

## AKTIVITAS ANTIMIKROBA DAN ANTIOKSIDAN MINUMAN DARI DAUN PISANG BATU (*Musa balbisiana* Call) DENGAN PENAMBAHAN FERRO SULFAT

Alsuhendra<sup>1)</sup>, Ridawati<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Pendidikan Vokasional Seni Kuliner Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta  
email: alsuhendra@gmail.com

<sup>2)</sup>Program Studi Pendidikan Vokasional Seni Kuliner Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta  
email: ridawati.sesil@gmail.com

### Abstract

*This study aims to determine the antimicrobial activity of the beverage made from stone banana leaf extract containing Fe-pheophytin. The chlorophyll of banana leaf was extracted using 0.1% (w/v) NaHCO<sub>3</sub> solution, while the Fe-pheophytin was made by replacing the Mg<sup>2+</sup> of chlorophyll core with Fe<sup>2+</sup> at concentrations of 100, 150, and 200 mg/L. The antimicrobial activity of the beverage was determined using the well diffusion method of *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Escherichia coli*. The positive control used was Amoxicillin 2%. The results showed that the beverage had different antimicrobial activity against the three bacteria as indicated by differences in the diameter of inhibitory zones. The beverage does not have a zone of inhibition against *S. aureus* (dia 0 mm), but have inhibition of *P. aeruginosa* (dia 3.8 mm for beverage with using Fe<sup>2+</sup> 100, 150, and 200 mg/L) and against *E. coli* with inhibition zone diameters of 2.3 mm for beverage with the use of Fe<sup>2+</sup> 100 mg/L ions, 3.7 mm for 150 mg/L, and 3.5 mm for 200 mg/L. Meanwhile, the beverage have very low antioxidant activity, which is indicated by the low of Antioxidant Activity Index (AAI) value, i.e. 0,0308 for all beverage. It can be concluded that beverage containing Fe-pheophytin have antimicrobial activity against *P. aeruginosa* and *E. coli*, but there is no activity against *S. aureus*.*

**Keywords:** antimicrobial activity, stone banana leaf, antioxidant activity index, chlorophyll, and Fe-pheophytin

### 1. PENDAHULUAN

Pisang batu merupakan salah satu jenis pisang yang banyak dan mudah ditemukan di Indonesia. Meskipun buahnya jarang dimakan karena banyak mengandung biji, masyarakat umumnya memanfaatkan daun pisang batu untuk berbagai keperluan, baik dalam bidang pangan ataupun nonpangan.

Daun pisang batu adalah bagian dari pisang batu yang sering digunakan sebagai pembungkus makanan, seperti nasi, lontong, dan makanan kecil lainnya. Daun pisang batu memiliki warna hijau tua yang menunjukkan tingginya kandungan klorofil dalam daun tersebut. Penelitian Alsuhendra, Ridawati, dan Setiyati (2018) menunjukkan bahwa daun pisang batu mengandung klorofil total sebanyak 6,68 mg/L, klorofil a 5,36 mg/L dan klorofil b 1,32 mg/L.

Klorofil merupakan senyawa alami yang memiliki potensi sebagai senyawa antiinflamasi, antioksidan, dan antikanker (İnanç, *et al.* 2011; Tumolo dan Lanfer-Marquez. 2012; Simão, *et al.* 2013; dan Cervantes-Paz, *et al.* 2014). Klorofil juga telah terbukti berperan sebagai senyawa antibakteri. Dimara dan Yenusi (2011) menyatakan bahwa

pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dapat dihambat oleh pigmen klorofil rumput laut *Caulerpa racemosa* pada konsentrasi larutan pigmen 100%.

Klorofil daun pisang batu telah diekstrak dan dimanfaatkan oleh Alshendra, Ridawati, dan Setiyati (2018) menjadi minuman dan tablet *effervescent*. Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan larutan  $\text{NaHCO}_3$  0,1%. Ekstrak klorofil daun pisang batu tersebut mengandung klorofil total sebesar 62,25 mg/L.

