

REVIEW ARTIKEL: POTENSI BUNGA TANAMAN SUKUN (*ARTOCARPUS ALTILIS* [PARK. I] FOSBERG) SEBAGAI BAHAN ANTIOKSIDAN ALAMI

ARTICLE REVIEW: THE POTENTION OF BREADFUIT FLOWERS (*ARTOCARPUS ALTILIS* [PARK. I] FOSBERG) AS NATURAL ANTIOXIDANT

*Ika Fitri Kurniawati and Suyatno Sutoyo**

*Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Universitas Negeri Surabaya*

Jl. Ketintang, Surabaya (60231), Telp. 031-8298761

** Corresponding author, email: suyatno@unesa.ac.id*

Abstrak. *Review artikel ini ditujukan untuk membahas tentang potensi bunga tanaman sukun sebagai antioksidan. Sukun (*Artocarpus altilis*) merupakan salah satu tanaman yang menjadi kekayaan alam hayati Indonesia. Tanaman tersebut telah dimanfaatkan masyarakat sebagai bahan pangan, bahan peralatan rumah tangga, serta obat tradisional untuk mengobati penyakit rematik, diabetes, penyakit jantung, sariawan, gangguan hati, asam urat, radang sendi, gangguan ginjal, panu, hipertensi, dan menurunkan kolesterol. Bunga sukun mengandung senyawa metabolit sekunder golongan flavonoid, tanin dan saponin. Senyawa flavonoid dan tanin merupakan senyawa fenolik yang memiliki aktivitas antioksidan, sehingga mampu menghambat proses oksidasi yang disebabkan oleh radikal bebas. Aktivitas antioksidan dapat ditentukan dengan metode antara lain DPPH, ABTS, FRAP, CUPRAC, dan ORAC.*

Kata kunci : *Artocarpus altilis, bunga sukun, antioksidan*

Abstract. *This review article is intended to discuss the potential of breadfruit plant flowers as antioxidants. Breadfruit (*Artocarpus altilis*) is one of the plants that is part of Indonesia's natural resources. These plants have been used by the community as food, household utensils, and traditional medicines to treat rheumatism, diabetes, heart disease, mouth sores, liver disorders, gout, arthritis, kidney problems, tinea versicolor, hypertension, and lowering cholesterol. Breadfruit flowers contain secondary metabolite compounds, flavonoids, tannins and saponins. Flavonoids and tannins are phenolic compounds that have antioxidant activity, so they can inhibit the oxidation process caused by free radicals. Antioxidant activity can be determined by methods including DPPH, ABTS, FRAP, CUPRAC, and ORAC.*

Key words: *Artocarpus altilis, breadfruit flowers, antioxidant*

UNESA
Universitas Negeri Surabaya

PENDAHULUAN

Penyakit degeneratif akhir-akhir ini banyak dibahas dalam dunia kesehatan. Penyakit tersebut muncul sebagai akibat dari fungsi sel tubuh yang mengalami kemunduran dari keadaan normal. Penyakit yang termasuk dalam kelompok ini antara lain diabetes, stroke, jantung koroner, obesitas, kardiovaskular, gangguan fungsi hati, katarak, dan kanker [1]. Penyakit degeneratif tersebut terjadi salah satunya diakibatkan oleh radikal bebas.

Radikal bebas adalah molekul atau atom yang mempunyai elektron tidak berpasangan, sehingga sangat reaktif dan diperlukan elektron dari molekul lain agar menjadi stabil [2]. Jumlah radikal bebas di dalam tubuh yang sangat banyak bisa berpotensi mengganggu DNA tubuh dan menonaktifkan berbagai enzim [3].

Efek negatif dari radikal bebas dapat diredam dengan antioksidan. Antioksidan merupakan zat yang mampu menahan reaksi oksidasi dengan mendonorkan elektron ke radikal bebas. Antioksidan ini berfungsi sebagai sistem pertahanan terhadap radikal bebas. Tubuh manusia sesungguhnya mempunyai sistem antioksidan yang berupa enzim tetapi jumlahnya sering tidak cukup untuk menetralkan radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh. Antioksidan dari luar diperlukan jika jumlah radikal bebas yang masuk melampaui batas [4].

Sumber antioksidan dikenal ada dua jenis yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetik. Antioksidan alami memiliki toksisitas yang relatif rendah, sehingga upaya pencarian sumber antioksidan semakin meningkat. Peningkatan ini diakibatkan oleh kekhawatiran efek samping dari antioksidan sintetik yang menimbulkan sifat karsinogenik (penyebab penyakit kanker) [5].

Keberagaman sumber daya alam Indonesia yang melimpah dengan berbagai macam tanaman yang hidup di hutan tropis Indonesia dipandang sebagai sumber bahan-bahan kimia yang berpotensi untuk dimanfaatkan lebih lanjut sebagai bahan agrokimia, obat-obatan, dan bahan kimia. Salah satu kekayaan alam hayati Indonesia adalah tanaman sukun (*Artocarpus altilis*). Sukun merupakan tanaman serbaguna yang dimanfaatkan oleh manusia. Buah sukun dapat diolah menjadi bahan pangan, daunnya untuk mengatasi berbagai penyakit, bunganya dapat

dijadikan obat pengusir nyamuk, dan batangnya dimanfaatkan sebagai bahan peralatan rumah tangga, mebel, papan selancar, dan partisi interior.

Tumbuhan sukun banyak mengandung senyawa yang berkhasiat sebagai bahan obat tradisional. Daun sukun telah diidentifikasi mengandung senyawa flavonoid, asam hidrosionat, tanin, quersetin, protein, kalori, lemak, kalsium, fosfor, vitamin B1, vitamin C, vitamin B2, dan polifenol yang memiliki potensi sebagai bahan antioksidan [6]. Kulit batang terkandung senyawa fenolik, saponin, dan pada bagian kulit akar terkandung senyawa dalam golongan flavon. Bunga sukun juga mengandung senyawa flavonoid, saponin, dan tanin [6].

