

EKSTRAKTIF BEBERAPA JENIS DAUN BAMBU

EXTRACTIVE OF SOME TYPES OF BAMBOO LEAVES

Manuel Falen Matoke¹, Lasti Patresia Hutabarat^{2*}, Agustinus Hasiholan Samosir³,
Rey Jeklin Pangihutan Sinaga⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura, Ambon, 97233
Jalan. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka – Ambon, 97233

*Email Korespondensi: lastibarat21@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan ekstraktif berdasarkan jenis pelarut pada beberapa jenis daun bambu. Daun bambu kering udara dicacah menjadi partikel dan dihaluskan menggunakan blender. Setelah halus limbah sago diayak menggunakan ayakan 40 dan 60 mesh, sehingga didapati serbuk daun bambu dengan ukuran -40/+mesh (TAPPI T 257 cm-85) untuk pengujian komponen kimia. Pengujian serbuk daun bambu meliputi pengujian kadar zat ekstraktif larut air-dingin, kadar zat ekstraktif larut air panas, dan kadar ekstraktif larut etanol-toluena. Hasil penelitian menunjukkan jenis daun bambu berpengaruh nyata terhadap kadar zat ekstraktif larut air-dingin, kadar zat ekstraktif larut air panas, dan kadar ekstraktif larut etanol-toluena. Kadar ekstraktif larut air dingin 8,4149-10,6612%, ekstraktif larut air panas 9,1871-10,7843% dan ekstraktif larut etanol-toluena 4,2009-7,1242%. Kelarutan ekstraktif dalam air panas cenderung lebih tinggi pada pada semua jenis daun dan bambu suanggi cenderung mengandung ekstraktif yang lebih tinggi pada setiap jenis pelarut.

Kata kunci: Karbon, polar, semi-polar, terpena, nilai kalor

ABSTRACT

This research aims to determine the extractive content based on the type of solvent in several types of bamboo leaves. Air dried bamboo leaves were chopped into particles and ground using a blender. After it was finely ground, the sago waste was sieved using 40 and 60 mesh sieves, to obtain bamboo leaf powder with a size of -40/+mesh (TAPPI T 257 cm-85) for testing chemical components. Testing for bamboo leaf powder includes testing the content of cold-water soluble extractive substances, the content of hot-water soluble extractive substances, and the levels of ethanol-toluene soluble extractives. The results of the research showed that the type of bamboo leaf had a significant effect on the levels of cold-water soluble extractive substances, the levels of hot-water soluble extractives, and the levels of ethanol-toluene soluble extractives. Cold water soluble extractive content was 8.4149-10.6612%, hot water soluble extractive 9.1871-10.7843% and ethanol-toluene soluble extractive 4.2009-7.1242%. The solubility of extractives in hot water tends to be higher for all types of leaves and suanggi bamboo tends to contain higher extractives for each type of solvent.

Keywords: Carbon, polar, semi-polar, terpena, calorific value

PENDAHULUAN

Biomassa merupakan kumpulan sel-sel baik sel yang masih hidup dan sel yang sudah mati dan karakteristik dari setiap biomassa berbeda-beda. Perbedaan komposisi komponen penyusun dinding sel merupakan salah satu penyebab perbedaan dari sifat biomassa tersebut. Komponen penyusun sel ini dikenal sebagai komponen kimia kayu. Komponen kimia kayu semua jenis biomassa sama yaitu terdiri dari hemiselulosa, lignin, ekstraktif dan abu, namun komposisinya yang berbeda. Komponen kimia hemiselulosa dan lignin berpengaruh terhadap sifat kekuatan biomassa dan komponen kimia ekstraktif berpengaruh terhadap keawetan biomassa. Komponen penyusun ekstraktif sangat banyak

dan memiliki karakteristik yaitu larut dalam pelarut tertentu (Siruru *et al.*, 2024). Setiap senyawa penyusun ekstrakatif memiliki sifat-sifat yang berbeda sehingga merupakan bahan identifikasi alami. Ekstraktif merupakan komponen kimia non-struktural yang hanya menempati sel dalam bentuk fisik dan menempati seluruh bagian tanaman seperti akar, batang, cabang, ranting, buah, bunga dan daun tanaman. Jumlah dan jenis ekstrakatif berdasarkan jenis pelarutnya pada setiap bagian tanaman bervariasi (Rupidara *et al.*, 2023).