Alshendra, Ridawati, dan Setiyati (2018) juga telah membuat senyawa turunan klorofil berupa Fe-feofitin. Pembuatan senyawa turunan klorofil Fe-feofitin dimaksudkan sebagai bahan utama pembuatan minuman yang diharapkan dapat meningkatkan kadar hemoglobin darah.

Menurut Nelson dan Ferruzzi (2008), senyawa Fe-feofitin adalah suatu *heme-mimetic* yang dibuat dengan cara mengganti ion  $\text{Mg}^{2+}$  pada inti struktur klorofil dengan ion  $\text{Fe}^{2+}$  atau ion ferro. *Heme-mimetic* dinyatakan oleh Nelson dan Ferruzzi (2008) memiliki tingkat penyerapan yang tinggi, sehingga layak digunakan sebagai bahan alternatif untuk pencegahan anemia karena Fe-feofitin memiliki stabilitas pencernaan dan efisiensi miselarisasi (bioaksesibilitas) yang cukup tinggi dengan nilai pemulihan masing-masing sebesar 52,3% dan 58,7%.

Pada penelitian telah dilakukan pembuatan minuman berbasis Fe-feofitin dengan bahan baku daun pisang batu. Selanjutnya, minuman yang dihasilkan telah dipelajari potensi antimikroba dan antioksidan melalui penentuan aktivitas antimikroba menggunakan metode difusi sumur dan aktivitas antioksidan melalui penentuan indeks aktivitas antioksidan. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat diketahui potensi lain dari senyawa turunan klorofil serta nilai tambah dari pisang batu menjadi semakin meningkat.

## 2. METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa dan Analisis Boga Program Studi Tata Boga Fakultas Teknik UNJ, sedangkan analisis antioksidan dilakukan di Laboratorium Kimia Bahan Alam Puslit. Biologi LIPI Cibinong. Waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan penelitian ini adalah selama 2 bulan, terhitung dari bulan Juli hingga Agustus 2019.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun pisang batu yang diperoleh dari pasar Rawamangun Jakarta, sedangkan bahan lainnya adalah akuades,  $\text{NaHCO}_3$  (Merck),  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (Merck), Tween 80, madu, dan perisa pisang. Sementara itu, bahan-bahan untuk analisis aktivitas antimikroba dan antioksidan adalah *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Broth* (NB), Amoxicillin, metanol, dan DPPH. Beberapa peralatan yang dibutuhkan adalah blender, inkubator, refrigerator, neraca analitik, pH meter, refraktometer, spektrofotometer, dan peralatan lain untuk pembuatan serta uji organoleptik produk minuman.

### Prosedur Penelitian

#### a. Pembuatan Ekstrak Klorofil Daun Pisang Batu

Ekstraksi klorofil daun pisang batu dilakukan dengan menggunakan larutan  $\text{NaHCO}_3$  0,1% (b/v). Metode ini mengacu pada Rufaida (2008) yang membuat minuman klorofil dari daun suji. Ekstraksi diawali dengan menghancurkan daun pisang menggunakan blender, lalu disaring dengan kain saring. Ekstrak yang diperoleh selanjutnya diinkubasi selama 30 menit dalam inkubator pada suhu  $70^\circ\text{C}$  serta dilanjutkan dengan didiamkan dalam lemari pendingin selama 18 jam. Ekstrak klorofil direaksikan dengan ion  $\text{Fe}^{2+}$  yang bersumber dari  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dengan konsentrasi 0, 100, 150, dan 200 mg/L (diberi kode secara

berturut-turut P0, P1, P2, dan P3). Ekstrak klorofil yang telah ditambah ion  $Fe^{2+}$  didiamkan kembali di dalam lemari pendingin selama 18 jam. Ekstrak ini selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan campuran untuk membuat minuman.

#### **b. Pembuatan Minuman**

Pembuatan minuman dilakukan dengan cara mencampurkan Fe-feofitin yang telah disiapkan pada tahap sebelumnya. Minuman yang dibuat harus bisa diterima secara organoleptik. Beberapa bahan ditambahkan pada pembuatan minuman tersebut, seperti Tween 80, madu, dan perisa pisang.