Aktivitas antioksidan dari bunga sukun belum pernah dilaporkan. Hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya hanya menunjukkan aktivitas antioksidan dari daun, batang, dan akar sukun. Artikel ini membahas tentang potensi bunga tanaman sukun sebagai bahan antioksidan alami.

TANAMAN SUKUN (*ARTOCARPUS ALTILIS*)

Sukun merupakan tanaman serbaguna yang sangat populer di masyarakat. Tanaman sukun dapat tumbuh di seluruh daerah di Indonesia. Sukun menyukai daerah iklim tropis dengan suhu 20°C - 40°C, dan curah hujan 2000-3000 mm per tahun. Tanaman sukun disebut juga sebagai tanaman tropis [5]. Seluruh bagian tanaman ini memiliki manfaat dari segi pangan dan kesehatan. Tanaman ini sudah lama dibudidayakan dan buahnya telah dimanfaatkan sebagai makanan pokok tradisional di negara kawasan Pasifik seperti Tahiti, Fuji, Hawaii, dan Kepulauan Samoa. Masyarakat Indonesia mengonsumsi buah sukun masih sebatas sebagai makanan ringan [7].

Kedudukan tanaman sukun dalam taksonomi tumbuhan disajikan sebagai berikut [5]:

Kingdom : Plantae (tanaman)
Filum : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Rosales
Famili : Moraceae
Genus : *Artocarpus* (*nangka-nangkaan*)
Spesies : *Artocarpus altilis*

Tanaman sukun memiliki ciri utama yaitu semua bagian pohon akan mengeluarkan getah bening jika digores. Sukun memiliki akar tunggang dengan warna kemerah-merahan, jika dipotong akan memicu tumbuhnya pertunas. Panjang akar tanaman ini dapat mencapai 6 m [8]. Batang pohon sukun besar, tegak agak lunak, bergetah banyak dengan tinggi pohon bisa mencapai 20-40 m. Memiliki cabang banyak dan pertumbuhannya ke atas [9].

Daun sukun berwarna hijau tua mengkilap bagian atas dengan permukaan halus, bentuknya oval, tajuk dan rimbun. Panjang daun 60 cm, lebar 45 cm, dan tangkai sepanjang 7 cm dengan ujung meruncing. Daun tumbuh menghadap ke atas dan mendatar. Jarak antara masing-masing daun bervariasi yaitu sekitar 2-10 cm. Warna bunga hijau muda dengan benang sari dan putik terletak pada bunga yang berbeda namun masih dalam satu tanaman. Karena ini sukun disebut tanaman berumah satu dan karakteristik bunga berkelamin tunggal [8]. Tumbuh pada ujung ranting dan warna mahkota bunga adalah kuning [9]. Sukun merupakan salah satu tanaman yang buahnya berfungsi sebagai sumber karbohidrat [10]. Bentuk buah bulat dan panjang tangkai 5 cm. Beberapa jenis berbentuk lonjong dan memanjang [9].

Penyebaran tanaman sukun di Indonesia sangat luas mulai dari Sabang sampai Merauke. Sebaran alami tanaman ini meliputi Sumatera Utara, Sumatera (Aceh), Sumatera Barat, Riau, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Madura, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi (Minahasa, Makasar, Bonerate, Gorontalo, Bugis), Maluku (Seram, Halmahera, Kai, Buru, Ambon, dan Ternate) dan Papua [8]. Sukun memiliki berbagai macam nama lokal sesuai dengan daerah asalnya seperti *Sunne* (Ambon), *Hatopul* (Batak), *Amo* (Maluku Utara), *Bakara* (Sulawesi Selatan), *Karara* (Bima, Sumba dan flores), dan *Beitu* (Papua) [9].

Tanaman sukun telah dikenal masyarakat dan dimanfaatkan sebagai bahan pangan, dan bahan bangunan. Tanaman ini juga dimanfaatkan sebagai obat tradisional penyakit rematik, diabetes, penyakit jantung, sariawan, gangguan hati, asam urat, radang sendi, gangguan ginjal, panu, hipertensi, dan menurunkan kolesterol [8].

Kandungan Senyawa Aktif Tanaman Sukun (*Artocarpus altilis*)

Daun sukun memiliki kandungan kimia antara lain flavonoid, saponin, tanin, kuersetin, artokarpanon, dan artoindonesianin. Artoindonesianin dan kuersetin merupakan senyawa golongan flavonoid. Kandungan senyawa flavonoid tertinggi terdapat pada daun sukun tua 100,68 mg/g, daun muda 87,03 mg/g, dan daun tua yang sudah gugur 42,89 mg/g [5]. Senyawa aktif flavonoid yang tinggi tersebut mampu menghambat pertumbuhan bakteri sehingga efektif untuk mengobati penyakit asam urat, diabetes, rematik, gangguan ginjal, penyakit jantung, sariawan, gangguan hati, radang sendi, panu, hipertensi, dan menurunkan kolesterol [8].

Kandungan senyawa artokarpanon dalam daun sukun berkhasiat sebagai antiinflamasi. Senyawa ini mampu menghambat produksi berlebih nitrit oksida (NO) oleh makrofag di kartilago yang menyebabkan kerusakan fungsi jaringan normal saat terjadi peradangan. Kandungan flavonoid genaril dari daun juga berkhasiat sebagai antikanker [11]. Ekstrak daun sukun dapat menurunkan kadar kolesterol total [11], dan ekstrak pada dosis 400 mg/kg berat badan mampu menurunkan kadar glukosa darah [12]. Ekstrak air daun dapat menurunkan kadar trigliserida dan hiperkolesterolemia.