Daun bambu merupakan biomassa yang cukup melimpah, namun belum digunakan secara optimal sehingga dapat menjadi masalah besar bagi lingkungan (Romansyah *et al.*, 2019). Penggunaan daun bambu masih sangat terbatas dibandingkan dengan bagian lain pohon bambu yaitu batang bambu yang digunakan sebagai bahan konstruksi maupun kerajinan. Beberapa jenis bambu yang paling umum digunakan adalah suanggi dan bambu kuning terutama untuk bahan konstruksi. Penggunaan jenis bambu ini tidak hanya di Pulau Ambon tapi juga di daerah lain di luar pulau Ambon. Banyaknya penggunaan batang bambu berdampak pada peningkatan limbah seperti daun bambu. Daun bambu dapat dimanfaatkan sebagai obat (Khan *et al.*, 2018) dan pembungkus makan dalam jumlah yang relatif sedikit sehingga pemanfaatannya belum maksimal termasuk di Indonesia. Selain itu daun bambu juga dapat digunakan sebagai sumber energi karena mengandung karbon. Dalam biomassa karbon merupakan salah satu unsur utama hemiselulosa, lignin dan ekstrakatif.

Ekstraktif dalam kayu, kulit kayu dan daun memiliki struktur yang sama dalam banyak hal, namun jumlah bervariasi tergantung pada jenis kayu dan tergantung pada bagian pohon. Ekstraktif terlarut pelarut non-polar mengandung jenis-jenis ekstrakatif terpena, amida, alkaloid, flavonoid, coumarin, dan benzopyrene pada jenis ekstrakatif kayu gamal (*Gliricidia sepium* Jacq.). Ekstraksi dengan pelarut non-polar menurunkan nilai kalor pada Kayu Gamal (Mauladdini *et al.*, 2022). Penurunan nilai kalor disebabkan karena unsur karbon merupakan komponen utama dalam zat ekstrakatif (Henne *et al.*, 2019; Stolarski *et al.*, 2018) sehingga zat ekstrakatif dapat mempengaruhi nilai kalor berdasarkan jumlah ekstrakatif yang terkandung maupun tipe senyawa penyusun ekstrakatif ekstrakatif tersebut (Domingos *et al.*, 2020). Terpena merupakan salah satu jenis senyawa yang membentuk atau menyusun ekstrakatif dengan kandungan karbon yang banyak hingga dapat mencapai 40 unsur karbon yang dikenal sebagai Karotenoid (C40). Selain terpena dengan 40 atom karbon terdapat juga terpena dengan dengan jumlah karbon 5 (Hemiterpen), karbon 10 (Monoterpen), karbon 15 (Sesquiterpen), karbon 20 (Diterpen), karbon 25 (Sesterterpen) dan terpena dengan jumlah karbon 30 (Triterpen) (Chung *et al.*, 2020). Hal ini menyebabkan kelompok senyawa terpena lebih dikenal sebagai senyawa yang memiliki dominasi karbon terlepas dari jumlah banyaknya karbon yang terkandung.

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu penelitian

Daun bambu yang digunakan dalam penelitian ini diambil di daerah Pulau Ambon sebanyak 4 jenis daun bambu. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor selama 1 bulan.

Alat dan bahan yang digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Timbangan analitik untuk menentukan berat contoh uji dan hasil pengujian, Gelas ukur untuk menentukan volume bahan kimia, Erlenmeyer untuk menampung larutan, Oven untuk pengeringan contoh uji, Desikator sebagai penetral penguapan, Cawan saring/gelas filter. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4 jenis daun bambu yaitu: Bambu petung (*Dendrocalamus asper*), Bambu Suanggi (*Gigantochloa scortechinii*), Bambu kuning (*Bambusa vulgaris var. striata*) dan Bambu Siam Atau Bambu Bangkok (*Thyrsostachys siamensis*), alkohol 95%, toluena dan aquades. Daun bambu yang digunakan adalah daun bambu yang berada pada bagian pangkal pohon bambu dan yang berdekatan pada bagian batang bambu.