#### **c. Uji Aktivitas Antimikroba Minuman**

Uji aktivitas antimikroba minuman dilakukan dengan difusi sumur dengan cara melihat zona penghambatan pertumbuhan mikroba. Uji ini mengacu pada Garriga *et al.* (1993), yaitu kultur mikroba yang akan diuji terlebih dahulu disegarkan dengan menginokulasikan satu ose kultur murni dari agar miring *Nutrient Agar* (NA) ke dalam medium cair *Nutrient Broth* (NB) sebanyak 10 ml secara aseptik. Kultur uji kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Kultur uji dengan jumlah koloni sekitar  $10^7 - 10^8$  CFU/ml diinokulasikan sebanyak 0.2% ke dalam 20 ml media NA, sehingga jumlah koloni pada setiap cawan adalah  $10^5 - 10^6$  CFU/ml. Setelah campuran media dan kultur uji membeku, selanjutnya dibuat lubang-lubang sumur (5 sumur per cawan) dengan diameter 6 mm. Ke dalam lubang sumur perlakuan masing-masing diteteskan 60  $\mu$ l minuman dari ekstrak daun pisang batu, sedangkan sumur lainnya diteteskan kontrol positif (Amoxicillin). Cawan tersebut diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Areal penghambatan diukur berdasarkan diameter areal bening yang terbentuk di sekitar sumur, yaitu selisih antara diameter areal bening dengan diameter sumur. Kultur yang digunakan untuk pengujian adalah *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Escherichia coli*.

#### **c. Uji Aktivitas Antioksidan Minuman**

Penentuan aktivitas antioksidan minuman dilakukan secara *in vitro* menggunakan metode DPPH berdasarkan Scherer and Godoy (2009). Larutan metanol ekstrak (0,05 mL) dari empat sampel berbeda ditambahkan ke dalam 1,95 mL larutan metanol DPPH pada 0,08 mM. Pada uji ini digunakan antioksidan komersial, yaitu katekin, sebagai kontrol positif. Setelah 90 menit inkubasi dalam gelap pada suhu kamar, absorbansi sampel diukur pada 517 nm. Indeks aktivitas antioksidan (IAA) dihitung berdasarkan rumus berikut:

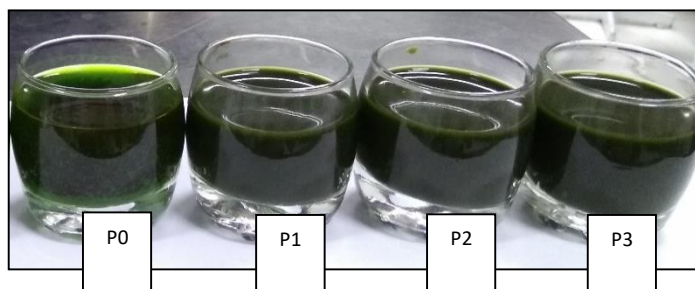
$$IAA = (\text{konsentrasi akhir DPPH dalam reaksi}) / IC50$$

Konsentrasi untuk penghambatan 50% (IC50) dihitung dengan persamaan regresi linier antara konsentrasi ekstrak dan efek pemulungan (*scavenging*) yang sesuai. Efek pemulungan dihitung dengan rumus:  $I\% = [(Abs_0 - Abs_1) / Abs_0] \times 100$ , di mana  $Abs_0$  menunjukkan absorbansi dari kontrol negatif, dan  $Abs_1$  adalah absorbansi ekstrak uji. Menurut Scherer dan Godoy (2009), kriteria nilai AAI untuk ekstrak tanaman adalah: aktivitas lemah  $<0,05$  <sedang  $<1,0$  <kuat  $<2,0$  <sangat kuat.

### **3. HASIL PENELITIAN**

#### **a. Karakteristik Minuman**

Minuman berbasis Fe-feofitin daun pisang batu yang dihasilkan pada penelitian ini dipelajari karakteristiknya secara deskriptif. Atribut mutu yang diamati adalah warna, aroma, dan rasa. Minuman yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan hasil pengamatan terhadap beberapa atribut mutu tersebut disajikan pada tabel di bawah ini.