Kandungan senyawa flavonoid, saponin, dan tanin pada daun tanaman ini berperan sebagai insektisida [6]. Flavonoid pada bunga berfungsi sebagai inhibitor pernapasan. Senyawa flavonoid akan masuk bersama oksigen (O₂) ketika nyamuk bernafas melalui alat pernapasannya. Senyawa tanin berfungsi sebagai anti virus dan anti bakteri. Senyawa ini bekerja dengan merusak enzim yang dibutuhkan virus dalam memperbanyak diri, sehingga virus akan sulit berkembang. Tanin juga berfungsi sebagai anti bakteri. Senyawa ini bekerja dengan mengerutkan dinding sel, dan merusak membran sel. Kerusakan ini akan mengganggu kemampuan penyerapan bakteri yang mengakibatkan pertumbuhan bakteri terhambat [13]. Ekstrak daun sukun mempunyai daya hambat bakteri *Streptococcus mutans* dengan rata-rata diameter zona hambat 16,5 mm dan tergolong kategori kuat [14].

Kulit batang sukun juga banyak mengandung senyawa metabolit sekunder seperti saponin, fenolik, dan terpenoid [4][15]. Ekstrak kloroform kulit batang mengandung alkaloid [12]. Ekstrak metanol kulit batang sukun mampu menghambat aktivitas bakteri *Salmonella thyphimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi rentang 0,156-10 mg/sumur [16]. Cabang kayu sukun terkandung senyawa aktif golongan flavon yaitu *sikloartokarpin* dan berpotensi sebagai antibakteri kategori kuat [17]. Kulit cabang selain terkandung senyawa golongan flavon, juga terkandung senyawa fenolik namun jumlahnya lebih kecil jika dibandingkan dengan kulit batang [4].

Kulit akar tanaman sukun terkandung dua senyawa yang termasuk dalam golongan senyawa flavon turunan dihidrobenzosanton yaitu sikloartobilosanton sebesar 22 mg dan flavon terprenilasi yaitu artonin E sebesar 56,8 mg [18]. Kulit akar juga mengandung senyawa morusin, kudraflavon B, artonin E, sikloartobilosanton, dan artobilosanton yang menunjukkan aktivitas antiplasmodial dengan nilai IC₅₀ antara 1,9 sampai 4,3 µg/ml [19].

Buah sukun banyak kandungan gizinya, antara lain karbohidrat (8-25%), kalori (43-110%), vitamin C (7,71-21,03 mg/100g), fosfor (41,04-53,61 mg/100g), Fe (0,44-0,68 ppm), kalsium (109,47-167,01ppm), kandungan fenol total (19,97- 24,29 mg/100g), dan antioksidan total (8,28-36,59%) [4]. Perbedaan lokasi tanaman (asal populasi) juga mempengaruhi variasi kandungan gizi buah, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan [7].

Tanaman sukun menghasilkan dua jenis bunga yaitu bunga betina (buah) dan bunga jantan. Bunga betina banyak dimanfaatkan masyarakat sebagai bahan pangan karena daging buahnya yang tebal dan kaya akan kandungan gizi. Bunga jantan tidak dimanfaatkan oleh masyarakat, dan tidak mengalami penebalan daging hingga pada waktunya akan jatuh ke tanah. Bunga sukun mengandung senyawa flavonoid, saponin, dan tanin [6]. Bunga sukun mengandung senyawa flavonoid, tanin, dan saponin yang memiliki peran dalam proses penguapan *mat* serbuk bunga sukun. Senyawa-senyawa ini memiliki kemampuan sebagai insektisida nabati yang mampu membunuh nyamuk.

Senyawa saponin bekerja dengan menyerang sistem saraf nyamuk. Kandungan flavonoid berperan sebagai inhibitor pernapasan atau racun pernapasan dengan menonaktifkan enzim *cholinesterase*. Enzim *cholinesterase* dalam kondisi tidak aktif akan menghalangi proses penurunan asetilkolin sehingga terjadi akumulasi asetilkolin pada celah sinapsis. Transmisi rangsang akan mengalami peningkatan dan otot pernapasan akan mengalami kejang yang berakibat kematian. Kematian pada nyamuk juga dipicu oleh kandungan tanin yang bekerja dengan menghambat bahkan membunuh nyamuk [6]. *Mat* bunga dengan kadar 2 gram mampu membunuh 15,6 ekor nyamuk dengan persen kematian 78% [3], dengan kadar 300 mg selama 30 menit sudah mampu membunuh 9 ekor nyamuk [20].

Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang berperan menjaga tubuh dari serangan radikal bebas yang menyebabkan terjadinya kerusakan sel dalam tubuh dan menjadi pemicu penyakit degeneratif. Antioksidan bekerja dengan cara menangkap radikal bebas sehingga dapat menghambat reaksi oksidatif dalam tubuh [21]. Senyawa antioksidan mampu berperan sebagai akseptor radikal bebas sehingga bisa menghambat pembentukan radikal [22].

Pembentukan radikal bebas melalui tiga tahapan reaksi yaitu inisiasi, propagasi, dan terminasi. Mekanisme yang terjadi pada tiap tahapan adalah sebagai berikut [23]. Tahap inisiasi yaitu langkah awal terbentuknya radikal bebas. Reaksinya dapat dilihat pada persamaan (1) di bawah ini.



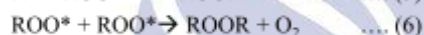
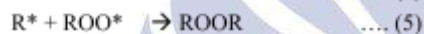
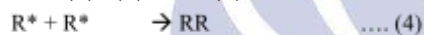
Radikal bebas pada tahap ini dimulai terbentuk akibat reaksi antara asam lemak (RH) dengan cahaya, oksigen, dan suhu tinggi yang menyebabkan terlepasnya atom hidrogen dan terbentuk radikal lemak (R^{*}). Konsentrasi hidroperoksida menjadi besar setelah dimulainya proses oksidasi dan mengakibatkan dekomposisi hidroperoksida sebagai sumber utama pembentukan radikal bebas. Tahap propagasi yaitu proses awal yang menyebabkan pemanjangan rantai, dengan mengubah radikal bebas menjadi radikal bebas baru. Pada tahap ini terjadi proses oksidasi lemak (R^{*}) yang membentuk radikal peroksida (ROO^{*}).

Reaksinya dapat dilihat pada persamaan (2) dan (3) di bawah ini [23].



Radikal lemak yang dihasilkan dari tahap inisiasi akan mengalami reaksi dengan molekul oksigen yang menghasilkan radikal peroksi.