Pengujian Zat Ekstraktif

Persiapan Sampel

Daun bambu dipetik langsung dari pohon bambu dari beberapa pohon bambu pada satu rumpun. Selanjutnya daun dikeringkan dalam ruangan hingga kering udara. Daun bambu yang telah kering udara dipotong-potong menggunakan gunting hingga berukuran kecil untuk memudahkan pembuatan serbuk daun bambu. Penghalusan potongan daun menjadi serbuk menggunakan blender. Serbuk daun bambu yang telah diblender selanjutnya diseragamkan menggunakan 40 dan 60 mesh, sehingga didapat serbuk daun bambu dengan ukuran -40/+mesh (TAPPI T 257 cm-85) untuk pengujian komponen kimia.

Kadar Zat Ekstraktif Larut Etanol-Toluena

Penentuan kadar ekstraktif larut etanol-toluena menggunakan serbuk daun bambu kering oven sebanyak 2 g. Serbuk daun bambu kering oven ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam wadah yang terbuat dari kertas saring yang telah diketahui beratnya. Kertas saring yang telah berisi serbuk daun bambu dimasukkan ke dalam soxhlet. Proses ekstraksi menggunakan campuran etanol-toluena dengan perbandingan 1:2 sebanyak 300 mL selama 12 jam. Setelah proses ekstraksi 12 jam selesai, kantong kertas saring yang berisi serbuk bambu dibilas menggunakan dengan larutan etanol

dan dianginkan-anginkan. Selanjutnya sampel di oven pada suhu 105 ± 3 °C hingga beratnya konstan. Kadar zat ekstraktif yang terlarut dalam etanol, dihitung dengan persamaan:

$$\text{Ekstraktif (\%)} = (A-B)/A \times 100\%$$

Dimana:

A= berat serbuk awal (g)

B= berat serbuk akhir (g)

Kadar Zat Ekstraktif Larut Air Panas

Penentuan kadar ekstraktif larut air-panas menggunakan serbuk daun bambu kering oven sebanyak 2 g. Sampel kering oven ditimbang sebanyak $2\pm 0,1$ g, kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL. Selanjutnya kedalam Erlenmeyer 250 mL ditambahkan air destilata panas sebanyak 200 mL hingga serbuk terendam sempurna dalam air destilata dan tempatkan dalam *water bath*. Proses ekstraksi dilakukan dalam *water bath* yang berisi air dengan suhu 100°C selama 3 jam dengan permukaan air dalam *water bath* lebih tinggi dari permukaan air di dalam Erlenmeyer. Selanjutnya sampel dalam Erlenmeyer dipindahkan kedalam gelas filter yang telah ditimbang beratnya. Gelas fiter yang berisi sampel divacum sambil dibilas dengan air destilata panas. Setelah pembilasan dengan air destilata panas gelas filter yang berisi sampel dioven pada suhu 103 ± 2 °C hingga beratnya konstan. Kadar ekstraktif larut air panas dihitung dengan rumus:

$$\text{Ekstraktif (\%)} = (A-B)/A \times 100\%$$

Dimana:

A= berat serbuk awal (g)

B= berat serbuk akhir (g)

Ekstraktif Larut Air Dingin

Penentuan kadar ekstraktif air-dingin menggunakan serbuk daun bambu kering oven sebanyak 2 g. Sampel kering oven ditimbang sebanyak $2 \pm 0,1$ g kemudian dimasukkan kedalam gelas ukur 500 mL. Serbuk yang telah diletakkan dalam gelas ukur tersebut, ditambahkan aquades sebanyak 300 mL dan diaduk. Campuran antara aquades dan serbuk kayu dibiarkan selama 48 jam, dengan sesekali diaduk. Setelah 48 jam campuran disaring menggunakan gelas filter yang telah diketahui beratnya dengan menimbang terlebih dahulu. Gelas filter dibilas dengan aquades dingin dan dibiarkan kering udara selama 48 jam. Selanjutnya gelas filter dikeringkan dalam oven pada suhu 103 ± 2 °C sampai beratnya konstan dan ditimbang. Kandungan zat ekstraktif yang larut dalam air dingin dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Ekstraktif (\%)} = (A-B)/A \times 100\%$$

Dimana:

A= berat serbuk awal (g)

B= berat serbuk akhir (g)

