningkat seiring bertambahnya diameter batang. Meskipun garis tidak bersilangan, pola kemiringan dan jarak antar garis yang semakin lebar mengindikasikan adanya interaksi nyata. Walaupun hasil analisis menunjukkan adanya interaksi yang signifikan antara kedua faktor, pembahasan tetap dilakukan terpisah untuk melihat pengaruh masing-masing faktor terhadap berat awal getah serta kecenderungan pola pada setiap perlakuan dan kategori diameter.



Gambar 1. Grafik berat awal getah berdasarkan perlakuan dan diameter batang

c. Berdasarkan Perlakuan Stimulan

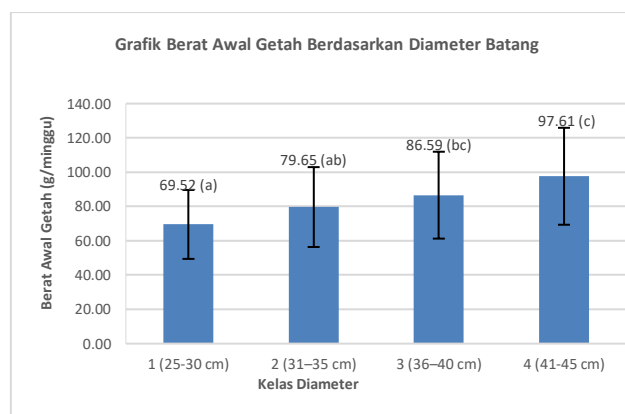
Berdasarkan gambar 2, rata-rata berat awal getah meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi stimulan, terutama asam sulfat (H_2SO_4). Perlakuan H_2SO_4 30% + HNO_3 10% menghasilkan berat awal tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, termasuk kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis H_2SO_4 hingga 30% masih efektif merangsang keluarnya getah lebih banyak, sedangkan HNO_3 pada taraf 10% tidak memberikan pengaruh tambahan yang berarti. Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan stimulan berpengaruh sangat signifikan terhadap berat awal getah ($p < 0,001$). Uji lanjut Tukey menegaskan bahwa setiap kombinasi stimulan berbeda nyata satu sama lain, yang ditunjukkan dengan huruf pembeda pada grafik. Temuan ini sejalan dengan Lukmandaru et al., (2021) yang melaporkan bahwa asam sulfat efektif meningkatkan produksi resin, terutama pada periode awal penyadapan.



Gambar 2. Grafik Berat awal getah berdasarkan perlakuan stimulan

d. Berdasarkan Diameter Batang

Berdasarkan **Gambar 3**, rata-rata berat awal getah meningkat seiring bertambahnya diameter batang. Pohon berdiameter 41–45 cm menghasilkan berat awal tertinggi sebesar 97,61 gram. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa diameter batang berpengaruh sangat signifikan terhadap berat awal getah ($p < 0,001$), dan uji Tukey menegaskan adanya perbedaan nyata antar kelompok diameter, sebagaimana ditunjukkan oleh huruf pembeda pada grafik. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar diameter batang, semakin tinggi produktivitas getah yang dihasilkan. Temuan ini sejalan dengan Samis et al., (2023) dan Wibowo (2016), yang menyatakan bahwa diameter batang besar memiliki volume kayu gubal serta jumlah saluran getah lebih banyak, sehingga mendukung peningkatan produksi getah.



Gambar 3. Grafik berat awal getah berdasarkan diameter batang

2. Berat Bersih Getah

Berat bersih getah adalah jumlah getah murni yang benar-benar dihasilkan oleh pohon pinus, setelah dikurangi berat plastik penampung dan kotoran yang terbawa selama proses penyadapan.

a. Hasil Uji ANOVA dan Deskriptif

Untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan stimulan dan diameter batang terhadap berat bersih getah, dilakukan analisis ANOVA dua arah sesuai model matematis yang dijelaskan pada metode. Analisis ini bertujuan untuk menilai apakah terdapat interaksi antara kedua faktor, sekaligus mengevaluasi pengaruh masing-masing faktor secara terpisah. Selain itu, faktor penyadap sebagai blok acak dan minggu sebagai repeated measures dimasukkan untuk mengontrol variasi data.

Tabel 2. Uji ANOVA pengaruh perlakuan stimulan dan diameter batang terhadap berat bersih getah