Radikal peroksi akan bereaksi kembali dengan asam lemak lain (RH) dan menghasilkan hidroperoksida dan radikal baru (R^*). Proses ini akan terjadi secara terus-menerus dengan melibatkan hidrogen dan menghasilkan banyak radikal bebas. Hidroperoksida hasil dari tahap ini bersifat tidak stabil. Tahap terakhir yaitu tahap terminasi. Reaksi pembentukan radikal akan berhenti karena radikal bebas yang bereaksi satu sama lain yang menghasilkan senyawa non radikal. Reaksinya seperti pada persamaan (4), (5), dan (6) di bawah ini.



Hidroperoksida pada tahap ini akan mengalami ketidakstabilan, sehingga terdekomposisi menjadi produk yang lebih stabil seperti asam keton dan alkohol [23-24].

Berdasarkan sumbernya ada dua macam yaitu, antioksidan alami dan antioksidan sintetis (buatan). Antioksidan alami adalah antioksidan yang diperoleh dari hasil ekstraksi bahan alami. Antioksidan alami mampu menghambat terjadinya penyakit, melindungi kerusakan tubuh akibat senyawa oksigen reaktif, dan menghambat peroksidasi lipid. Contohnya meliputi vitamin A, vitamin E, karotenoid, vitamin C, vitamin B2, seng (Zn), selenium, protein gliadin gandum, tembaga, protein ovalbumin, fenol (tirosol, vanilin, hidroksitirosol), tanin (asam galat, asam elagat), dan polifenol (flavonoid, flavon, flavonol, biflavonoid). Antioksidan sintetis (buatan) adalah antioksidan dari hasil sintesa reaksi kimia. Antioksidan sintetis yang digunakan secara berlebihan dikhawatirkan dapat memicu penyakit yang bersifat karsinogenik. Contohnya antara lain, *ters-butyl hydroquinone* (TBHQ), *buthylated hidrosianisol* (BHA), *buthylated hydroxytoluene* (BHT), dan *propil galat* (PG) [23].

Berdasarkan fungsi dan mekanisme pencegahan radikal bebas, antioksidan dibagi dalam tiga macam yaitu antioksidan primer,

sekunder, dan tersier. Antioksidan primer merupakan antioksidan yang bersifat sebagai pemutus reaksi berantai (*chain-breaking antioxidant*) dan mencegah pembentukan senyawa radikal baru. Prinsip kerjanya yaitu memutus rantai reaksi radikal dan mendonorkan atom hidrogen dengan cepat pada lipid yang bersifat radikal. Produk yang dihasilkan akan lebih stabil. Contohnya antara lain *superoksida dismutase* (SOD), katalase, protein pengikat logam, *glutation peroksidase* (GPx), asam askorbat, tokoferol, dan antioksidan.

Antioksidan sekunder adalah antioksidan yang berperan sebagai penangkap oksigen, deaktivasi singlet oksigen, penyerap radiasi UV, pengikat ion-ion logam, dan pengurai hidroperoksida menjadi senyawa non radikal. Prinsip kerjanya yaitu mengkelat logam yang bersifat pro-oksidan, menangkap radikal, dan menghambat reaksi berantai yang menghasilkan radikal baru. Contohnya antara lain bilirubin, transferin, isoflavon, β -karoten, albumin, vitamin C, dan vitamin E. Antioksidan tersier bekerja dengan cara menghambat penumpukan biomolekul dan memperbaiki kerusakan biomolekul akibat radikal bebas. Contohnya yaitu protein yang teroksidasi oleh enzim proteolitik, dan perbaikan DNA dilakukan oleh enzim metionin reduktase [23, 25].

Aktivitas Antioksidan

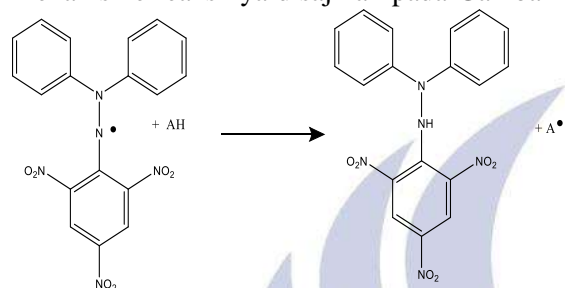
Aktivitas antioksidan adalah kemampuan suatu zat untuk menghambat reaksi oksidasi yang ditimbulkan oleh radikal bebas. Bersarnya aktivitas antioksidan dinyatakan dengan IC_{50} . IC_{50} diartikan sebagai konsentrasi senyawa antioksidan yang menyebabkan hilangnya 50% aktivitas DPPH.

Ada empat metode yang dapat digunakan untuk menentukan aktivitas antioksidan yaitu metode perendaman radikal bebas *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl* (DPPH), *2,2-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate)* (ABTS), *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP), *Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity* (CUPRAC), dan *Oxygen Radical Absorbance* (ORAC).

Metode *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl* (DPPH)

Metode DPPH merupakan metode pengujian aktivitas antioksidan yang didasarkan pada suatu zat yang mampu meredam radikal bebas *1,1-difenil-2-pikrilhidrazil* (DPPH).

Sampel yang diuji direaksikan dengan larutan DPPH dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum dengan spektroskopi UV-Vis. DPPH akan memberikan warna ungu tua dengan serapan maksimum pada panjang gelombang 517 nm. Prinsip kerja metode ini yaitu ketika larutan DPPH bereaksi dengan antioksidan, senyawa antioksidan akan mendonorkan atom hidrogennya pada DPPH. Mekanisme reaksinya disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Reaksi donor atom hidrogen antioksidan terhadap DPPH [26].