Metode Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam (uji F) pada taraf α 1% dan 5%. Apabila perlakuan berpengaruh nyata terhadap respon yang diamati, analisis data dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ). Keseluruhan analisis dilakukan menggunakan software SPSS versi 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberhasilan proses ekstraksi ditentukan jika adanya kesetimbangan dalam campuran pelarut dengan bahan yang diekstrak. Faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan adalah pH, suhu, ukuran partikel dan reaktivitas pelarut. Senyawa suatu bahan dapat diekstraksi jika sel dapat ditembus oleh pelarut. Pelarut yang berdifusi ke dalam dinding sel menyebabkan senyawa yang diinginkan dapat melewati dinding sel ke arah yang berlawanan sehingga bercampur dengan pelarut. Pelarut organik dengan polaritas bervariasi umumnya dipilih pada metode ekstraksi modern untuk mengeksploitasi berbagai kelarutan konstituen tanaman. Ekstraktif bersifat polar, non-polar dan semipolar dan ekstraktif ini akan larut atau dapat diekstraksi menggunakan jenis pelarut yang sesuai dengan sifat ekstraktif tersebut (Amalia dan Anggarani 2022). Ketiga jenis pelarut menghasilkan jumlah ekstraktif berbeda pada keempat jenis daun bambu (bambu siam, bambu betung, bambu suanggi dan bambu kuning). Kadar ekstraktif larut air dingin 8,4149-10,6612%, ekstraktif larut air panas 9,1871-10,7843% dan ekstraktif larut etanol-toluena 4,2009-7,1242% (Tabel 1).

Tabel 1. Tabulasi Ekstraktif Beberapa Jenis Daun Bambu Berdasarkan Jenis Pelarut

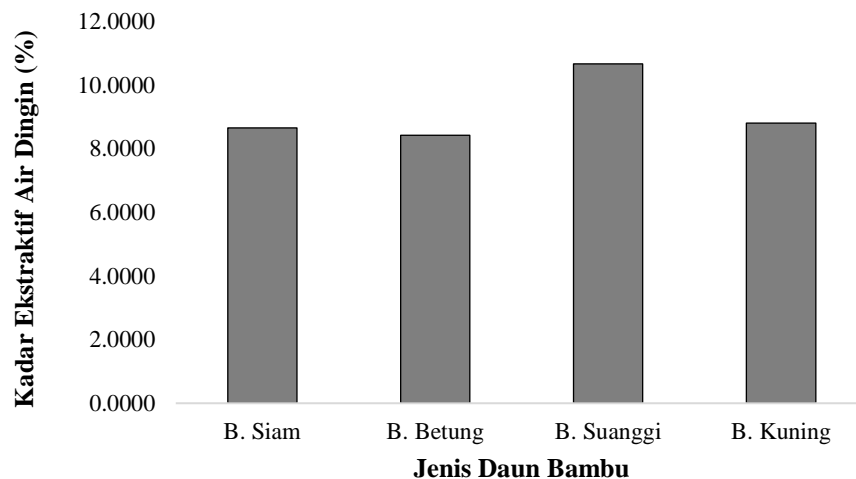
Jenis Bambu	Air-Dingin (%)	Air-Panas (%)	Et-Toluena (%)
B. Siam	8,6529b	10,4551ab	5,4301a
B. Betung	8,4149b	9,1871c	4,2009b
B. Suanggi	10,6612a	10,7843a	7,1242a
B. Kuning	8,8006b	9,2834bc	6,0736a

Ekstraktif Daun Bambu Larut Air-Dingin

Air tergolong dalam pelarut polar sehingga zat ekstraktif yang terlarut merupakan ekstraktif yang bersifat polar. Zat ekstraktif yang bersifat polar seperti tanin, flavonoid, lignan, stilbene, dan tropolone. Hasil analisis anova menunjukkan bahwa jenis daun bambu berpengaruh nyata terhadap ekstraktif larut air-dingin (Tabel 2). Bambu suanggi memiliki kadar ekstraktif larut air-dingin tertinggi (10,6612%) dibandingkan dengan kadar ekstraktif larut air-dingin tertinggi bambu siam, betung dan kuning, kadar ekstraktif larut air-dingin tertinggi bambu siam, betung dan kuning cenderung hampir sama (Gambar 1). Berdasarkan hasil uji BNJ ekstraktif larut air-dingin daun

bambu, ekstraktif larut air-dingin daun bambu jenis bambu suanggi berbeda nyata dengan ketiga jenis daun bambu lainnya. Ekstraktif larut air-dingin ketiga jenis daun bambu yaitu bambu betung, suanggi dan kuning berbeda namun secara statistik jumlah ekstraktif larut air-dingin ketiganya tidak berbeda.