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Berat_Bersih

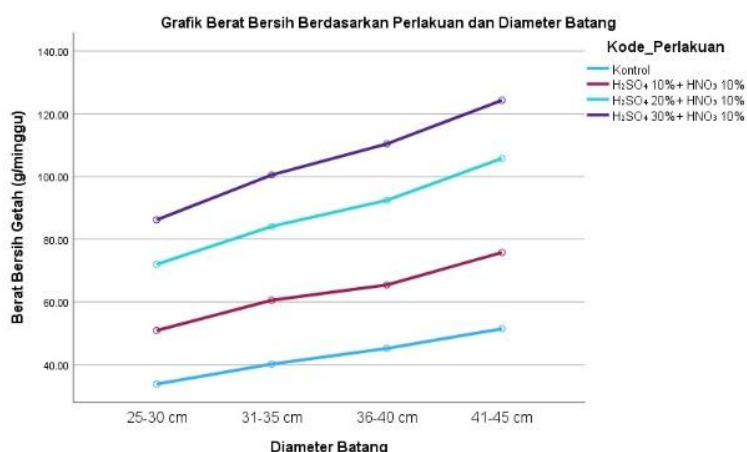
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	133287.821 ^a	20	6664.391	2559.317	.000
Intercept	1077841.080	1	1077841.080	413921.862	.000
Penyadap	790.219	2	395.110	151.733	.000
Minggu	50.177	3	16.726	6.423	.000
Kelas_Diameter	20832.615	3	6944.205	2666.774	.000
Kode_Perlakuan	109990.492	3	36663.497	14079.834	.000
Kode_Perlakuan * Kelas_Diameter	1624.318	9	180.480	69.309	.000
Error	445.279	171	2.604		
Total	1211574.180	192			
Corrected Total	133733.100	191			

a. R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .996)

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa semua faktor yang diuji, yakni penyadap, minggu, diameter batang, dan perlakuan stimulan, memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berat bersih getah ($p < 0,001$). Selain itu, interaksi antara perlakuan stimulan dan diameter batang terhadap berat bersih adalah signifikan secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan stimulan untuk meningkatkan produktivitas getah tidak hanya dipengaruhi oleh dosis atau jenis stimulan saja, tetapi juga bergantung pada ukuran diameter batang pohon. Dengan kata lain, kedua faktor ini saling mempengaruhi.

b. Hasil Analisis Interaksi

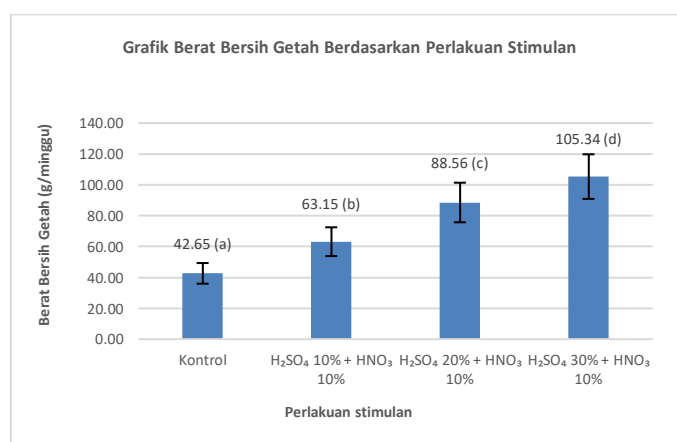
Berdasarkan **Gambar 4**, berat bersih getah meningkat seiring bertambahnya konsentrasi stimulan hingga 30% pada setiap diameter batang. Perlakuan H_2SO_4 30% + HNO_3 10% menghasilkan berat bersih tertinggi di semua kategori diameter, terutama pada diameter 41–45 cm, sedangkan kontrol menunjukkan hasil terendah. Pola kemiringan dan jarak antar garis pada grafik menunjukkan bahwa pengaruh stimulan semakin kuat pada pohon berdiameter besar. Meskipun tidak terdapat penyilangan garis, pola peningkatan yang tidak sejajar antar perlakuan menandakan adanya interaksi antara diameter batang dan stimulan. Artinya, efek stimulan bervariasi tergantung pada ukuran diameter pohon. Walaupun interaksi keduanya signifikan, pembahasan setiap faktor tetap dilakukan secara terpisah untuk menilai pengaruh umum masing-masing terhadap berat bersih getah serta kecenderungan pola pada setiap perlakuan dan kategori diameter.



Gambar 4. Grafik berat bersih berdasarkan perlakuan dan diameter batang

c. Berdasarkan Perlakuan Stimulan

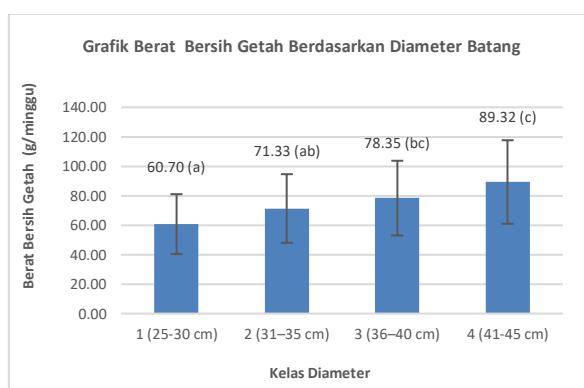
Berdasarkan **Gambar 5**, perlakuan stimulan H₂SO₄ 30% + HNO₃ 10% menghasilkan berat bersih getah tertinggi sebesar 105,34 gram, sedangkan kontrol tanpa stimulan hanya 42,65 gram. Perbedaan ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua asam memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan produksi getah. Hasil analisis ANOVA menunjukkan pengaruh yang sangat signifikan ($p < 0,001$), dan uji Tukey menegaskan bahwa setiap perlakuan berbeda nyata satu sama lain. Peningkatan berat bersih terutama disebabkan oleh peran H₂SO₄ yang merangsang aktivitas sel penghasil resin, sementara HNO₃ membantu membuka saluran resin melalui sifat oksidatornya. Kombinasi keduanya mempercepat sekresi getah dan meningkatkan volume produksi, sejalan dengan hasil penelitian Lempang et al., (2017) yang melaporkan bahwa penggunaan H₂SO₄ 30% dapat meningkatkan hasil getah secara signifikan dibandingkan tanpa stimulan.