Gambar 1. Minuman Berbasis Ekstrak Klorofil Daun Pisang Batu

Tabel 1. Karakteristik Minuman Berbasis Ekstrak Klorofil Daun Pisang Batu

No	Atribut	Perlakuan			
		P0	P1	P2	P3
1	Rasa	Rasa khas daun pisang, agak manis	Manis, langu berkurang, sedikit kelat	Manis, langu makin berkurang, rasa kelat agak kuat	Manis, langu makin berkurang, rasa kelat kuat
2	Warna	Hijau cerah	Hijau gelap	Hijau gelap	Hijau gelap
3	Aroma	Agak langu	Aroma madu, tidak ada aroma langu	Aroma madu, tidak ada aroma langu	Aroma madu, tidak ada aroma langu

Keterangan:

- P0 : Perlakuan penambahan ion  $Fe^{2+}$  sebanyak 0 mg/L
- P1 : Perlakuan penambahan ion  $Fe^{2+}$  sebanyak 100 mg/L
- P2 : Perlakuan penambahan ion  $Fe^{2+}$  sebanyak 150 mg/L
- P3 : Perlakuan penambahan ion  $Fe^{2+}$  sebanyak 200 mg/L

Ekstraksi klorofil dari daun pisang batu dilakukan menggunakan larutan natrium bikarbonat ( $NaHCO_3$ ) 0,1%, sesuai dengan hasil penelitian Alsuhendra, Ridawati, dan Setiyati (2018). Penggunaan larutan  $NaHCO_3$  menurut Ernaini, Supriadi, dan Rinto (2012) bertujuan untuk mencegah degradasi klorofil menjadi feofitin. Feofitin adalah senyawa turunan klorofil yang berwarna hijau kecoklatan. Larutan  $NaHCO_3$  bersifat basa, sehingga klorofil menjadi lebih stabil dibandingkan dalam lingkungan asam. Hal ini disebabkan karena ion magnesium ( $Mg^{2+}$ ) yang ada dalam struktur inti tetrapirel klorofil tidak lepas dan digantikan oleh ion hidrogen ( $H^+$ ). Nilai pH ekstrak daun pisang batu pada penelitian ini adalah 10,65.

Penambahan ion  $Fe^{2+}$  dilakukan dalam bentuk senyawa ferro sulfat heptahidrat ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ). Menurut Paramastuti dan Rustanti (2017), senyawa ferro sulfat banyak digunakan sebagai sumber ion  $Fe^{2+}$  dalam bidang pangan karena bersifat larut dalam air (Palupi 2010), mudah didapatkan, dan memiliki harga relatif murah daripada garam bentuk ferro lainnya. Selain itu, ferro sulfat merupakan jenis senyawa besi yang memiliki ketersediaan biologi tinggi karena mampu diserap tiga kali lebih tinggi daripada garam ferri (Asterini, Sugiyono, dan Prangdimurti 2016).

Ferro sulfat heptahidrat memiliki warna biru-hijau. Penambahan senyawa ini pada ekstrak klorofil ikut memengaruhi warna dan rasa minuman. Warna minuman yang dihasilkan semakin gelap dengan semakin banyaknya senyawa ferro sulfat yang ditambahkan. Demikian juga dengan rasa minuman yang memiliki rasa besi semakin kuat dengan semakin tingginya jumlah besi yang digunakan. Penambahan ferro sulfat 200 mg/L memberikan rasa besi yang sangat kuat pada minuman yang dihasilkan.



### b. Aktivitas Antimikroba Minuman

Aktivitas antimikroba minuman yang dihasilkan dilakukan dengan menggunakan metode difusi sumur. Minuman yang diperoleh diuji aktivitas antimikrobanya terhadap 3 jenis bakteri, yaitu *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Escherichia coli*. Konsentrasi masing-masing ekstrak yang diujikan adalah sebesar 100 mg/mL atau 10%. Pemilihan konsentrasi tersebut didasarkan pada penelitian yang dilakukan Shan *et al.* (2007), di mana pada konsentrasi tersebut sampel ekstrak metanol dari 46 jenis tanaman secara efektif dapat menghambat bakteri *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, dan *Salmonella anatum*.