Air dapat melarutkan berbagai jenis bahan kimia sehingga air dapat dikategorikan sebagai pelarut universal. Hal ini disebabkan karena air mampu berada dalam keseimbangan dinamis antara fase cair dan padat, pada kondisi di bawah tekanan dan suhu standar. Air dalam bentuk ion merupakan ion hidrogen (H^+) yang membentuk ikatan dengan ion hidroksida (OH^-) (Sumbono, 2015).



Gambar 1. Ekstraktif Daun Bambu Larut Air-Dingin

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Analisis Keragaman Ekstraktif Beberapa Jenis Daun Bambu Berdasarkan Jenis Pelarut

Sumber keragaman	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F Hitung	P-value
<i>Ekstraktif Larut air-dingin</i>					
Perlakuan	3	9,57619	3,192065	17,628430	0,00069**
Galat	8	1,44860	0,181075		
Total	11	11,02479			
<i>Ekstraktif Larut air-Panas</i>					
Perlakuan	3	5,92660	1,975534	16,17400	0,00093**
Galat	8	0,97714	0,122143		
Total	11	6,90374			
<i>Ekstraktif Larut alkohol-toluena</i>					
Perlakuan	3	13,46332	4,487774	9,39803	0,00533**
Galat	8	3,82018	0,477523		
Total	11	17,28350			

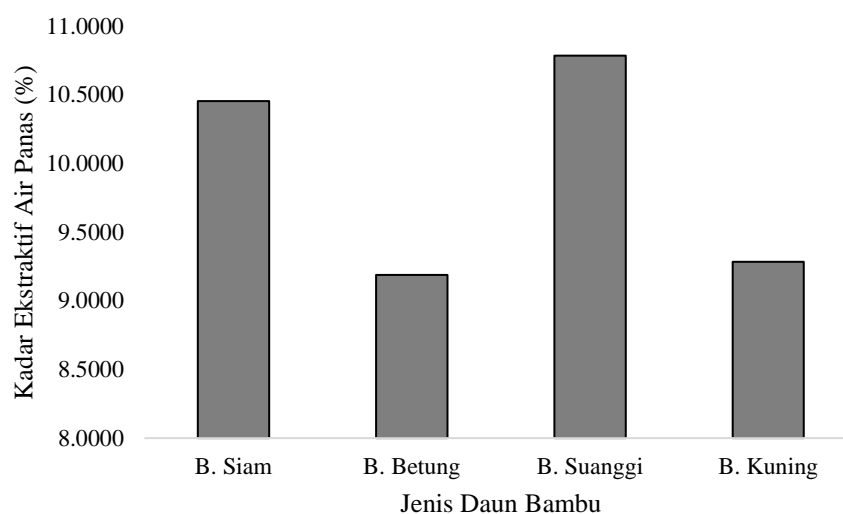
Ekstraktif Daun Bambu Larut Air-Panas

Air merupakan jenis pelarut polar namun air panas dan air-dingin memiliki sifat yang berbeda terkait dengan fungsinya sebagai pelarut. Air-dingin memiliki kekentalan yang berbeda dengan air-panas. Kekentalan air panas lebih kecil dari air-dingin sehingga gerakan molekul dalam air panas lebih cepat dibandingkan dengan molekul air-dingin. Hal ini berdampak pada ekstraktif daun bambu larut air-panas yang menunjukkan bahwa kadar ekstraktif daun bambu larut air-panas semua jenis bambu lebih tinggi dibandingkan dengan ekstraktif daun bambu larut air-dingin.

Hasil analisis anova menunjukkan bahwa jenis daun bambu berpengaruh nyata terhadap ekstraktif larut air-panas (Tabel 2). Perbedaan terbesar pada daun bambu siam (1,8022%) dan bambu betung (0,7722%). Kadar ekstraktif daun bambu larut air-panas tertinggi pada daun bambu suanggi dan terendah pada daun bambu betung (Gambar 2). Berdasarkan hasil uji BNJ ekstraktif larut air-panas daun bambu, ekstraktif larut air-panas daun bambu ketiga jenis daun bambu berbeda nyata kecuali jenis bambu betung dan bambu kuning (Tabel 1).