Gambar 5. Grafik berat bersih berdasarkan perlakuan stimulan

e. Berdasarkan Diameter Batang

Berdasarkan **Gambar 6**, rata-rata berat bersih getah meningkat seiring dengan bertambahnya diameter batang. Pohon berdiameter 41–45 cm menghasilkan getah tertinggi, yaitu 89,32 gram, sedangkan pohon berdiameter 25–30 cm menghasilkan terendah, 60,70 gram. Analisis ANOVA menunjukkan bahwa diameter batang berpengaruh sangat signifikan terhadap berat bersih getah ($p < 0,001$), dan uji lanjut Tukey memperkuat adanya perbedaan signifikan antar kelompok diameter. Peningkatan produksi getah pada batang lebih besar diduga terkait dengan jumlah dan ukuran saluran resin yang lebih banyak serta bidang sadapan yang lebih panjang, sehingga aliran getah lebih lancar. Temuan ini sejalan dengan Asmaini et al., (2023), yang menyatakan bahwa pohon berdiameter >30 cm cenderung menghasilkan getah lebih tinggi.



Gambar 6. Grafik berat bersih getah berdasarkan diameter batang

3. Berat Setelah Oven

Berat setelah oven adalah sisa getah yang masih ada setelah melalui proses pengeringan dalam oven. Nilai ini digunakan untuk menunjukkan seberapa banyak kandungan padatan atau bahan kering dari getah yang benar-benar dihasilkan oleh pohon selama masa penyadapan. Parameter ini digunakan untuk mengestimasi kadar air, karena selisih antara berat bersih getah dan berat setelah oven mencerminkan banyaknya air yang menguap selama proses pengeringan.

a. Hasil Uji ANOVA dan Deskriptif

Untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan stimulan dan diameter batang terhadap berat setelah oven, dilakukan analisis ANOVA dua arah sesuai model matematis yang dijelaskan pada metode. Analisis ini bertujuan untuk menilai apakah terdapat interaksi antara kedua faktor, sekaligus mengevaluasi pengaruh masing-masing faktor secara terpisah. Selain itu, faktor penyadap sebagai blok acak dan minggu sebagai repeated measures dimasukkan untuk mengontrol variasi data.

Tabel 3. Uji ANOVA interaksi antara perlakuan stimulan dan diameter batang

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Berat_Setelah_Oven

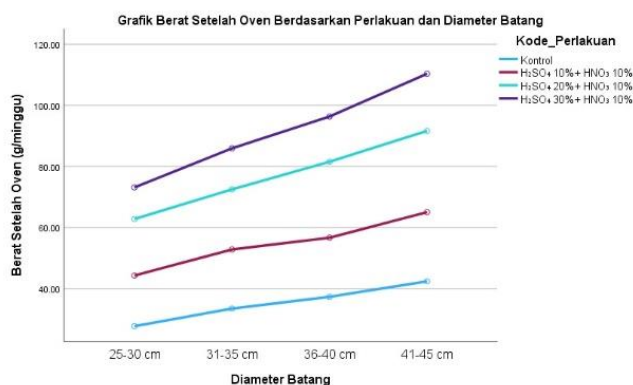
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	107473.687 ^a	20	5373.684	692.228	.000
Intercept	802241.869	1	802241.869	103343.235	.000
Penyadap	517.783	2	258.892	33.350	.000
Minggu	12.524	3	4.175	.538	.657
Kelas_Diameter	16467.187	3	5489.062	707.090	.000
Kode_Perlakuan	88576.155	3	29525.385	3803.403	.000
Kode_Perlakuan * Kelas_Diameter	1900.039	9	211.115	27.195	.000
Error	1327.454	171	7.763		
Total	911043.010	192			
Corrected Total	108801.141	191			

a. R Squared = .988 (Adjusted R Squared = .986)

Hasil uji ANOVA dua arah menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan stimulan dan diameter batang berpengaruh signifikan terhadap berat kering oven ($p < 0,001$), menandakan keduanya saling berkaitan. Produktivitas getah meningkat seiring bertambahnya konsentrasi stimulan hingga 30% dan diameter batang. Faktor penyadap juga berpengaruh signifikan ($p < 0,001$), menunjukkan bahwa keterampilan dan ketelitian penyadap memengaruhi hasil getah. Sementara itu, faktor minggu tidak berpengaruh nyata ($p = 0,657$), karena proses pengeringan menghilangkan variasi kadar air mingguan, sehingga berat kering lebih merepresentasikan kestabilan kandungan resin.