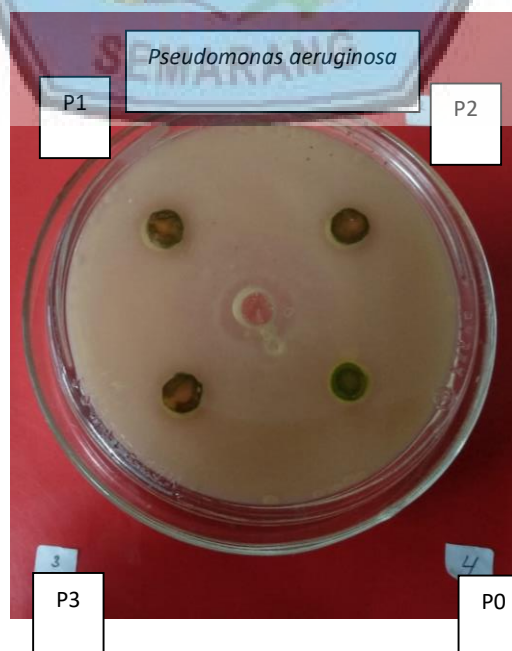
Tujuan dari uji difusi sumur adalah untuk mengetahui potensi awal dari minuman klorofil sebagai antimikroba alami. Aktivitas antimikroba dari minuman klorofil dapat diketahui dari zona bening yang dihasilkan di sekitar sumur yang berisi ekstrak pada media NA. Selain ekstrak daun pisang batu, pada uji ini juga digunakan kontrol positif berupa antibiotika komersial Amoxicillin.

Pengukuran diameter zona bening dan diameter sumur dilakukan dengan jangka sorong. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing sumur. Zona penghambatan dihitung dari selisih diameter zona bening yang terbentuk dengan diameter sumur pada media NA.

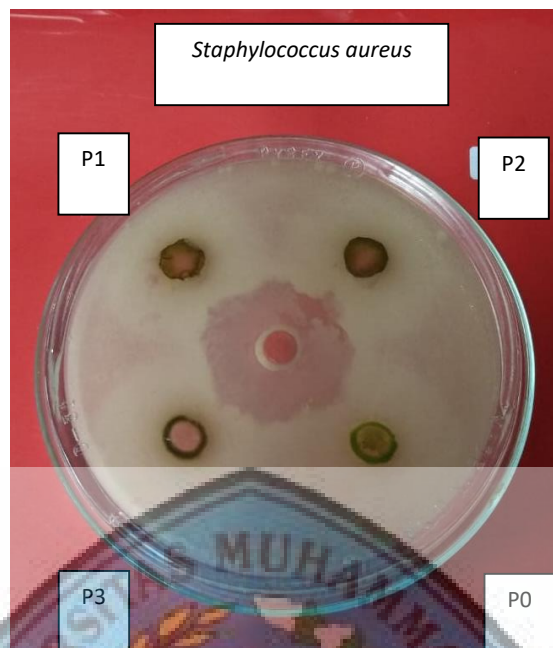
Nilai zona penghambatan minuman yang dibuat dari ekstrak daun pisang batu dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan zona bening yang dihasilkan pada media NA dapat dilihat pada Gambar 2, 3, dan 4. Zona bening menunjukkan tidak adanya pertumbuhan bakteri uji pada zona tersebut.