Penangkapan radikal bebas menyebabkan elektron berpasangan dan jumlah DPPH akan berkurang. Nilai absorbansi DPPH akan turun dan mengakibatkan perubahan warna awal dari ungu tua menjadi kuning muda. Perubahan warna terjadi akibat berkurangnya ikatan rangkap konjugasi DPPH, karena radikal DPPH mendapatkan radikal hidrogen dari sampel. Radikal DPPH akan mengalami reduksi menjadi 1,1-difenil-2-pikrihidrazil (DPPH-H). Larutan akan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer. Metode ini memiliki kelebihan yaitu cepat, metode murah dan sederhana untuk mengukur antioksidan. Kekurangan metode DPPH yaitu radikal hanya bisa larut dalam pelarut organik [26-27].

Aktivitas peredaman radikal DPPH ditunjukkan dengan persen peredaman. Harga persentase peredaman radikal bebas DPPH dapat dihitung dengan persamaan 7 di bawah ini [28].

$$\% P = \frac{A_k - A_s}{A_k} \times 100 \dots (7)$$

dengan :

A_k = Absorban kontrol (larutan DPPH + pelarut)

A_s = Absorban sampel (larutan DPPH + sampel)

%P = Persen peredaman absorban larutan DPPH [28].

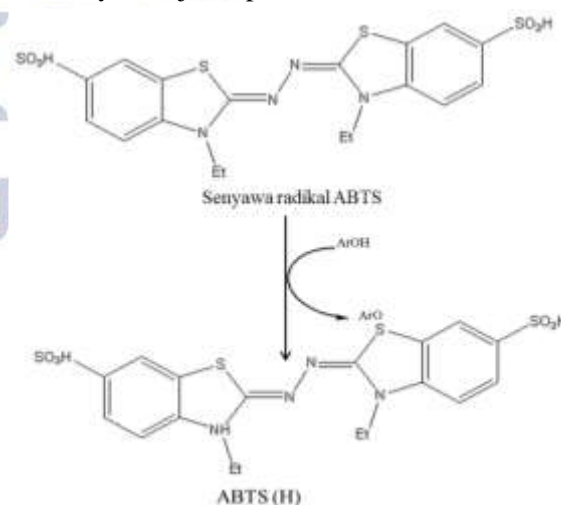
Besarnya aktivitas antioksidan digunakan parameter *Inhibition concentration* (IC_{50}). Hubungan antara harga IC_{50} dengan kekuatan aktivitas antioksidan disajikan pada Tabel 1 [28].

Tabel 1. Kekuatan antioksidan [28].

Nilai IC_{50} (mg/L)	Kekuatan antioksidan
< 50	Sangat kuat
50-100	Kuat
100-150	Sedang
150-200	Lemah
>200	Sangat Lemah

Metode 2,2-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate)(ABTS)

Pengujian metode ABTS didasarkan pada kemampuan senyawa dalam membentuk kation radikal ($ABTS \cdot +$). Kation radikal ($ABTS \cdot +$) dibuat dengan mereaksikan larutan ABTS dengan kalium persulfat. Larutan didiamkan dalam ruang gelap selama 12-16 jam. ABTS ini berfungsi untuk mengukur antioksidan yang mengalami reaksi dengan radikal kation ABTS. Kation radikal ($ABTS \cdot +$) memberikan serapan maksimum pada panjang gelombang 415 nm, 645 nm, 734 nm, dan 815 nm. Larutan ABTS akan mengalami reduksi ditandai dengan warna biru-hijau menjadi tidak berwarna. Reagen ABTS akan tetap stabil selama tiga hari pada suhu 25°C. Prinsip metode ini adalah penghilangan warna. Mekanisme reaksinya disajikan pada Gambar 2.



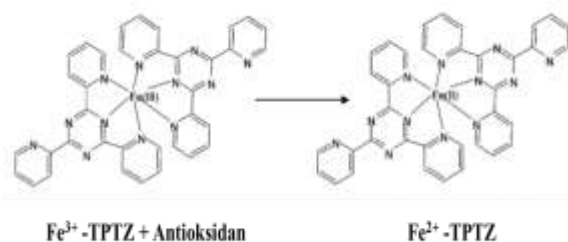
Gambar 2. Mekanisme reaksi ABTS dengan antioksidan [29].

Metode ABTS memiliki kelebihan antara lain lebih cepat bereaksi dengan antioksidan, dapat larut dalam pelarut organik dan air, bisa digunakan pada pH yang berbeda, dan lebih sensitif dibandingkan metode DPPH yang hanya sensitif terhadap pH asam. Metode ini memiliki kekurangan yaitu harga reagen ABTS mahal, sehingga jarang digunakan dibandingkan dengan metode DPPH [26].

Metode ferric reducing antioxidant power (FRAP)

Metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP) merupakan metode pengujian aktivitas antioksidan yang biasa digunakan untuk mengetahui kandungan antioksidan total dalam tanaman berdasarkan kemampuan dari senyawa antioksidan dalam mereduksi ion Fe^{3+} menjadi ion Fe^{2+} . Sampel ditambahkan larutan FRAP, selanjutnya diinkubasi dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 593 nm. Prinsip kerja metode ini adalah senyawa Fe^{3+} -TPTZ mendapatkan transfer elektron dari antioksidan. Fe^{3+} -TPTZ adalah suatu senyawa oksidator yang berada di dalam tubuh dan menyebabkan kerusakan sel-sel. Larutan standar yang digunakan dalam metode ini adalah asam askorbat. Asam askorbat berfungsi mencegah reaksi berantai, dan sebagai antioksidan sekunder dalam penangkapan radikal bebas.

Metode FRAP memiliki kelebihan yaitu murah, cepat, reagensinya mudah diperoleh, prosedurnya sederhana, dan tidak menggunakan alat khusus dalam menghitung antioksidan total. Metode ini memiliki reaksi dengan antioksidan yang sangat lambat seperti glutathion [30]. Mekanisme reaksinya disajikan pada Gambar 3.

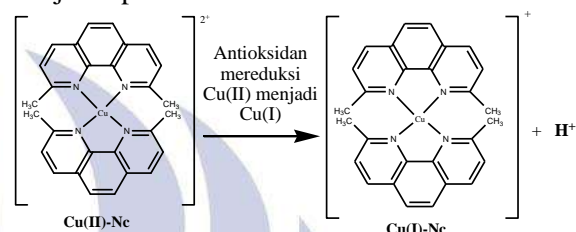


Gambar 3. Reaksi antara antioksidan dengan pereaksi FRAP (Fe^{3+} -TPTZ) [31].