Perbedaan kadar ekstraktif daun bambu larut air-panas cukup mencolok antara ketiga jenis daun bambu yaitu daun bambu siam, betung dan kuning bila dibandingkan dengan kadar ekstraktif daun bambu larut air-dingin. Pada kadar ekstraktif daun bambu larut air-dingin ketiga jenis daun bambu siam, betung dan kuning cenderung hampir sama yaitu hanya berbeda 0,1477-0,3857% sedangkan perbedaan pada kadar ekstraktif daun bambu larut air-panas sebesar 1,268-1,1717%. Air panas dan air-dingin berbeda terutama dalam suhunya. Suhu air panas lebih tinggi daripada air-dingin, biasanya sekitar 110°F (43°C) atau lebih tinggi, sedangkan air-dingin umumnya sekitar 40-50°F (4-10°C). Perbedaan suhu ini mempengaruhi kelarutan zat, laju reaksi kimia, dan sensasi sentuhan. Selain itu, air-panas dapat membawa lebih banyak zat terlarut dibandingkan air-dingin karena peningkatan energi kinetiknya.

Ekstraksi dengan menggunakan pelarut air-panas hampir sama dengan ekstraksi menggunakan pelarut air-dingin, namun ekstraktif yang dapat diekstraksi menggunakan pelarut air-panas berdasarkan kuantitas lebih tinggi dari dibandingkan dengan ekstraksi dengan air dingin. Selain itu berdasarkan variasi jenis komponen penyusun ekstraktif ekstraksi dengan menggunakan pelarut air-panas lebih tinggi dibandingkan dengan ekstraksi dengan air dingin (Siruru *et al.*, 2024). Kondisi ini disebabkan karena terjadi peningkatan kecepatan reaksi akibat adanya penambahan suhu atau kalor pada reaksi. Beberapa jenis ekstraktif yang larut air panas seperti garam-garam mineral sukrosa, polisakarida berupa lendir pati, gum, galaktan, bahan-bahan seperti pektin phlobatannin, gula, zat warna dan bahan pigmen.