Tabel 2. Zona Penghambatan terhadap Bakteri Uji

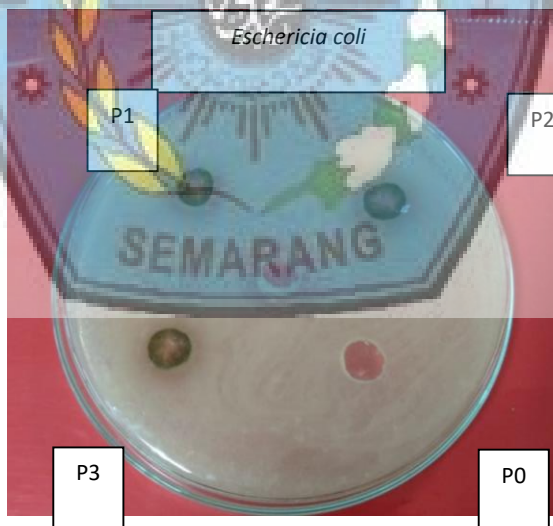
Sampel	Zona Penghambatan terhadap Bakteri Uji (mm)		
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Escherichia coli</i>
Amoxicillin	20,2	8,0	7,0
P0	0	0	0
P1	0,1	3,8	2,3
P2	0,7	3,7	3,7
P3	0	3,9	3,5



Gambar 2. Penghambatan terhadap *Pseudomonas aeruginosa*



Gambar 3. Penghambatan terhadap *Staphylococcus aureus*



Gambar 4. Penghambatan terhadap *Eschericia coli*

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa kontrol positif (Amoxicillin) memiliki aktivitas antimikroba paling tinggi untuk tiga jenis mikroba jika dibandingkan dengan sampel minuman, baik yang ditambah Fe 0, 100, 150, maupun 200 mg/L. Diameter zona penghambatan Amoxicillin untuk *S. aureus* adalah 20,2 mm, tetapi diameter zona penghambatan untuk sampel seluruh minuman berkisar antara 0-0,7 mm. Ini menunjukkan bahwa minuman yang dibuat dengan dan tanpa penambahan ion  $Fe^{2+}$  hampir tidak memiliki aktivitas antimikroba untuk *S. aureus*. Hanya minuman dengan penambahan ion  $Fe^{2+}$  150

mg/L yang memiliki sedikit daya hambat terhadap *S. aureus* dengan diameter zona penghambatan sebesar 0,7 mm.

Minuman yang ditambah ion  $Fe^{2+}$  sebanyak 100, 150, dan 200 mg/L memiliki daya hambat yang lebih tinggi terhadap *P. aeruginosa* dan *E. coli* daripada terhadap *S. aureus*. Minuman yang tidak ditambah ion  $Fe^{2+}$  (P0) tidak memiliki daya hambat terhadap *P. aeruginosa* dan *E. coli*. Walaupun masih lebih rendah jika dibandingkan dengan kontrol Amoxicillin, diameter zona penghambatan semua minuman terhadap *P. aeruginosa* relatif sama, yaitu antara 3,7-3,9 mm. Sementara itu, diameter zona penghambatan terhadap *E. coli* berkisar antara 2,3-3,7 mm. Daya penghambatan minuman P2 (3,7 mm) dan P3 (3,5 mm) terhadap *E. coli* tidak berbeda nyata, sedangkan daya penghambatan minuman P1 adalah yang paling rendah, yaitu 2,3 mm.

Diameter zona penghambatan minuman dari daun pisang yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah daripada diameter zona penghambatan dari klorofil rumput laut *Caulerpa racemosa*, sebagaimana dilaporkan oleh Dimara dan Yenusi (2011). Dimara dan Yenusi (2011) yang mengekstrak klorofil dengan aseton dan metanol (3:7) menyatakan bahwa diameter zona penghambatan ekstrak klorofil rumput laut tersebut terhadap *S. aureus* adalah sebesar 2,170 cm, sedangkan terhadap *E. coli* sebesar 2,100 cm. Adanya perbedaan nilai diameter zona penghambatan senyawa klorofil pada penelitian ini dengan laporan Dimara dan Yenusi (2011) dapat disebabkan oleh perbedaan sumber klorofil, perbedaan pelarut yang digunakan untuk mengekstrak klorofil, perbedaan konsentrasi sampel yang digunakan pada uji, ketebalan lapisan agar, kekuatan difusi sampel, dan kepadatan bakteri dibandingkan dengan sampel.

### c. Aktivitas Antioksidan Minuman

Penentuan aktivitas antioksidan minuman pada penelitian ini dilakukan dengan metode DPPH. Hasil uji ditampilkan dalam model persentase hambatan 50%. Tabel 3 menampilkan data IC50 dan nilai IAA dari sampel minuman serta standar katekhin.