Metode cupric ion reducing antioxidant capacity (CUPRAC)

Metode ini pengujiannya menggunakan larutan atau padatan CuSO_4 dan neocuproine yang ditambahkan dalam sampel. Prinsip kerjanya yaitu Cu(II) bertindak sebagai

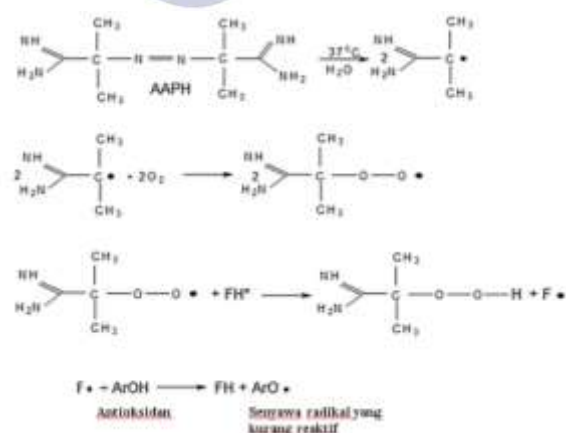
oksidator. Cu(II) akan diubah menjadi Cu(I) melalui proses donor elektron dari antioksidan. Cu(II) juga disebut sebagai inisiator atau zat yang mengawali terjadinya reaksi radikal bebas dalam pengujian pemecahan rantai radikal antioksidan. Kelebihan menggunakan metode ini yaitu mudah dilakukan dan bisa memberikan hasil yang lebih spesifik. Kekurangan metode ini yaitu membutuhkan instrumen yang canggih dan biayanya mahal [32]. Mekanisme reaksinya disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Reaksi antioksidan dengan mereduksi kation Cu(II)-Nc menjadi Cu(I)-Nc [29].

Metode oxygen radical absorbance (ORAC)

Metode ORAC didasarkan pada pengukuran antioksidan yang bereaksi dengan radikal peroksil pada suhu 37°C melalui larutan 2,2-azobis-(2-amidino-propana) dihidroklorida (AAPH). Pengujian dilakukan dengan menggunakan standar Trolox (analog vitamin E yang dilarutkan dalam air) dan penentuan nilai ORAC dilakukan dengan menghitung nilai TE (Equivalent Trolox). Nilai ORAC semakin tinggi, maka semakin besar kandungan antioksidan [33]. Persamaan reaksinya dapat dilihat pada Gambar 5.

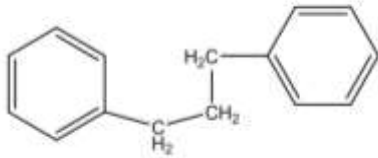


Gambar 5. Reaksi penghambatan antioksidan terhadap propagasi radikal yang dihasilkan dari AAPH [34].

Potensi Bunga Sukun (*Artocarpus Altilis* [Park. I] Fosberg) sebagai Antioksidan

Sukun merupakan tanaman yang sangat kaya akan kandungan senyawa metabolit sekunder, baik bagian batang, kulit batang, akar, daun, buah, maupun bunga. Bunga sukun mengandung senyawa metabolit sekunder golongan flavonoid, saponin, dan tanin [6].

Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang memiliki 15 atom karbon yang tersusun dengan konfigurasi C6-C3-C6. Konfigurasi ini maksudnya yaitu kerangka karbon flavonoid tersusun atas dua gugus C6 (cincin benzena tersubstitusi) yang disambungkan oleh rantai alifatik tiga karbon [35]. Senyawa flavonoid memiliki gugus hidroksil yang terikat pada cincin aromatiknya (OH fenolik). Gugus tersebut mudah teroksidasi jika bereaksi dengan oksidator seperti radikal bebas. Struktur dasarnya dapat dilihat pada Gambar 6.

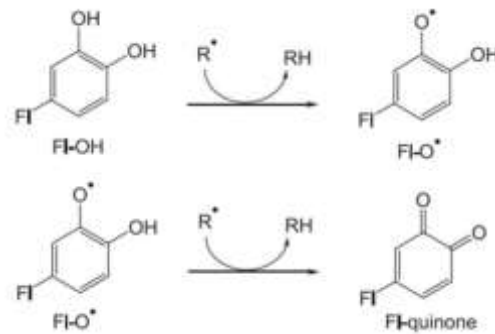


Gambar 6. Struktur Dasar Flavonoid [36].

Flavonoid dapat ditemukan di beberapa bagian tanaman, termasuk bunga sukun. Senyawa ini berperan untuk mengurangi angiogenesis, neurotrophin, perubahan morfologi penuaan, dan zat antioksidan. Senyawa tersebut mudah didapatkan pada tanaman yang mempunyai pigmen warna kuning, merah, biru, oranye, ungu dari daun, bunga, dan buah. Senyawa flavonoid berfungsi melindungi tubuh dari *reactive oxygen species (ROS)* dan sebagai antioksidan. Antioksidan inilah zat yang diperlukan tubuh untuk menghambat oksidasi lemak, yang menghasilkan radikal bebas.

Antioksidan merupakan senyawa yang memiliki fungsi untuk melindungi sistem biologis dari potensi efek bahaya akibat reaksi oksidasi. Senyawa flavonoid mampu menahan kerusakan akibat radikal bebas dengan berbagai cara. Salah satunya dengan langsung menangkap radikal bebas. Flavonoid akan mengalami oksidasi oleh radikal bebas, dan menghasilkan radikal baru yang tidak reaktif (lebih stabil). Flavonoid ada yang menangkap superoksida, dan ada flavonoid lainnya yang menangkap turunan radikal oksigen [37].

Mekanisme reaksinya dapat dilihat pada Gambar 7.