b. Hasil Analisis Interaksi

Gambar 7 menunjukkan bahwa berat setelah oven meningkat seiring bertambahnya diameter batang, dengan H_2SO_4 30% + HNO_3 10% menghasilkan nilai tertinggi dan kontrol terendah. Perbedaan kemiringan garis tiap diameter menunjukkan respons berbeda terhadap perlakuan, menandakan adanya interaksi. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan dengan membahas pengaruh masing-masing faktor secara terpisah untuk memahami pola umum dan kecenderungan pada setiap kategori perlakuan dan diameter batang.

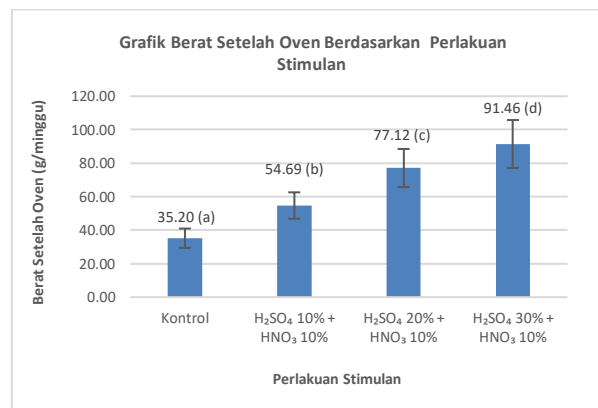


Gambar 7. Grafik berat setelah oven berdasarkan perlakuan dan diameter batang

c. Berdasarkan Perlakuan Stimulan

Gambar 8 menunjukkan rata-rata berat setelah oven berdasarkan perlakuan stimulan. Kombinasi H_2SO_4 30% + HNO_3 10% menghasilkan berat tertinggi, yaitu 91,46 gram, sedangkan kontrol

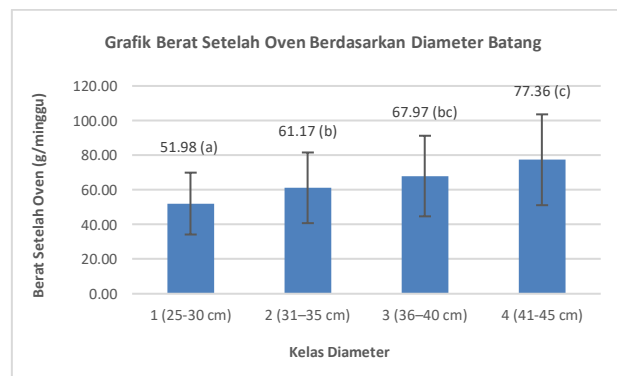
terendah, 35,20 gram. Hasil ANOVA menunjukkan pengaruh stimulan sangat signifikan terhadap berat setelah oven ($p < 0,001$), yang diperkuat uji lanjut Tukey dengan perbedaan nyata antar perlakuan. Peningkatan berat setelah oven ini terutama disebabkan tingginya konsentrasi H_2SO_4 dalam penelitian ini sampai 30% yang merangsang metabolisme sel penghasil resin, sementara HNO_3 berperan sebagai stimulan pendukung dengan efek oksidatif selektif pada saluran resin (Prasista et al., 2020).



Gambar 8. Grafik berat setelah oven berdasarkan perlakuan stimulan

d. Berdasarkan Diameter Batang

Gambar 9 menunjukkan bahwa rata-rata berat setelah oven meningkat seiring bertambahnya diameter batang. Pohon berdiameter 41–45 cm menghasilkan getah tertinggi, 77,36 gram, sedangkan diameter 25–30 cm menghasilkan terendah, 51,98 gram. Hasil ANOVA menunjukkan pengaruh diameter batang sangat signifikan terhadap berat setelah oven ($p < 0,001$), yang dikonfirmasi uji lanjut Tukey dengan perbedaan nyata antar kelompok diameter. Peningkatan produksi pada batang lebih besar diduga terkait dengan jaringan pembawa getah yang lebih luas dan metabolisme lebih kuat, sejalan dengan Hutabalian et al., (2015) dan Asmaini et al., (2023), sehingga diameter batang menjadi parameter penting dalam menentukan potensi hasil sadapan.



Gambar 9. Grafik berat setelah oven berdasarkan diameter batang

B. Hasil Analisis Kualitas Getah

Kualitas getah menjadi salah satu aspek penting yang dinilai dalam penelitian ini, karena berpengaruh terhadap nilai ekonomi dan kelayakan getah untuk diolah lebih lanjut. Ada tiga komponen utama yang dianalisis sebagai indikator mutu, yaitu kadar air, kadar kotoran, dan warna getah. Penilaian mutu getah mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 7837:2016, yang membagi mutu menjadi empat kategori, yaitu Super Premium (SP), Premium (P), Mutu I (I), dan Mutu II (II). Penentuan mutu tersebut berdasarkan kombinasi antara warna getah serta jumlah kadar air dan kadar kotoran. Semakin jernih warna getah dan semakin rendah kandungan campurannya, maka mutu getahnya semakin baik.

1. Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu indikator utama dalam menilai kualitas getah pinus. Kandungan air yang terlalu tinggi dapat menurunkan mutu getah karena mempercepat fermentasi dan mengurangi kadar padatan. Selain itu, getah dengan kadar air tinggi cenderung membutuhkan waktu dan biaya pengolahan yang lebih besar. Oleh sebab itu, kadar air termasuk dalam komponen penilaian mutu getah yang diatur dalam SNI 7837:2016.

a. Hasil Uji ANOVA dan Deskriptif

Untuk menilai apakah perlakuan stimulan dan diameter batang memiliki pengaruh terhadap kadar air getah pinus, digunakan analisis ANOVA dua arah. Metode ini digunakan untuk mengevaluasi kemungkinan adanya interaksi antara kedua faktor, sekaligus menilai pengaruh masing-masing secara individu.

Tabel 4. Uji Anova perlakuan stimulan dan diameter batang terhadap kadar air getah pinus

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar_Air

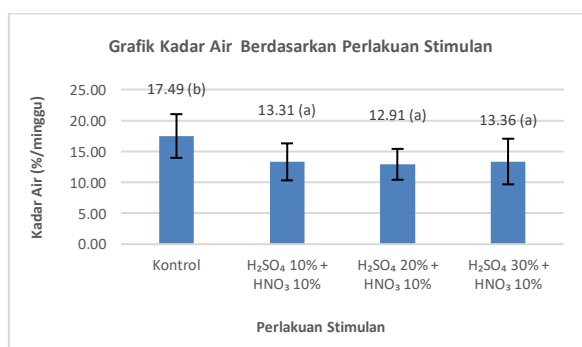
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	859.979 ^a	20	42.999	4.204	.000
Intercept	39102.940	1	39102.940	3822.977	.000
Penyadap	7.238	2	3.619	.354	.703
Minggu	15.451	3	5.150	.504	.680
Kelas_Diameter	23.296	3	7.765	.759	.518
Kode_Perlakuan	669.782	3	223.261	21.828	.000
Kelas_Diameter * Kode_Perlakuan	144.213	9	16.024	1.567	.129
Error	1749.057	171	10.228		
Total	41711.976	192			
Corrected Total	2609.036	191			

a. R Squared = .330 (Adjusted R Squared = .251)

Berdasarkan hasil analisis, interaksi antara Hasil analisis menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan stimulan dan diameter batang tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar air getah ($p = 0,129 > 0,001$). Faktor diameter batang juga tidak berpengaruh nyata ($p = 0,518 > 0,001$), sedangkan perlakuan stimulan menunjukkan pengaruh signifikan ($p < 0,001$), menandakan bahwa penggunaan stimulan kimia memengaruhi kandungan air melalui reaksi antara asam dan jaringan kulit batang. Faktor minggu ($p = 0,680 > 0,001$) dan penyadap ($p = 0,703 > 0,001$) tidak memberikan pengaruh nyata, yang menunjukkan kadar air relatif stabil antar periode dan antar penyadap. Dengan demikian, kadar air lebih dipengaruhi oleh karakteristik kimia getah serta efek stimulan dibandingkan oleh waktu penyadapan atau perbedaan individu penyadap. Karena tidak ditemukan interaksi antara kedua faktor, maka pembahasan kadar air disajikan secara terpisah berdasarkan perlakuan stimulan dan diameter batang untuk menggambarkan kecenderungan yang terjadi di lapangan.

b. Berdasarkan Perlakuan Stimulan

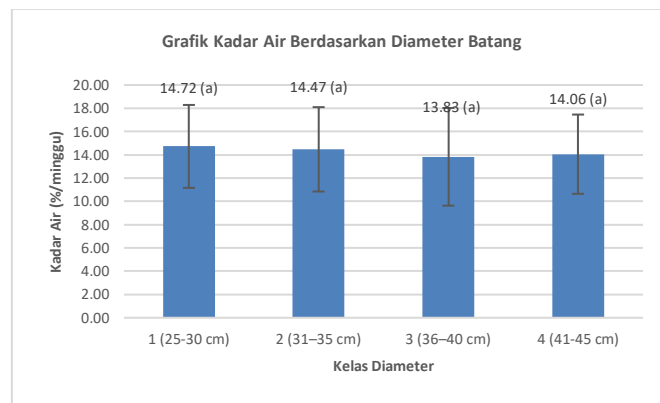
Gambar 10 menunjukkan bahwa kadar air getah pinus berbeda antar perlakuan stimulan, dengan kontrol tertinggi (17,49%) dan H_2SO_4 20% + HNO_3 10% terendah (12,91%). Secara umum, perlakuan stimulan menurunkan kadar air dibanding kontrol, meskipun tidak terdapat perbedaan signifikan antar stimulan. Hasil ANOVA menunjukkan pengaruh stimulan signifikan terhadap kadar air ($p < 0,001$), yang diperkuat uji lanjut Tukey. Penurunan kadar air menandakan kualitas getah lebih baik, karena stimulan asam mempercepat aliran getah sehingga mengurangi kandungan air, sejalan dengan temuan sebelumnya (Sukadaryati, 2014; SNI 7837:2016).