Tabel 3. Nilai IC50 dan IAA Sampel Minuman dari Daun Pisang Batu

Sampel	IC50 ( $\mu\text{g/mL}$ )	IAA	Kategori
Katekhin	< 2	15,375	Sangat kuat
P0	> 1000	0,0308	Sangat lemah
P1	> 1000	0,0308	Sangat lemah
P2	> 1000	0,0308	Sangat lemah
P3	> 1000	0,0308	Sangat lemah

Data pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa senyawa kontrol (katekhin) memiliki konsentrasi hambatan (*concentration for 50% inhibition*) atau IC50 paling rendah dibandingkan dengan sampel minuman. Ini berarti bahwa dengan konsentrasi < 2  $\mu\text{g/mL}$ , sampel katekhin mampu menurunkan konsentrasi radikal bebas (DPPH) sampai 50%. Hal ini terjadi karena katekhin merupakan salah satu jenis senyawa polifenol yang efektif dalam memindahkan atom hidrogen pada radikal bebas karena banyaknya gugus hidroksil yang terdapat dalam senyawa katekhin (Valgimigli *et al.* 1995).

Sebaliknya, minuman yang dibuat dari ekstrak daun pisang batu memiliki aktivitas antioksidan yang sangat lemah. Nilai IC50 yang tinggi untuk semua jenis minuman menunjukkan tingginya konsentrasi yang dibutuhkan dari minuman untuk menurunkan konsentrasi radikal bebas sampai 50%. Konsentrasi yang tinggi ini menjadikan minuman tidak efektif sebagai sumber antioksidan, sehingga minuman yang dibuat dari Fe-feofitin pisang batu dapat dikategorikan memiliki aktivitas yang sangat lemah.

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini berbeda dengan laporan Prangdimurti, Muchtadi, dan Rufaida (2008) tentang aktivitas antioksidan klorofil. Menurut Prangdimurti, Muchtadi, dan Rufaida (2008), klorofil yang diekstrak dari daun suji dengan larutan  $\text{NaHCO}_3$  0,5% dan ditambah ion  $\text{Cu}^{2+}$  sebanyak 100 mg/L memiliki aktivitas antioksidan sedang, yaitu sekitar 37%. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan sumber klorofil yang digunakan, konsentrasi klorofil yang diujikan, serta penambahan ion logam pengganti Mg pada inti klorofil. Prangdimurti, Muchtadi, dan Rufaida (2008) juga menyatakan bahwa penurunan aktivitas antioksidan dapat juga disebabkan oleh terjadinya perubahan klorofil menjadi senyawa turunannya, seperti feofitin dan feoforbid yang memiliki aktivitas antioksidan lebih rendah daripada klorofil. Kelebihan Fe yang ada pada minuman dalam keadaan bebas atau tanpa terikat dengan struktur porfirin klorofil juga dapat menurunkan aktivitas antioksidan akibat terjadinya reaksi oksidasi yang dipicu oleh Fe.

#### 4. SIMPULAN

Minuman dapat dibuat dari ekstrak daun pisang batu menggunakan larutan  $\text{NaHCO}_3$  0,5% dan ditambah dengan ion  $\text{Fe}^{2+}$  sebanyak 100, 150, dan 200 mg/L menggunakan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Minuman yang dihasilkan memiliki warna gelap dan rasa manis, tetapi rasa kelat (besi) akan semakin kuat dengan semakin banyaknya jumlah ion  $\text{Fe}^{2+}$  yang ditambahkan. Aroma langu minuman menjadi berkurang dengan adanya penambahan perisa pisang.

Penelitian ini membuktikan adanya aktivitas antimikroba dari minuman yang dibuat dengan penambahan ion  $\text{Fe}^{2+}$  sebanyak 100, 150, dan 200 mg/L, meskipun daya hambatnya tidak terlalu tinggi. Jenis mikroba yang dapat dihambat pertumbuhannya oleh minuman tersebut adalah *P. aeruginosa* dan *E. coli*, tetapi penghambatan tidak terjadi pada *S. aureus*. Minuman yang dihasilkan bukanlah sumber antioksidan yang baik karena memiliki aktivitas antioksidan yang sangat lemah jika dibandingkan dengan senyawa katekin.