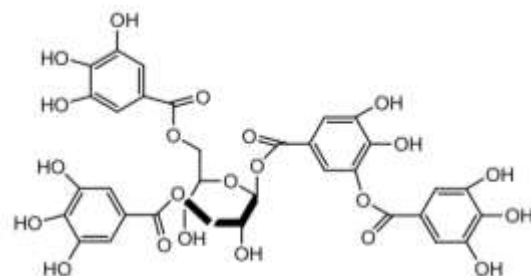
Gambar 7. Penangkap spesies oksigen reaktif (ROS). ($R\bullet$) adalah flavonoid. Radikal bebas FI-O \bullet bereaksi dengan radikal kedua, menghasilkan quinone yang stabil [37].

Flavonoid bisa menangkap radikal bebas dengan mendonorkan atom hidrogen. Radikal dikondisikan tidak aktif pada Gambar 7, dengan FI-O \bullet radikal fenoksil dan ($R\bullet$) adalah radikal bebas. Aktivitas antioksidan dari senyawa flavonoid dipengaruhi oleh penataan gugus fungsi pada struktur inti. Konfigurasi dan jumlah gugus hidroksil flavonoid secara keseluruhan berpengaruh pada mekanisme aktivitas antioksidan [37].

Tanin merupakan senyawa metabolit sekunder dari golongan polifenol dan banyak ditemukan pada tanaman. Tanin disebut senyawa yang sangat besar karena berat molekulnya (M_r) mencapai 1000 g/mol. Senyawa aktif ini kompleks, tersusun dari senyawa fenolik sukar mengkristal dan sukar dipisahkan [38]. Struktur tanin terdiri atas cincin benzena (C6) dan berikatan dengan gugus hidroksil (-OH). Struktur dapat dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8. Struktur Kimia Tanin [36].

Senyawa ini berfungsi sebagai



pengendap protein dari larutannya. Tanin akan bersenyawa dengan protein dan berfungsi sebagai pengkelat logam. Peran biologis yang besar menjadikan tanin sebagai antioksidan biologis [36]. Tanin memiliki khasiat antara lain sebagai anti bakteri, astringen, anti diare, dan antioksidan [22].

KESIMPULAN

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa bunga tanaman sukun (*Artocarpus altilis*) mengandung senyawa metabolit sekunder antara lain flavonoid, tanin, dan saponin. Keberadaan gugus fenolik dalam flavonoid dan tanin menyebabkan bunga tanaman berpotensi sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidan dapat ditentukan dengan metode DPPH, ABTS, FRAP, CUPRAC, dan ORAC.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fessenden, R.J., & Fessenden, J.S. (1986). *'Kimia Organik'*. Edisi Ketiga. Jilid I. Jakarta: Erlangga.
2. Halliwell, B. (2012). 'Free Radikal and Antioxidant'. Updating a Personal View. *Nitron Review* 70: 257-265.
3. Lumawo, S.V.T. (2013). 'Pengaruh Mat Serbuk Bunga Suku (*Artocarpus altilis* L.) sebagai Isi Ulang Anti Nyamuk Elektrik terhadap Kematian Nyamuk *Aedes Aegypti* L'. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*.
4. Adinugraha, H.A., & Susilawati, S. (2014). 'Variasi Kandungan Kimia Tanaman Sukun dari Beberapa Populasi di Indonesia sebagai Sumber Pangan dan Obat'. *Jurnal Hutan Tropis*, 2(3), 226-232.
5. Mardiana, L. (2013). *Daun Ajaib Tumpas Penyakit*. (Cetakan 4). Jakarta: Penebar Swadaya.
6. Ahmad, H.H., & Fahmi, N. (2017). 'Efektivitas Daun dan Bunga Tanaman Sukun (*Artocarpus altilis*) sebagai Anti Nyamuk Elektrik dalam Membunuh Nyamuk *Aedes aegypti*'. *Jurnal Sulolipu*, 17(11).
7. Adinugraha, H.A., & Kartikawati, N.K. (2012). 'Variasi Morfologi dan Kandungan Gizi Buah Sukun'. *Jurnal Balai Besar Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan*, 13(2), 99-106.
8. Rizema, S. (2013). *Ajaibnya Daun Sukun Berantas Berbagai Penyakit*. Yogyakarta: Flash Books.
9. Wardany, K. (2012). *Khasiat Istimewa Sukun*. Yogyakarta: Rapha Publishing.
10. Suseno, M. (2013). *Sehat Dengan Daun*. Yogyakarta: Buku Pintar.
11. Tandi, J., Rizky, M., Mariani, R., & Alan, F. (2017). 'Uji Efek Ekstrak Etanol Daun Sukun (*Artocarpus altilis* (Parkinson Ez F.A.Zorn) terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah, Kolesterol Total dan Gambaran Histopatologi Pankreas Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*) Hiperkolesterolemia-Diabetes'. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1(8), 384-396.
12. Lestari, A., Salempa, P., & Jusniar. (2017). 'Isolasi dan Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Kloroform Kulit Batang Sukun (*Artocarpus altilis*)'. *Jurnal Chemica*, 17(1), 76-82.
13. Shabella, R. (2012). 'Terapi Daun Sukun: Dahsyatnya Khasiat Daun Sukun untuk Menumpas Penyakit'. Klaten: Cable Book.
14. Bempa, S.L.P., Fatimawali, & Parengkuan, W.G. (2016). 'Daya Hambat Ekstrak Daun Sukun (*Artocarpus altilis*) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans*'. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 5(4).
15. Daenlangi, R., Salempa, P., & Danial, M. (2016). 'Isolasi dan Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak n-Heksana