Gambar 10. Grafik Kadar Air berdasarkan perlakuan stimulan

c. Berdasarkan Diameter Batang

Gambar 11 menunjukkan rata-rata kadar air getah pada berbagai diameter batang. Kadar air tertinggi terdapat pada pohon dengan diameter kecil 25–30 cm, yaitu sebesar 14,72%. Selanjutnya, pohon dengan diameter 31–35 cm memiliki kadar air sebesar 14,47%. Sebaliknya, kadar air terendah ditemukan pada diameter 36–40 cm, yaitu sebesar 13,83%, dan sedikit meningkat pada diameter 41–45 cm menjadi 14,06%. Semua diameter memiliki huruf pembeda “a”, menandakan tidak ada perbedaan signifikan, sesuai hasil ANOVA ($p = 0,518 > 0,001$). Dengan demikian, diameter batang tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar air getah.



Gambar 11. Grafik kadar air berdasarkan diameter batang

2. Kadar Kotoran

Kadar kotoran adalah salah satu aspek penentu kualitas getah pinus, yang menunjukkan banyaknya material asing seperti tanah, serpihan kulit kayu, daun, atau partikel lainnya yang tercampur selama proses penyadapan. Jika kadar kotoran tinggi, maka mutu getah cenderung rendah karena memerlukan proses penyaringan lebih lanjut dan dapat menurunkan kualitas produk akhirnya. Karena itu, kadar kotoran termasuk salah satu komponen utama dalam penilaian mutu getah berdasarkan SNI 7837:2016.

a. Hasil Uji ANOVA dan Deskriptif

Untuk melihat apakah perlakuan stimulan dan diameter batang berpengaruh terhadap kadar kotoran getah pinus, digunakan analisis ANOVA dua arah. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya interaksi antara kedua faktor tersebut, serta mengevaluasi pengaruh masing-masing faktor secara terpisah terhadap kadar kotoran.

Tabel 5. Uji ANOVA perlakuan stimulan dan diameter batang terhadap kadar kotoran getah pinus

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar_Kotoran

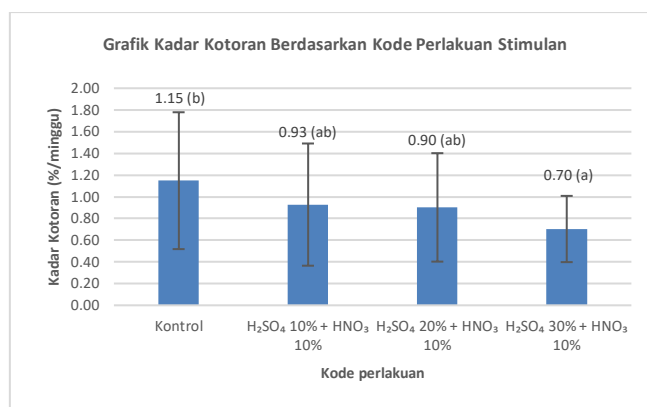
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12.665 ^a	20	.633	2.590	.000
Intercept	162.638	1	162.638	665.295	.000
Penyadap	.381	2	.190	.779	.461
Minggu	4.116	3	1.372	5.612	.001
Kelas_Diameter	1.063	3	.354	1.449	.230
Kode_Perlakuan	4.779	3	1.593	6.516	.000
Kelas_Diameter * Kode_Perlakuan	2.327	9	.259	1.058	.397
Error	41.803	171	.244		
Total	217.105	192			
Corrected Total	54.467	191			

a. R Squared = .233 (Adjusted R Squared = .143)

Hasil uji ANOVA dua arah menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan stimulan dan diameter batang tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar kotoran getah ($p = 0,397 > 0,001$). Perlakuan stimulan berpengaruh nyata ($p < 0,001$), sedangkan diameter batang tidak ($p = 0,230 > 0,001$). Faktor minggu juga berpengaruh signifikan ($p=0,001$), menandakan adanya variasi kadar kotoran antar periode penyadapan akibat perubahan kondisi lingkungan dan frekuensi penyadapan berulang. Sementara itu, faktor penyadap tidak menunjukkan pengaruh signifikan ($p = 0,461 > 0,001$), menandakan bahwa proses penyadapan telah dilakukan secara seragam di lapangan. Karena tidak ditemukan interaksi antara kedua faktor, maka pembahasan kadar kotoran disajikan secara terpisah berdasarkan perlakuan stimulan dan diameter batang untuk menggambarkan kecenderungan yang terjadi di lapangan.