Penelitian lanjutan diperlukan untuk mempelajari teknik lain pembuatan minuman dari daun pisang batu serta uji terhadap minuman yang dihasilkan, seperti umur simpan, aktivitas antianemia, dan lain-lain.

#### 5. REFERENSI

- Alsuhendra, Ridawati, dan Y. Setiyati. (2018). *Formulasi Produk Antianemia dari Daun Pisang Batu (Musa balbisiana Colla) dan Uji Aktivitasnya*. Laporan Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) Tahun I. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Asterini, W., Sugiyono, Hoerudin, dan E. Prangdimurti. Pengaruh Fortifikasi Vitamin A dan Zat Besi Terenkapsulasi pada Tepung Ubi Kayu dan Aplikasinya pada Pembuatan Flakes. *AgriTECH*, Vol. 38, No. 4 (2018): 424-432
- Cervantes-Paz, B., et al. 2014. Antioxidant activity and content of chlorophylls and carotenoids in raw and heat-processed Jalapeño peppers at intermediate stages of ripening. *Food Chemistry* 146 (2014) 188–196.
- Dimara, L. dan T.V.B. Yenusi. Uji Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan Ekstrak Pigmen Klorofil Rumpuk Laut *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh, *Jurnal Biologi Papua*. Vol. 3 (2), (2011), 53 - 58.



- Garriga, M. *et al.* Bacteriocinogenic Activity of *Lactobacilli* from Fermenter Sausages. *J. Appl. Bact.* 75 (1993): 142-148.
- İnanç, A.L., *et al.* 2011. Chlorophyll: Structural Properties, Health Benefits and Its Occurrence in Virgin Olive Oils, *Akademik Gıda* 9(2) (2011) 26-32.
- Nelson R.E. and Ferruzzi, M.G. Synthesis and bioaccessibility of Fe-pheophytin derivatives from crude spinach extract. *J Food Sci.* (2008) Vol. 73 (5): 86-91.
- Palupi, N.S. (2010). *Fortifikasi Zat Besi*. *Food Review* 5(9): 49-52.
- Paramastuti, R. dan N. Rustanti. Pengaruh Fortifikan Fe terhadap Kadar Fe, Total BAL, pH dan Organoleptik Yogurt Sinbiotik Jelly Drink yang Difortifikasi Vitamin A. *Journal of Nutrition College*, Vol. 5, No. 4 (2017): 539-545.
- Prangdimurti, E., D. Muchtadi, dan R. Rufaida. Pengembangan Produk Klorofil Daun Suji (*Pleomele angustifolia* N.E. Brown) dan Evaluasi Mutunya Selama Penyimpanan. *Prosiding Seminar PATPI Palembang*, Oktober 2008: 809-819.
- Rufaida, R. (2008). Pembuatan Minuman Klorofil Daun Suji (*Pleomele angustifolia* N.E. Brown) dan Evaluasi Mutunya Selama Penyimpanan. *Skripsi IPB, Bogor*.
- Scherer R. and Godoy HT. (2009). Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. *Food Chemistry* 112: 654-658.
- Simão, A.A, *et al.* 2013. Antioxidants and chlorophyll in cassava leaves at three plant ages. *African J. of Agricultural Research*, Vol. 8(28), pp. 3724-3730, 26 July, 2013.
- Tumolo, T. dan U.M. Lanfer-Marquez. 2012. Copper chlorophyllin: A food colorant with bioactive properties? *Food Research International* 46 (2012) 451-459.
- Valgimigli L, Banks JT, Lusztyk J, Ingold KU. Kinetic solvent effects on hydroxylic hydrogen atom abstractions are independent of the nature of the abstracting radical. Two extreme tests using vitamin E and phenol. *Journal of American Chemical Society*. Vol. 117 (1995):9966-9971.