- Kulit Batang Sukun (*Artocarpus altilis*)'. *Jurnal Chemica*, 17(1), 91-97.
16. Octiviani, R., Zaharah, T.A., & Ardaningsih, P. (2019). 'Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Metanol Kulit Kayu Batang Sukun (*Artocarpus altilis* Park) yang Tersalut Kitosan-Tripolipospat'. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 8(2), 34-40.
 17. Wulandari, G.S. (2018). 'Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Bioaktivitas Antibakteri Senyawa Flavonoid dari Kayu Cabang Tumbuhan Sukun (*Artocarpus altilis* (Parkinson ex F.A. Zorn) Fosberg)'. *Skripsi*, Universitas Lampung.
 18. Puspita, E.Y. (2018). 'Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Bioaktivitas Antibakteri Senyawa Flavonoid dari Kulit Akar Tumbuhan Sukun (*Artocarpus altilis* (Parkinson F.A. Zorn) Fosberg)'. *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
 19. Tang, Y.P., Linda, B.L.L., & Franz, L.W. (2013). 'Proximate Analysis of *Artocarpus odoratissimus* (Tarap) in Brunei Darussalam'. *Int. Food Res. J.*, 20(1), 409-415.
 20. Sitorus, M.F., Hasan, W., & Marsaulina, I. (2013). 'Pemanfaatan Daun Tanaman Sukun (*Artocarpus altilis*) sebagai Anti Nyamuk *Mat* Elektrik dalam Membunuh Nyamuk *Aedes Spp*'. *Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara Departemen Kesehatan Lingkungan*. <https://id.123dok.com/document/y86v72rq-pemanfaatan-tanaman-artocarpus-tilis-sebagai-nyamuk-elektrik-membunuh.html> [diakses pada 10 Agustus 2020].
 21. Adawiyah, Sukandar, D., & Muawanah, A.. (2015). 'Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Komponen Bioaktif Sari Buah Namnam'. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan*, 1(2), 130-136.
 22. Dungir, S.G., Katja, D.G., & Kamu, V.S. (2012). 'Aktivitas Antioksidan Ekstrak Fenolik dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.)'. *Jurnal MIPA UNSRAT*, 1(1), 11-15.
 23. Sayuti, K. & Yenrina, R. (2015). *Antioksidan, Alami dan Sintetik*. Padang: Andalas University Press.
 24. Labola, Y.A., & Puspita, D. (2017). 'Peran Antioksidan Karotenoid Penangkal Radikal Bebas Penyebab Berbagai Penyakit'. *Majalah Farmasetika*, 2(2).
 25. Wulansari, A.N. (2018). 'Alternatif Cantigi Ungu (*Vaccinium varingiaefolium*) sebagai Antioksidan Alami: Review'. *Fakultas Farmasi Universitas Padjadjaran*, 16(2), 419-429.
 26. Shalaby, E.A., & Shanab, S.M.M. (2013). 'Comparison of DPPH and ABTS Assays for Determining Antioxidant Potential of Water and Methanol Extracts of *Spirulina platensis*'. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 42(5), 556-564.
 27. Liaudanskas, M., Viskelis, P., Raudonis, R., Kviklys, D., Uselis, N., & Janulis, V. (2014). 'Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Malus Domestica Leaves'. *The Scientific World Journal*, 1-10. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/306217> [diakses pada 7 Agustus 2020].
 28. Jami'ah, S.T., Ifaya, M., Pusmarani, J., & Nurhikma, E. (2018). 'Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Kulit Pisang Raja (*Musa Paradisiaca sapientum*) dengan Metode DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil)'. *Jurnal Pharmacon Indonesia*, 4(1), 33-38.
 29. Gupta, Deepshikha. (2015). 'Methods for Determination of Antioxidant Capacity:

- A Review'. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(2), 546-566.
30. Noer, S., Pratiwi, R.D., & Gresinta, E. (2020). 'Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin, dan Flavonoid sebagai Kuersetin) pada Ekstrak Daun Inggu (*Ratu angustifolia L.*). *EKSAKTA Journal of Science and Data Analysis*, 18(1), 19-29.
31. Nurulita, L.M., Slamet, Aktifah, & Nurul. (2019). 'Uji Perbandingan Aktivitas Antioksidan Partisi n-Heksana, Metanol, dan Ekstrak Etanol Biji Mentimun (*Cucumis sativus L.*) dengan Metode Frap (*Ferric Reducing Antioxidant Power*).
32. Badarinath, A.V., Rhao, K.M., Chetty, C.M.S., Ramkanth, S., Rajan, T.V.S., & Gnanaprakash, K. (2010). 'A Review On *In-vitro* Antioxidant Methods: Comparisons, Correlations and Consideration'. *International Journal of PharmTech Research*, 2(2), PP 1276-1285.
33. Alam, N.Md., Bristi, N.J., & Rafiquzzaman, Md. (2013). 'Review on *In-vivo* and *In-vitro* Methods Evaluation of Antioxidant Activity'. *Saudi Pharmaceautical Journal*, 21(2), 143-152.
<https://doi.org/10.1016/j.jsps.2012.05002> [diakses pada 10 Agustus 2020].
34. Litescu, S.C., Eremia, S.A.V., Tache, A., Vasilescu, I., & Radu, G.B. (2014). 'The Use of Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) Assays in the Assessment of Beverages's Antioxidant Properties'. *Article National Institute for Biological Sciences Romania*, 245-251. <https://doi.org/101016/B978-0-12-404738-9.00025-8> [diakses pada 8 Agustus 2020].
35. Tian-yang., Wang., Qing Li., & Kai-shun Bi. (2018). 'Bioactive Flavonoids In Medicinal Plants: Structure, Activity And Biological Fateasian. *Journal Of Pharmaceutical Sciences*, 13, 12-23.
36. Noer, S., Pratiwi, R.D., & Gresinta, E. (2020). 'Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin, dan Flavonoid sebagai Kuersetin) pada Ekstrak Daun Inggu (*Ratu angustifolia L.*)'. *EKSAKTA Journal of Science and Data Analysis*, 18(1), 19-29.
37. Arifin, B., & Ibrahim, S. (2018). 'Struktur, Bioaktivitas dan Antioksidan Flavonoid'. *Jurnal Zarah*, 6(1), 21-29.
38. Malangngi, L.P., Sangi, M.S., & Paendong, J.J.E. (2012). 'Penentuan Kandungan Tanin dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Buah Alpukat (*Persea Americana Mill.*)'. *Jurnal MIPA Unsrat*, 1(1), 5-10.