b. Berdasarkan Perlakuan Stimulan

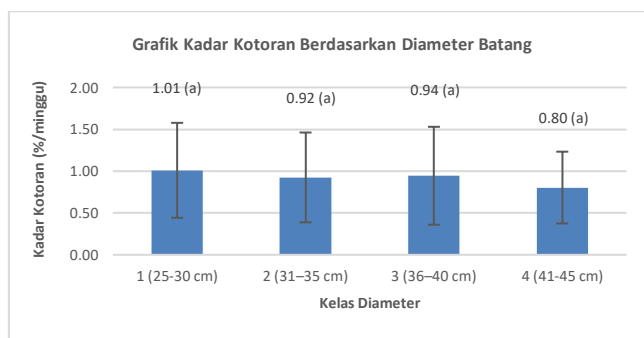
Gambar 12 menunjukkan bahwa kadar kotoran tertinggi terdapat pada kontrol (1,15%), sedangkan H_2SO_4 30% + HNO_3 10% menghasilkan kadar terendah (0,70%), Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan penurunan kadar kotoran seiring dengan peningkatan konsentrasi stimulan yang digunakan. Hasil ANOVA menegaskan pengaruh stimulan signifikan terhadap kadar kotoran ($p < 0,001$), yang diperkuat uji lanjut Tukey dengan perbedaan nyata antar perlakuan. Temuan ini menunjukkan bahwa pemberian stimulan, terutama H_2SO_4 30% + HNO_3 10%, efektif menurunkan kadar kotoran sehingga getah lebih bersih.



Gambar 12. Grafik kadar kotoran berdasarkan perlakuan stimulan

c. Berdasarkan Diameter Batang

Gambar 13 menunjukkan rata-rata kadar kotoran getah pada berbagai kelas diameter batang, dengan tertinggi pada 25–30 cm (1,01%) dan terendah pada 41–45 cm (0,80%), sedangkan kelas 31–35 cm dan 36–40 cm berkisar 0,92–0,94%. Semua diameter memiliki huruf pembeda “a”, menandakan tidak ada perbedaan signifikan, sesuai hasil ANOVA ($p = 0,230$). Dengan demikian, diameter batang tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar kotoran, yang kemungkinan lebih dipengaruhi oleh faktor lain seperti teknik penyadapan, kondisi alat, atau lingkungan.



Gambar 13. Grafik kadar kotoran berdasarkan diameter batang

3. Warna Getah

Warna getah merupakan salah satu indikator visual dalam menilai mutu hasil sadapan pohon pinus. Getah segar yang berkualitas umumnya berwarna putih bersih, yang menunjukkan belum terjadinya oksidasi maupun kontaminasi dari lingkungan sekitar. Sebaliknya, perubahan warna seperti kekuningan atau kecoklatan dapat mengindikasikan penurunan kualitas, yang biasanya disebabkan oleh paparan udara, kelembaban, atau penggunaan stimulan kimia. Menurut Sharma et al., (2018), perubahan warna pada getah pinus terjadi akibat interaksi dengan faktor lingkungan dan perlakuan kimia, dan hal ini dapat dijadikan indikator mutu dalam praktik penyadapan. Berikut merupakan perbedaan warna getah yang diamati secara visual selama penelitian.



Gambar 14. Warna getah pinus

Getah putih menunjukkan kesegaran, namun mutu teknis tetap ditentukan oleh kadar air dan kadar kotoran sesuai SNI, sedangkan perubahan warna kuning atau kecokelatan menandakan penurunan kualitas akibat oksidasi atau penggunaan stimulan kimia.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar getah dari semua perlakuan stimulan berwarna putih, dengan kombinasi H_2SO_4 30% + HNO_3 10% menghasilkan jumlah terbanyak, sedangkan kontrol menghasilkan warna putih keruh hingga kecokelatan paling banyak. Analisis berdasarkan diameter batang menunjukkan bahwa variasi diameter tidak memengaruhi dominasi warna putih, yang lebih dipengaruhi oleh kondisi fisiologis pohon dan kebersihan penyadapan (Coppen & Hone, 1995).

Mutu teknis getah tetap dinilai berdasarkan kadar air dan kadar kotoran sesuai SNI. Perlakuan H_2SO_4 20% + HNO_3 10% menghasilkan jumlah terbanyak pada kategori Mutu I dan jumlah paling sedikit di bawah standar, sedangkan pohon berdiameter 41–45 cm cenderung menghasilkan mutu lebih tinggi dibanding diameter 25–30 cm. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan stimulan dan ukuran diameter batang berperan dalam meningkatkan kualitas getah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan mengenai pengaruh diameter batang dan komposisi stimulan asam sulfat (H_2SO_4) dan asam nitrat (HNO_3) terhadap produktivitas getah pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese), maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Diameter batang menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap tingkat produktivitas getah pinus. Peningkatan ukuran diameter batang sejalan dengan meningkatnya jumlah getah yang dihasilkan. Pohon dengan diameter 41–45 cm (D4) tercatat menghasilkan getah terbanyak dibandingkan kelas diameter lainnya, karena memiliki jaringan saluran resin yang lebih banyak serta volume kayu gubal yang lebih besar sebagai tempat penyimpanan getah.
2. Komposisi stimulan berupa campuran asam sulfat (H_2SO_4) dan asam nitrat (HNO_3) juga menunjukkan pengaruh yang sangat signifikan terhadap hasil getah. Kombinasi H_2SO_4 30% dan HNO_3 10% (K4) menghasilkan berat getah paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya,

termasuk perlakuan tanpa stimulan.