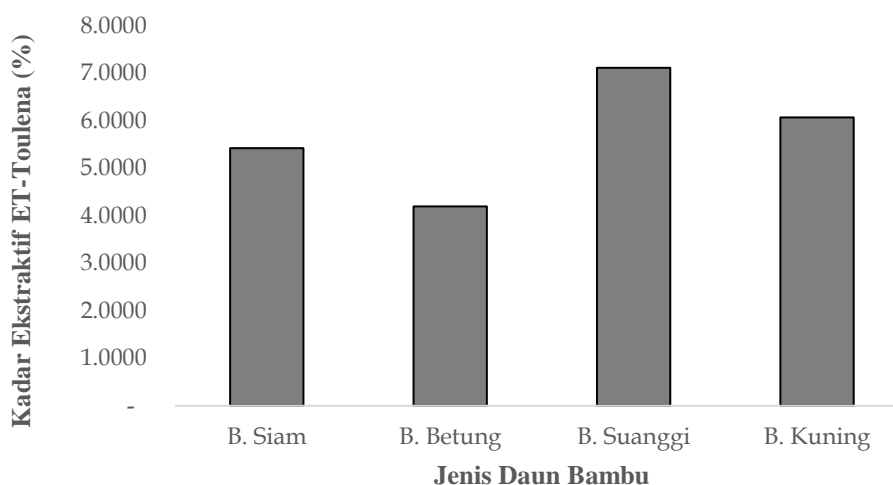


Gambar 2. Ekstraktif Daun Bambu Larut Air Panas

Ekstraktif Daun Bambu Larut Etanol-Toluena

Etanol-Toluena tergolong dalam pelarut semi-polar sehingga pelarut ini dapat melarutkan senyawa yang bersifat semi-polar. Hasil analisis anova menunjukkan bahwa jenis daun bambu berpengaruh nyata terhadap ekstraktif larut etanol-toluena (Tabel 2). Berdasarkan hasil uji BNJ ekstraktif larut etanol-toluena daun bambu, ekstraktif larut etanol-toluena daun bambu ketiga jenis daun bambu (bambu siam, bambu suanggi dan bambu kuning) tidak berbeda nyata kecuali jenis bambu betung (Tabel 1).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar ekstraktif daun bambu larut Etanol-Toluena lebih rendah dibandingkan dengan ekstraktif daun bambu larut air-dingin maupun ekstraktif daun bambu larut air-panas pada semua jenis daun bambu. Kadar ekstraktif daun bambu larut Etanol-Toluena memiliki kadar tertinggi pada daun bambu suanggi (7,1242%). Hal ini sama dengan ekstraktif daun bambu larut air-dingin maupun Ekstraktif daun bambu larut air-panas dimana kadar ekstraktif tertinggi terdapat pada daun bambu suanggi. Pelarut semi-polar adalah jenis pelarut yang memiliki sifat polar dan non-polar. Pelarut ini umumnya digunakan dalam industri farmasi, kimia, dan bioteknologi untuk mengekstraksi senyawa dengan afinitas yang berbeda-beda terhadap air dan minyak.



Gambar 3. Ekstraktif Daun Bambu Larut Etanol-Toluene

KESIMPULAN

Kelarutan ekstraktif dalam air panas cenderung lebih tinggi pada pada semua jenis daun bambu dan jenis daun bambu suanggi cenderung mengandung ekstraktif yang lebih tinggi dibandingkan jenis daun bambu lainnya pada setiap jenis pelarut. Untuk menentukan total ekstraktif dan mendapatkan sampel bebas ekstraktif, dapat dilakukan dengan ekstraksi bertingkat menggunakan jenis pelarut berbeda seperti pelarut polar, semi polar dan non-polar pada 1 sampel yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R., & Anggarani, M.A. 2022. Analisis Kadar Fenolik, Flavonoid Dan Aktivitas Antioksidan Umbi Bawang Bombai (*Allium Cepa* L.). *Unesa Journal of Chemistry*, Vol. 11, No. 1, Januari 2022
- Chung, M.S., Lee, G.W., Lee, S.S., Chung, B.Y., & Lee, S. 2020. Comparative analysis of volatile terpenoids composition in Rosemary leaves in response to ionizing radiation. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 48 – 54.
- Domingos, I., Ayata, U., Ferreira, J., Cruz-Lopes, L., Sen, A., Sahin, S., & Esteves, B. 2020. Calorific power improvement of wood by heat treatment and its relation to chemical composition. *Energies*, 13(20), 1–10.
- Henne, R.A., Brand, M.A., Schweitzer, B., & Schein, V.A.S. 2019. Thermal behavior of forest biomass wastes produced during combustion in a boiler system. *Revista Arvore*, 43(1), 1–9.
- Khan, M.d., I.R., Saha, R.K., & Saha, H. 2018. Muli bamboo (*Melocanna baccifera*) leaves ethanolic extract a non-toxic phyto-prophylactic against low pH stress and saprolegniasis in *Labeo rohita* fingerlings. *Fish and Shellfish Immunology* 74 (2018) 609–619.
- Mauladdini, R., Syafii, W., & Nawawi, D.S. 2022. Pengaruh Zat Ekstraktif Kayu Gamal (*Gliricidia sepium* Jacq.) Terhadap Nilai Kalor. *Penelitian Hasil Hutan* Vol. 40 No. 2, Juli 2022: 125–134.

- Romansyah, E., Dewi, E.S., Suhairin, Muanah, & Ridho, R. 2019. Identifikasi Senyawa Kimia Daun Bambu Segar Sebagai Bahan Penetral Limbah Cair. AGROTEK Vol. 6 No. 2, Agustus 2019.
- Siruru, H., Syafii, W., Nyoman, J., & Pari, G. 2019. Karakteristik *Metroxylon rumphii* (limbah empulur dan kulit kayu) dari Seram, Maluku, Indonesia. Biodiversitas, 20(12), 3517-3526.
- Siruru, H., Liliefna, L.D., Tan, L., Titarsole, J., & Anatatoty, J. 2024. Characteristics of Several Types of Palmyra Stem (*Borassus sp*) Extractives Based on GCMS (Gas Chromatography and Mass Spectroscopy) Analysis. Volume 9, Issue 2, February – 2024. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*.
- Stolarski, M.J., Krzyzaniak, M., Załuski, D., & Niksa, D. 2018. Evaluation of biomass quality of selected woody species depending on the soil enrichment practice. *International Agrophysics*, 32(1), 111–121.
- Sumbono, & Aung. 2015. *Biokimia Pangan Dasar*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.