3. Adanya interaksi yang signifikan antara diameter batang dan perlakuan stimulan yang digunakan terhadap produktivitas getah pinus. Efek stimulan H_2SO_4 30% + HNO_3 10% lebih jelas terlihat pada pohon dengan diameter yang lebih besar, yang membuat produksi getahnya meningkat, sementara pada pohon diameter kecil respon yang ditunjukkan lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh stimulan dipengaruhi oleh ukuran batang pohon.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrida, N., Lubis, MJ, & Romano, R. 2024. Marketing Efficiency Of Pine Sap (*Pinus Merkusii* Jungh. Et De Vriese) As A Non-Timber Forest Product (Ntfp) In The Work Area Of Pt. Tusam Hutani Lestari, Central Aceh Regency. *Scientific Journal of Agricultural Students* , 9 (3), 438-446.
- Asmaini, Anhar, A., & Sanjaya, A. 2023. Pengaruh Kelas Diameter Batang Terhadap Hasil Getah Pinus Di Desa Tetingi Kecamatan Pantan Cuaca. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(3), 635643. www.jim.unsyiah.ac.id/JFP.
- Darmastuti IN. 2014. Penyempurnaan metode quarre dan stimulasi organik pada penyadapan getah pinus. Tesis. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Hidayane, A., Sulistyawati, E., Asharina, W. P., & Dungani, R. 2015. A study on production of resin from *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese in the Bosscha observatory area, West Java Indonesia. *Asian Journal of Plant Sciences* 14 (2): 89-93.
- Hutabalian, J. P. H., Batubara, R., & Dalimunthe, A. 2015). Pengaruh Diameter Dan Konsentrasi Stimulasi Asam Cuka ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) Terhadap Produktivitas Getah Pinus (*Pinus Merkusii* Jungh Et De Vriese). *Peronema Forestry Science Journal*, 4(3), 209-213.
- Lempang, M. 2017. Studi penyadapan getah pinus cara bor dengan stimulan H_2SO_4 . *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(3), 221-230.
- Lukmandaru, G., Amri, S., Sunarta, S., Listyanto, T., Pujiarti, R., & Widyorini, R. (2021). The effect of stimulants and environmental factors on resin yield of *Pinus merkusii* tapping. *BioResources*, 16(1), 163.
- Prasista, V. J., Syarifuddin, A., & Triwanto, J. 2020. Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat (H_2SO_4) dan Diameter Batang terhadap Produktivitas Getah Pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vries). *Journal of Forest Science Avicennia*, 3(2), 58-65.
- Samis, Y., Arlita, T., & Dahlan, D. (2023). Potensi produksi getah pinus (*Pinus merkusii*) pada kelas diameter batang berbeda menggunakan sistem koakan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(1), 665-672.
- Samosir, A., Batubara, R., & Dalimunthe, A. 2015. Produktivitas Getah Pinus (*Pinus Merkusii* Jungh Et De Vriese) Berdasarkan Ketinggian Tempat dan Konsentrasi Stimulasi Asam Cuka ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$). *Peronema Forestry Science Journal*, 4(2), 152-158.
- Sharma, Kulwa R & Lekha C. 2013. Tapping of *Pinus roxburghii* (Chir Pine) for oleoresin in Himachal Pradesh, India. *Journal Advances in Forestry Letters (AFL)* 2: 3155. (online). www.afljournal.org. Diakses 12 Juli 2020.

- Sharma, S. C., Prasad, N., Pandey, S. K., & Giri, S. K. (2018). Status of resin tapping and scope of improvement: A review. *AMA Agric. Mech. Asia Afr. Lat. Am*, 49, 16-26.
- Soenarno, Lempang, M. & Aksar, M. 2000. Intensitas pembaharuan luka sadap dan penggunaan jenis stimulan serta dampaknya terhadap jangka waktu sadap dan produktivitas getah pinus. *Buletin Penelitian Kehutanan* 6 (2) :1-15.
- Sukadaryati, S., Santosa, G., Pari, G., Ridho Nurrochmat, D., & Hardjanto, H. 2014. Penggunaan Stimulan Dalam Penyadapan Pinus. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 32(4), 329–340.
- Wibowo. 2016. Produktivitas Penyadapan Getah Pinus merkusii Jungh et. De Vriese dengan Sistem Koakan (Quarre System) di Hutan Pendidikan Gunung Walat Kabupaten Sukabumi Jawa Barat. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.